

ZV0000 778

06

778

REPUBLIQUE DU SENEGAL

-----  
MINISTERE DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE  
-----

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES  
AGRICOLES (I.S.R.A.)  
-----

LABORATOIRE NATIONAL DE L'ELEVAGE  
ET DE RECHERCHES VETERINAIRES

ETUDE DE LA VALEUR ALIMENTAIRE DE 3 CULTURES  
FOURRAGERES : PREMIERS RESULTATS

Par D. FRIOT  
D'après les résultats acquis par les services de  
Physiologie et de Cultures fourragères

REF. N° 35/PHYSIO.  
FEVRIER 1984.

## INTRODUCTION

Depuis une douzaine d'années, les cultures fourragères se sont intensifiées à la ferme de Sangalkam, annexe du Laboratoire national de l'Elevage et de Recherches vétérinaires ; elles ont été pendant plusieurs années l'aliment de base de la ration des vaches laitières de race montbéliarde. Malgré les importantes quantités d'eau nécessaire à leur irrigation, les cultures fourragères restent une solution parmi d'autres au problème de la nutrition des bovins et ovins tropicaux.

En effet le phénomène de désertification entraîne une diminution de la surface des pâturages naturels et il est urgent que des techniques d'intensification des productions animales soient mises en oeuvre pour subvenir aux besoins nutritionnels des ruminants et, indirectement, à ceux d'une population de plus en plus nombreuse. Les travaux d'aménagement hydrauliques du Fleuve Sénégal permettent d'envisager prochainement des cultures fourragères irriguées sur des surfaces importantes.

La mise au point de plans d'affouragement et de ration demande de connaître la productivité et la valeur alimentaire des cultures fourragères qui entrent dans leur composition. Des recherches ont débuté en 1974 au LNERV sur 2 variétés de *Panicum maximum* et un *Pennisetum purpureum* ; elles se sont poursuivies à partir de 1979 sur du *Brachiaria mutica* avec la mise en place du programme ABT.

La présente note essaie de faire le point sur la valeur alimentaire des 3 graminées étudiées en fonction de la saison et du temps de repousse et elle propose quelques équations permettant de prévoir la valeur alimentaire en fonction de la composition chimique du fourrage offert et des fécès ou des résultats des digestibilités *in vitro* selon la méthode de TILLEY et TERRY.

A - PRODUCTIVITE DES FOURRAGES

I - GENERALITES SUR LA PRODUCTION DES CULTURES FOURRAGERES

1.1 - Lieu

Les fourrages testés ont été produits à la ferme de Sangalkam à une trentaine de km de Dakar dans la région des Niayes.

1.2 - Climatologie

D'un point de vue climatique, l'année se divise en 3 saisons :

- saison des pluies ou hivernage : de juillet à octobre
- saison sèche froide : de novembre à mars
- saison sèche chaude : d'avril à juin.

La moyenne annuelle des précipitations se situe entre 500 et 600 mm mais une baisse importante de cette moyenne est observée depuis une dizaine d'années ; les précipitations annuelles varient actuellement de 300 à 450 mm et parfois moins. La majeure partie des pluies tombe de juillet à septembre.

Les températures moyennes mensuelles varient selon la saison de 22 à 28° pour la saison sèche et de 28 à 32° pour la saison des pluies.

1.3 - Graminées étudiées

- a) *Panicum maximum* (Sotuba 5601 et ORSTOM K187B)  
graminée pérenne, vivace, à port dressé, feuilles larges et racines profondes
- b) *Pennisetum purpureum* (variété kizoi)
- c) *Brachiaria mutica*, graminée vivace, pérenne, à port rampant et feuilles linéaires.

#### 1.4 - Conditions de culture

##### a) Les sols

Les graminées ont été cultivées sur des sols hydromorphes, sablo-argileux, constitués par un support de sable recouvert par un dépôt de texture grossière à moyenne ; ces sols sont situés dans des bas-fonds et ont un pH compris entre 5,3 et 6,5.

##### b) Implantation

Les *Panicum* ont été implantés par éclat de souche selon un maillage 40 x 40, le *Pennisetum* par bouture de tige avec un maillage 40 x 90 et le *Brachiaria* par repiquage normal selon un maillage 40 x 40.

##### c) Fertilisation

Les rendements élevés sur des sols pauvres n'ont été obtenus que grâce à une fertilisation régulière.

Pour les essais destinés aux mesures des digestibilités sur moutons, la formule 100 N - 50 P - 100 K a été utilisée avant implantation et, ensuite, la formule 75 N - 35 P - 50 K après chaque coupe.

##### d) Irrigation

Les graminées fourragères étudiées sont écologiquement adaptées à des zones recevant annuellement des précipitations supérieures à 1 000 mm. Les essais réalisés en zone sahélienne ont rendu l'irrigation obligatoire. Celle-ci a été réalisée par aspersion à l'aide d'un réseau fixe enterré (maille 18 x 18 m).

Les doses journalières ont été de 5 mm d'avril à juin et de 4 mm de juillet à mars ; elles étaient apportées une fois par semaine et elles ont été modulées durant l'hivernage pour tenir compte de la pluviométrie. Avant 1976, les doses étaient de 7 mm par jour.

## II - RESULTATS DE PRODUCTIVITE

Les productivités de matière sèche en tonnes par hectare, par saison et par espèce sont rassemblées dans les tableaux 1, 2 et 3. Ces résultats ne sont donnés qu'à titre indicatif car les productivités sont très variables. Pour les 3 espèces, nous pouvons dire que la productivité dépend :

- de la saison : elle est beaucoup plus faible en saison sèche froide qui correspond à une croissance ralentie et bien plus importante en hivernage et en saison sèche chaude ; dans le facteur saison interviennent plusieurs autres facteurs dont l'interaction est complexe : température, insolation, photopériode
- de la fertilisation : la productivité augmente avec les doses d'azote apportées par l'engrais
- du temps de repousse : la productivité augmente avec le temps de repousse mais, parallèlement, ceci va dans le sens d'une lignification des fourrages et d'une baisse de la valeur alimentaire.

Tableau 1 : Productivité de *Panicum maximum* en T/ha/coupe.

Saison sèche froide		Hivernage (selon CADOT)		Hivernage (selon PUGLIESE)	
Rythme de coupe en J	Rendements T/ha en MS	Rythme de coupe en J	Rendements T/ha en MS	Rythme de coupe en J	Rendements T/ha en MS
14	0,1	20	2,0	27	4,4
49	0,6	33	2,0	37	5,9
69	1,1	40	3,7	47	6,8
76	1,3	47	2,8	57	7,8
89	1,5	61	3,1	65	9,8
103	1,6	111	6,8		
118	1,7	143	7,8		

Tableau 2 : Productivité de *Pennisetum purpurem* (selon PUGLIESE).

Hivernage	
Rythme de coupe en J	Rendement T/ha en MS
24	1,5
35	4,3
45	5,6
55	7,0
65	7,2

Tableau 3 : Productivité de *Brachiaria mutica* (selon B. NDIAYE)

Saison sèche froide		Saison sèche chaude	
Rythme de coupe en J	Rendement T/ha en MS	Rythme de coupe en J	Rendement T/ha en MS
38	0,7	35	0,8
45	1,2	47	2,1
55	1,5	55	2,6
67	1,9	64	4,1
80	2,5	69	5,3
		85	5,9
		97	7,6

B - ETUDE DE LA VALEUR ALIMENTAIRE

La méthode d'étude de la valeur alimentaire qui a été adoptée est celle de la digestibilité in vivo en cages. Le protocole suivi est décrit dans la note "digestibilité in vivo - méthodes utilisées au LNERV" par D. FRIOT et H. GUERIN.

I - MATERIEL ET METHODES

1.1 - Production des graminées

Les conditions de culture ont été explicitées ci-dessus.

Durant les trois semaines des mesures d'adaptation et de digestibilité, il fallait travailler sur des fourrages ayant le même temps de repousse ; les parcelles principales ont ainsi été divisées en sous-parcelles qui ont subi des coupes de régularisation au jour le jour.

Cette méthode a été appliquée pour toutes les saisons avant 1981 mais seulement pour les saisons sèches froide et chaude après 1981. Il était en effet impossible de tester successivement les 3 stades végétatifs pendant la durée de l'hivernage, ce qui aurait obligé à travailler en partie en saison sèche froide. Un autre protocole a donc été suivi pour l'hivernage. Ce protocole consistait à effectuer un seul essai en continu après une coupe de régularisation unique pour l'ensemble des parcelles ; le fourrage était ainsi exploité de 20 jours à 60 jours. Après une période d'adaptation de 14 jours, les moutons étaient montés en cages pour y rester 43 jours (3 journées d'adaptation et 40 jours de mesures). Ces 40 jours ont été divisés en 4 décades, les résultats moyens obtenus sur ces décades correspondent aux stades 25, 35, 45 et 55 jours.

Pour les mesures d'hivernage avant 1981, c'est la méthode avec coupe de régularisation au jour le jour qui a été suivie mais avec une période d'adaptation de 8 jours, ce qui permettait de ne pas trop empiéter sur la saison sèche froide.

## 1.2 - Mesures de digestibilités

Jusqu'en 1979, les mesures étaient réalisées sur 4 moutons ; nous sommes ensuite passés à 6 moutons. Les problèmes de conditionnement du fourrage ont été exposés dans la note "digestibilité in vivo - méthodes utilisées au LNERV" par D. FRIOT et H. GUERIN.

Avant 1981, les mesures en cages se déroulaient sur 7 jours après 8 jours d'adaptation à l'aliment et une journée d'adaptation aux cages. A partir de 1981, la durée des mesures en cages a été réduite à 6 jours après 14 jours d'adaptation à l'aliment et 3 jours d'adaptation aux cages.

### REMARQUE

On ne peut que regretter l'hétérogénéité des conditions expérimentales. Les modifications ont été apportées au coup par coup, au fil des ans, tant en ce qui concerne le mode d'exploitation des parcelles que le hachage, la conservation, le mode et les horaires de distribution et les analyses chimiques (l'azote soluble n'est analysé que depuis 1981).

D'autres changements sont intervenus avec la mise en place du programme ABT : remplacement des anciennes cages en bois par des cages métalliques plus fonctionnelles ; déroulement des digestibilités à Sangalkam pour les cultures fourragères ; ces digestibilités se faisaient auparavant à Dakar d'où transport des fourrages à l'air libre et nécessité de placer les prélèvements destinés à la détermination des matières sèches dans des sachets plastiques ; ces diverses contraintes ont rendu plus difficile l'exploitation des résultats.

## 1.3 - Mesures effectuées

Les mesures suivantes ont été réalisées :

- pesée des animaux avant adaptation, à la montée en cage et à la sortie
- mesure des MSVI durant l'adaptation (d'où mesure des MS de l'offert et du refusé chaque jour)
- mesure des quantités offertes et refusées et des fécès secs pour les animaux en cage (calculs des pourcentages de refus, des consommés secs et des dMS)

- analyse chimique de l'offert, du refusé et du distribué : MM (et MO par calcul), MA, CP, MG (et ENA par calcul), NDF, ADF, Li, azote soluble. Ces analyses chimiques ont été effectuées à Dakar avant 1979 et à l'IEMVT ensuite
- digestibilités in vitro selon TILLEY et TERRY.

#### 1.4 - Nombre de digestibilités réalisées

##### a) *Panicum maximum*

- 26 digestibilités avant 1979 (CALVET - PUGLIESE)
- 11 digestibilités après 1979 (GUERIN - Ch. NDIAYE)

##### b) *Pennisetum purpureum kizoxi*

- 23 digestibilités avant 1979 (CALVET - PUGLIESE)

##### c) *Brachiaria mutica*

- 9 digestibilités à partir de 1979 (CALVET - GUERIN).

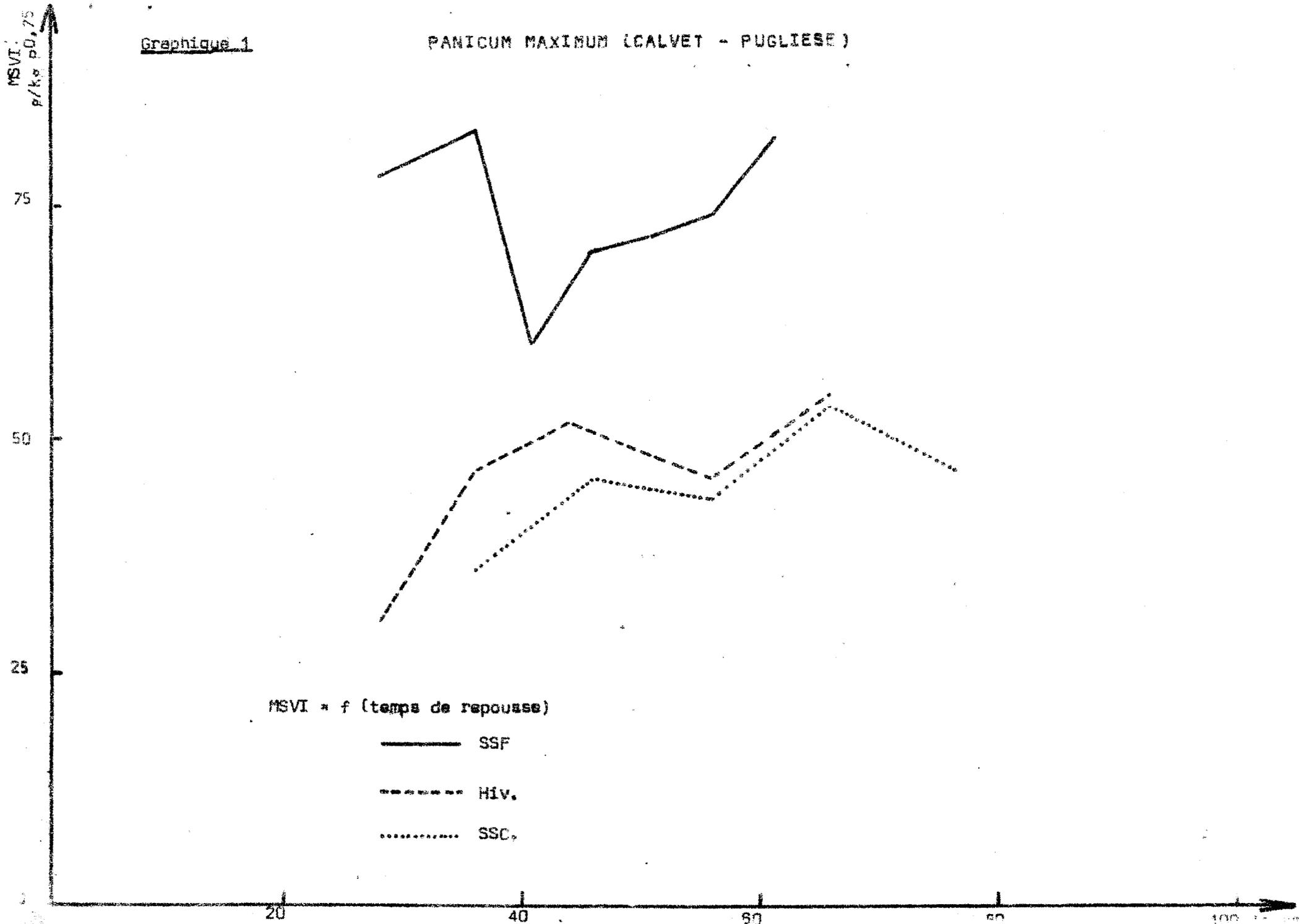
## II - RESULTATS OBTENUS

### 2.1 - Matière sèche volontairement ingérée (MSVI)

Les résultats de MSVI exprimés en g/kg de poids métabolique ont été rassemblés dans les 4 tableaux ci-dessous (N° 4 à 7). Les résultats concernant le *Panicum maximum* ont été séparés selon leur origine. Nous avons procédé à des regroupements par temps de repousse et par saison. Les graphiques n° 1 à 4 permettent de visualiser ces résultats.

Graphique 1

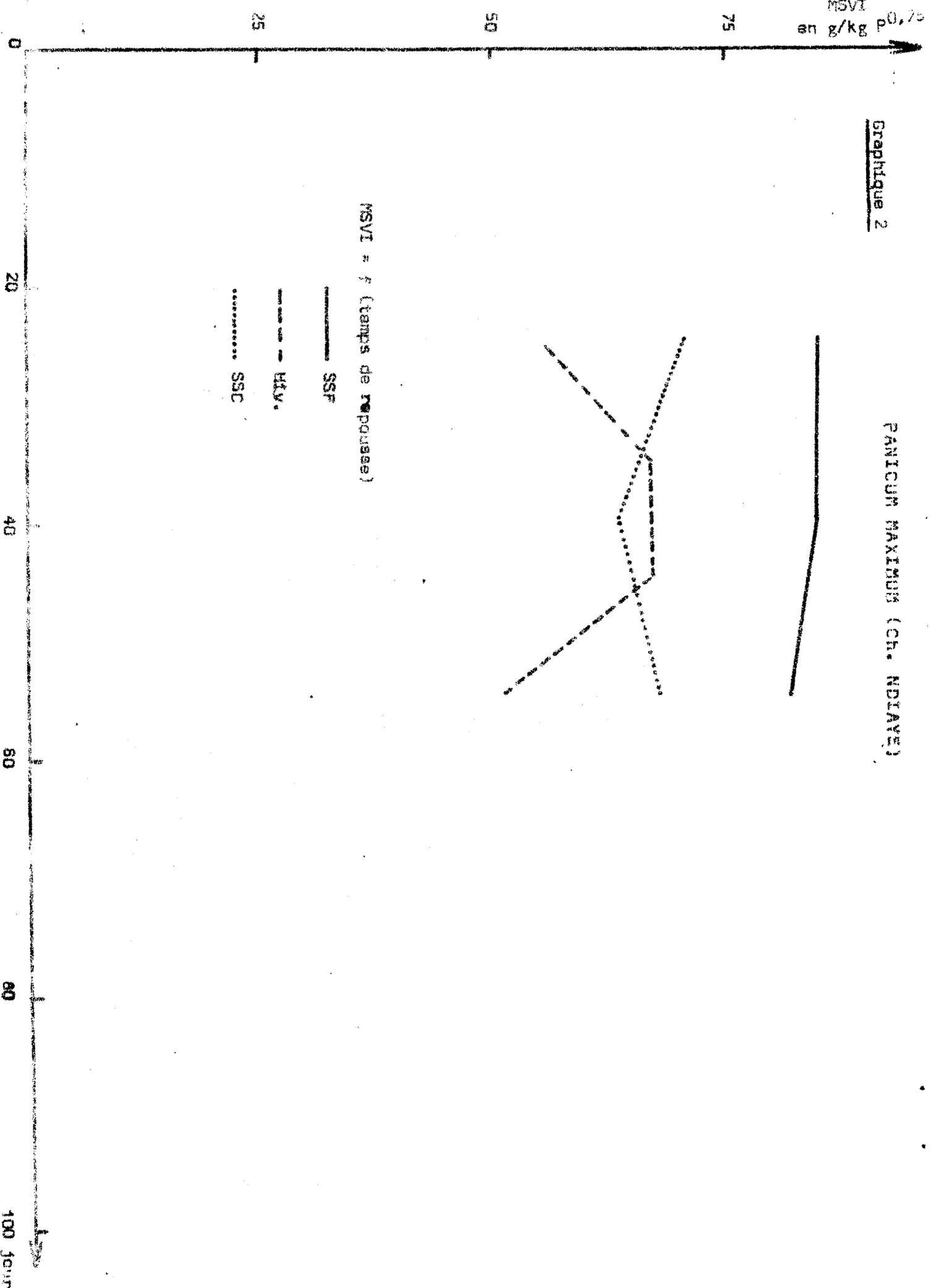
PANICUM MAXIMUM (CALVET - PUGLIESE)



MSVI  
en g/kg p<sub>0,75</sub>

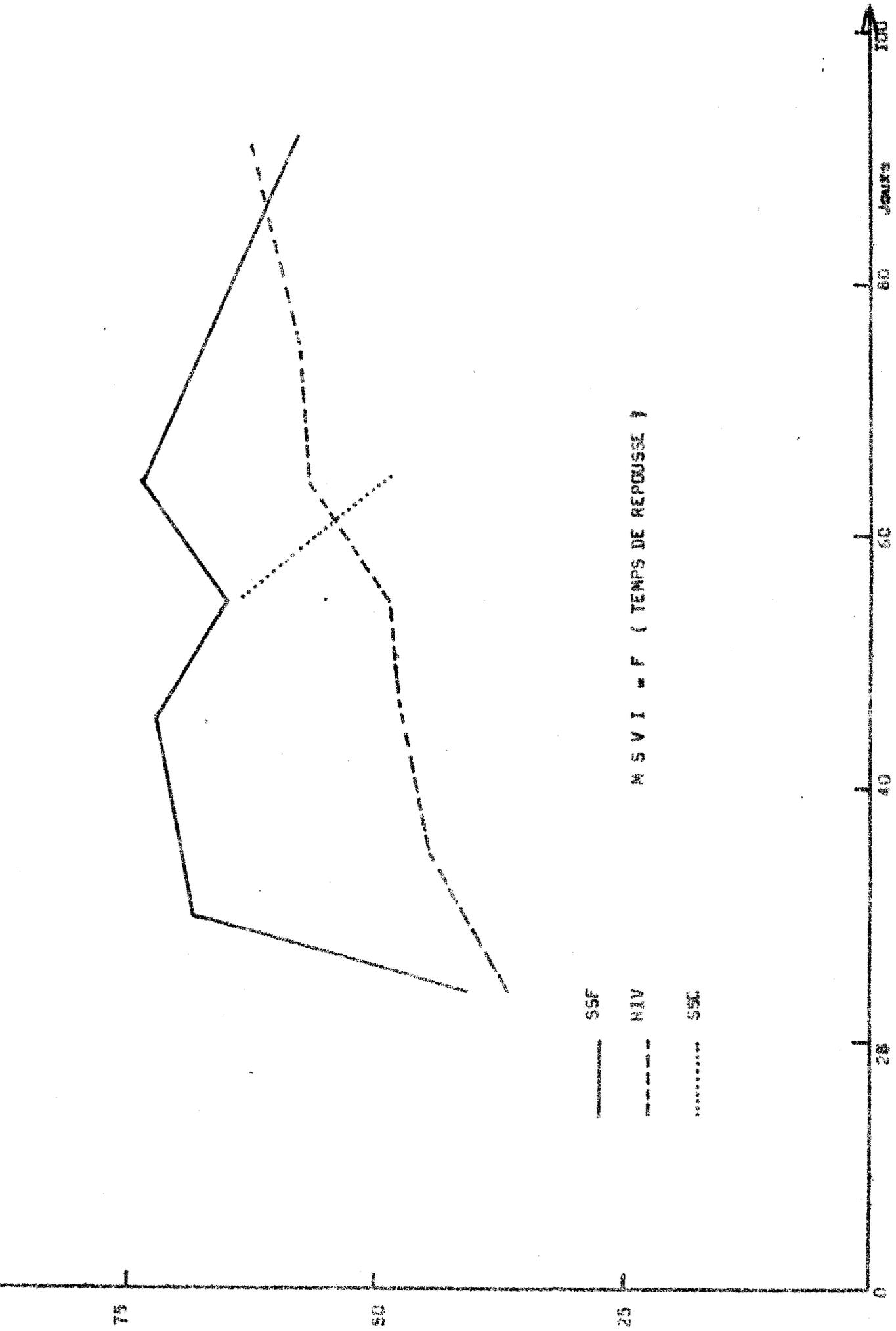
Graphique 2

PANICUM MAXIMUM (Ch. NDIAVE)



100 jours

FENNISETUM PURPUREUM ( CALVET - PUGLIESE )



SSF  
N S V I = F  
S5C

N S V I = F ( TEMPS DE REPOUSE )

MSVI g/Kg  
PO.75

Graphique N° 4

BRACHIARIA MUTICA ( B. Ndiaye )

MSVI = f ( TEMPS DE REPousse )

- SSF
- - - HIV
- ..... SSC

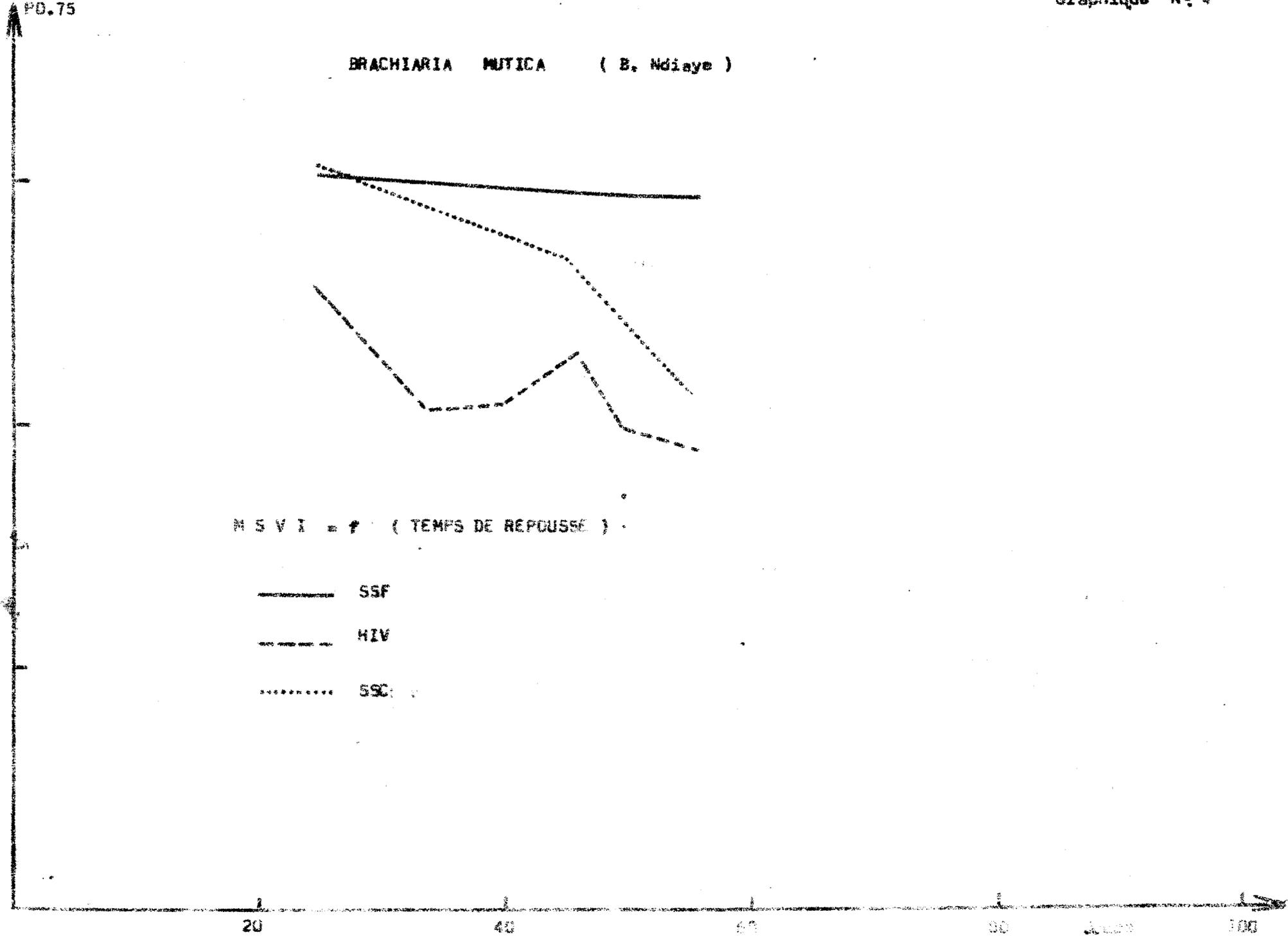


Tableau 4 : *Panicum maximum* (résultats CALVET - PUGLIESE) MSVI en g/kg P<sub>0,75</sub>.

Temps de repousse en J	25 - 31		35 - 38		41		45 - 48		51		55 - 58		61		65 - 68		77	
	MSVI	% Refus	MSVI	% Refus	MSVI	% Refus	MSVI	% Refus	MSVI	% Refus	MSVI	% Refus	MSVI	% Refus	MSVI	% Refus	MSVI	% Refus
SSF	78	12	84 83	14 15	60	7,4	70	25	72	21	74	14	62	23				
SSC			36	43			46	30			44	35			54	28	47	49
<i>HIV</i>	31	37	41 54 46	18 30 22			53 50 59 45	27 23 30 23			35 61 43	49 42 28			65 46	50 34		

Tableau 5 : *Panicum maximum* (résultats GUERIN, Ch. NDIAYE).

Temps de repousse en J	25		35		40		45		55	
	MSVI	% Refus								
SSF	85	23			85	23			82	23
SSC	71	24			64	20			68	28
<i>Hiv.</i>	56	13	67	15			68	20	51	28

Tableau 6 : *Pennisetum purpureum kHzozt* (résultats CALVET - PUGLIESE).

Temps de repousse en J	24 - 25		30		35		45 - 49		53 - 57		63 - 67		73 - 83		91 - 94	
	MSVI %	Refus %	MSVI %	Refus %	MSVI %	Refus %	MSVI %	Refus %	MSVI %	Refus %	MSVI %	Refus %	MSVI %	Refus %	MSVI %	Refus %
SSP	41	5	64	5	83	12	73	14	55	9	83	22	14	58	48	
SSC									64	17	48	40				
Hlv.	28	15	28	45	46	18	31	44	36	42	34	56	52	50	43	21

Tableau 7 : *Brachiaria nutica* (résultats CALVET, GUERIN, B. MOIAYE).

Temps de repousse en J	25 - 28		34		40		46		50 - 52		55 - 58	
	MSVI %	Refus %	MSVI %	Refus %	MSVI %	Refus %	MSVI %	Refus %	MSVI %	Refus %	MSVI %	Refus %
SSP	76	18							74	19	74	25
SSC	77	21			70	32					54	21
Hlv.	65	17	52	22	53	28	58	27	50	30	48	20

## CONCLUSIONS PROVISOIRES

### a) Panicum maximum (résultats CALVET - PUGLIESE)

Les MSVI sont plus élevées en saison sèche froide ; les MSVI d'hivernage sont légèrement supérieures à celles de saison sèche chaude, quel que soit le temps de repousse.

### b) Panicum maximum (résultats Ch. NDIAYE, H. GUERIN)

Les MSVI de saison sèche froide sont pratiquement constantes jusqu'à 55 jours. En hivernage et saison sèche chaude, ces MSVI évoluent irrégulièrement en fonction de l'âge de la plante.

Dans ces derniers essais, les consommations ont toujours été supérieures, à saison identique, aux résultats antérieurs de CALVET - PUGLIESE, malgré les taux de refus plus importants tolérés par ces derniers.

### c) Pennisetum purpureum kizozí

A cause du manque de données en saison sèche chaude, nous ne comparons ici que les MSVI d'hivernage et de saison sèche froide. Là encore les MSVI de saison sèche froide sont supérieures à celles de l'hivernage sauf pour le temps de repousse de 25 jours et 91 jours où elles sont pratiquement égales.

### d) Brachiaria mutica

Les MSVI de saison sèche froide sont également supérieures à celles de l'hivernage. Les consommations de saison sèche chaude sont intermédiaires, excepté pour le temps de repousse de 25 jours où les MSVI sont très proches de celles de saison sèche froide.

Un seul point commun semble se dégager de l'ensemble de ces résultats : supériorité des consommations en saison sèche froide et consommations moindres en saison sèche chaude et hivernage. De nombreux facteurs parallèles à la saison interviennent : température, hygrométrie, taux de refus, composition chimique du fourrage tous ces facteurs agissant mutuellement les uns sur les autres. Il semblerait qu'on puisse expliquer les plus fortes consommations en saison sèche froide par le fait que les fourrages de cette saison sont moins celluloseux et plus rapidement digérés, et que les teneurs en MAT sont plus élevées.

En saison sèche chaude, les valeurs de UF, MOD et MAD décroissent régulièrement avec l'âge de la plante ; pour ces mêmes paramètres, les variations sont plutôt anarchiques pour les 2 autres saisons. Il ne faut pas se hâter de conclure et garder à l'esprit que les mesures ne portent que sur 3 digestibilités par saison ce qui est très peu.

Le seul point commun aux 3 espèces végétales est la décroissance des MAD avec le temps de repousse et une valeur plus faible de ces MAD en fin de cycle et en hivernage.

### III - DISCUSSION SUR LE CHOIX D'UN STADE OPTIMAL D'EXPLOITATION

Dans le paragraphe précédent, nous avons étudié l'évolution de quelques paramètres de la valeur alimentaire en omettant volontairement de faire appel à la productivité des cultures fourragères. Si de manière générale, la valeur alimentaire du fourrage décroît avec le temps de repousse, c'est bien évidemment le contraire pour la productivité qui augmente avec le temps de repousse. Le choix d'un stade optimal d'exploitation sera le résultat d'un compromis entre la qualité du fourrage et sa productivité. Il serait irréaliste d'exploiter un fourrage en fin de cycle, au maximum de sa productivité si sa valeur alimentaire est alors au plus bas ; il serait non moins irréaliste d'exploiter ce fourrage lorsque sa valeur alimentaire est la plus élevée si la productivité est alors au plus bas.

La discussion qui suit portera sur les résultats acquis durant le programme ABT car les données de productivité sont plus fiables que pour les expériences plus anciennes. Les paramètres qui interviendront dans la discussion sont les suivants :

- MS consommable : rendement en MS par hectare x (100 - taux de refus)
- UF/hectare/saison = valeur UF (par kg de MS) x rendement (en kg de MS consommable) x nombre d'exploitations permis par le rythme de coupe pendant la saison
- MOD/hectare/saison = teneur en MOD (g/kg de MS) x rendement (en kg de MS consommable) x nombre d'exploitations permis par le rythme de coupes
- la notion de saison recouvre une période de 120 jours : ainsi un rythme d'exploitation de 25 jours permettra 4,8 coupes durant la saison.

### CONCLUSIONS PROVISOIRES

#### a) Panicum maximum (résultats CALVET - PUGLIESE)

Les MSVI sont plus élevées en saison sèche froide ; les MSVI d'hivernage sont légèrement supérieures à celles de saison sèche chaude, quel que soit le temps de repousse.

#### b) Panicum maximum (résultats Ch. NDIAYE, H. GUERIN)

Les MSVI de saison sèche froide sont pratiquement constantes jusqu'à 55 jours. En hivernage et saison sèche chaude, ces MSVI évoluent irrégulièrement en fonction de l'âge de la plante.

Dans ces derniers essais, les consommations ont toujours été supérieures, à saison identique, aux résultats antérieurs de CALVET - PUGLIESE, malgré les taux de refus plus importants tolérés par ces derniers.

#### c) Pennisetum purpureum kizozí

A cause du manque de données en saison sèche chaude, nous ne comparons ici que les MSVI d'hivernage et de saison sèche froide. Là encore les MSVI de saison sèche froide sont supérieures à celles de l'hivernage sauf pour le temps de repousse de 25 jours et 91 jours où elles sont pratiquement égales.

#### d) Brachiaria mutica

Les MSVI de saison sèche froide sont également supérieures à celles de l'hivernage. Les consommations de saison sèche chaude sont intermédiaires, excepté pour le temps de repousse de 25 jours où les MSVI sont très proches de celles de saison sèche froide.

Un seul point commun semble se dégager de l'ensemble de ces résultats : supériorité des consommations en saison sèche froide et consommations moindres en saison sèche chaude et hivernage. De nombreux facteurs parallèles à la saison interviennent : température, hygrométrie, taux de refus, composition chimique du fourrage tous ces facteurs agissant mutuellement les uns sur les autres. Il semblerait qu'on puisse expliquer les plus fortes consommations en saison sèche froide par le fait que les fourrages de cette saison sont moins cellulósiques et plus rapidement digérés, et que les teneurs en MAT sont plus élevées.

## 2.2 - Digestibilité

Les graphiques n° 5 à 12 montrent l'évolution des coefficients de digestibilité des matières sèches, organiques, cellulosiques et azotées par espèce végétale et en fonction du temps de repousse.

### a) *Panicum maximum*

Les coefficients de digestibilité de l'ensemble des constituants chimiques diminuent avec l'âge de repousse et ceci est d'autant plus marqué que ce temps de repousse est élevé.

Il semble que, pendant l'hivernage, ces coefficients passent par un maximum avant de décroître brutalement.

### b) *Pennisetum purpureum kizozii*

Les coefficients de digestibilité diminuent en fonction de l'âge de la plante quelle que soit la saison ; la chute de DMA est particulièrement marquée en saison sèche.

### c) *Brachiaria mutica*

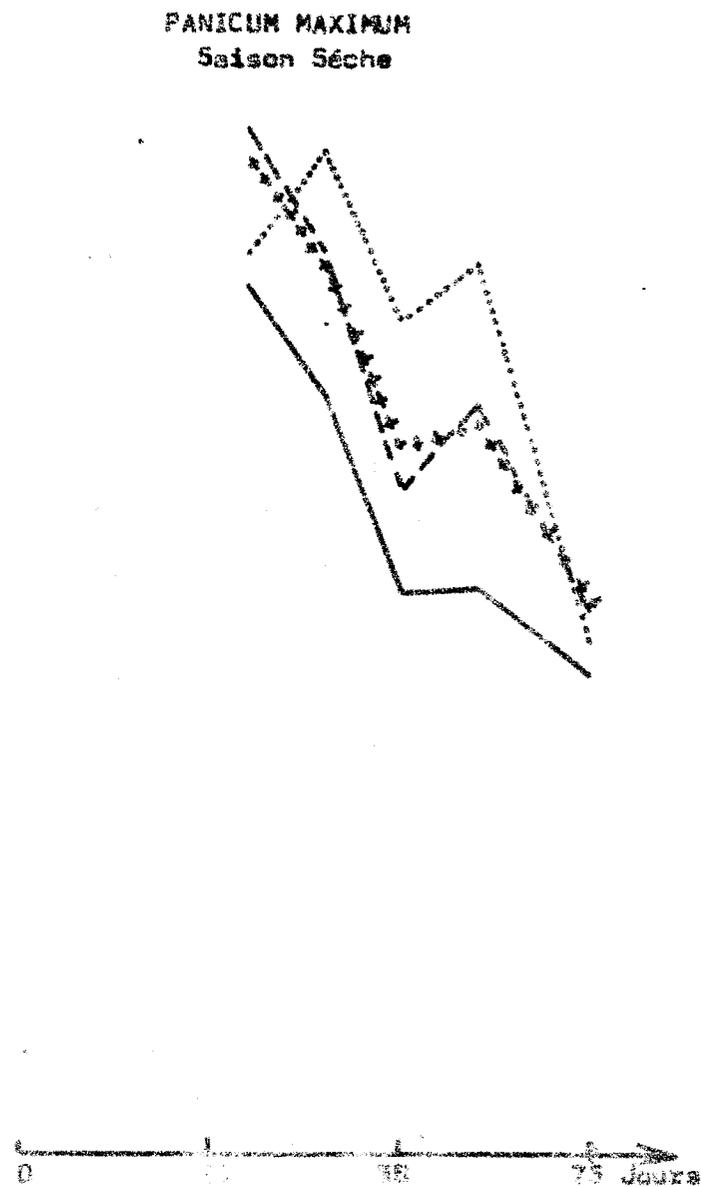
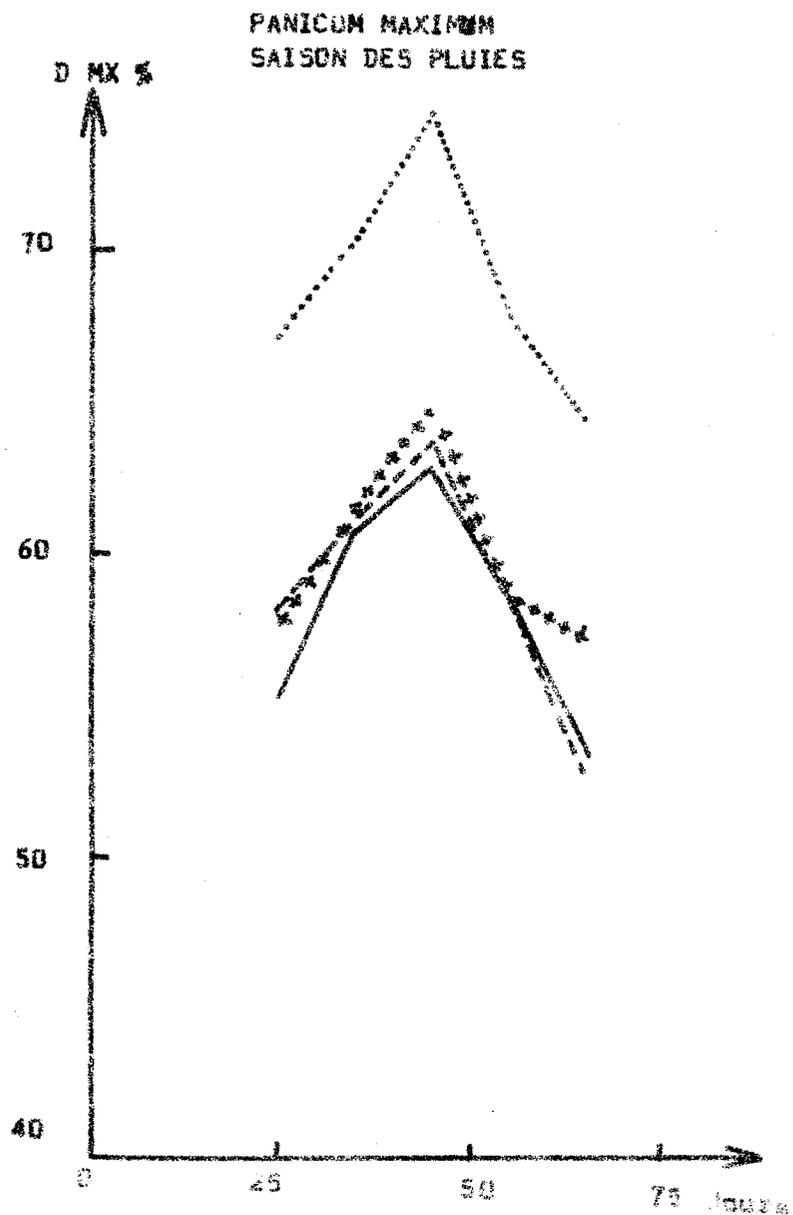
Une baisse des coefficients de digestibilité est observée pour chaque saison en fonction du temps de repousse.

Pour l'ensemble des fourrages, il est constaté que les coefficients de digestibilité diminuent en fonction de l'âge de la plante, cette baisse étant d'autant plus rapide que la plante vieillit. Il est impossible d'affirmer en vu des résultats que les coefficients étudiés sont supérieurs dans une saison plutôt que dans une autre.

Cette évolution des coefficients de digestibilité peut être mis en parallèle avec la composition chimique des fourrages. Celle-ci montre, et il n'y a là rien que de très classique, une diminution des MAT et un accroissement du taux de cellulose en fonction de l'âge. Cette évolution est beaucoup plus nette en hivernage, période de croissance accélérée de la plante qu'en saison sèche froide, période de croissance ralentie.

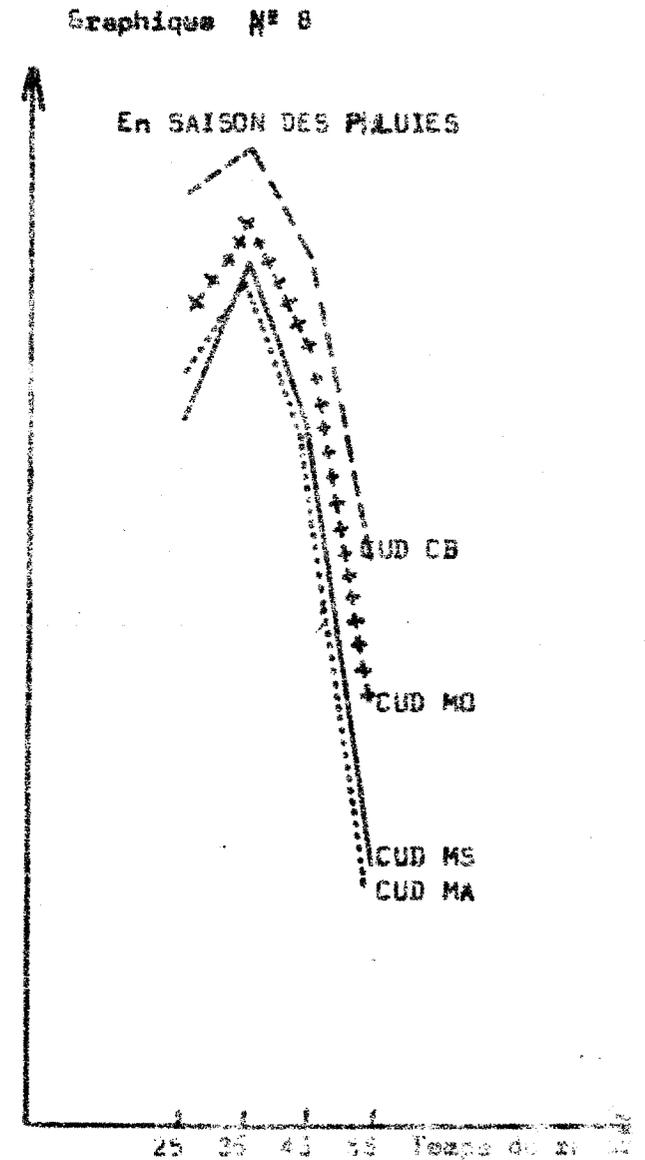
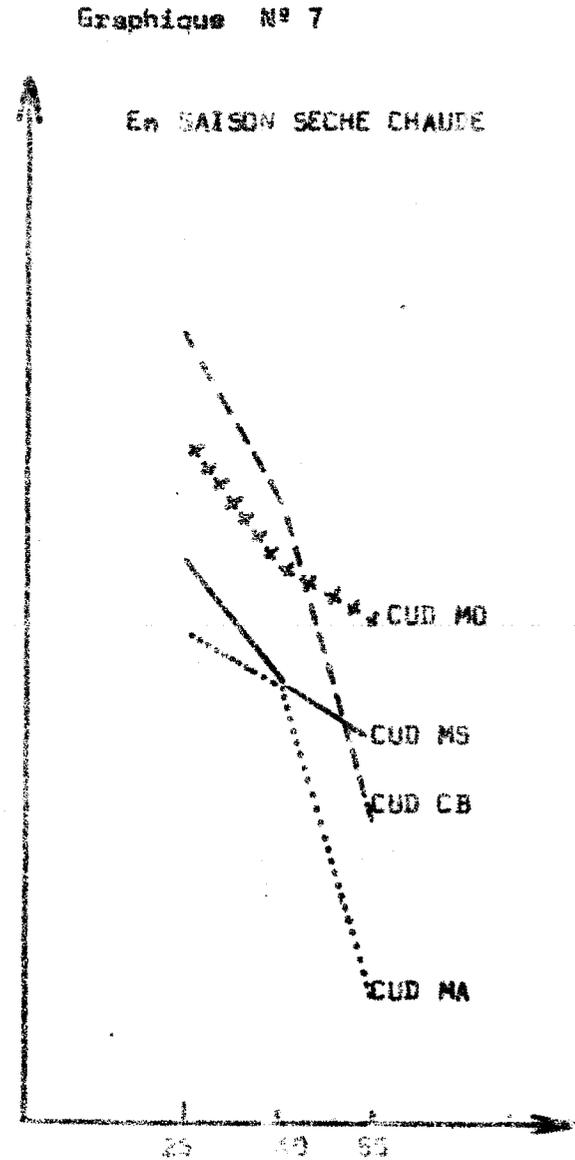
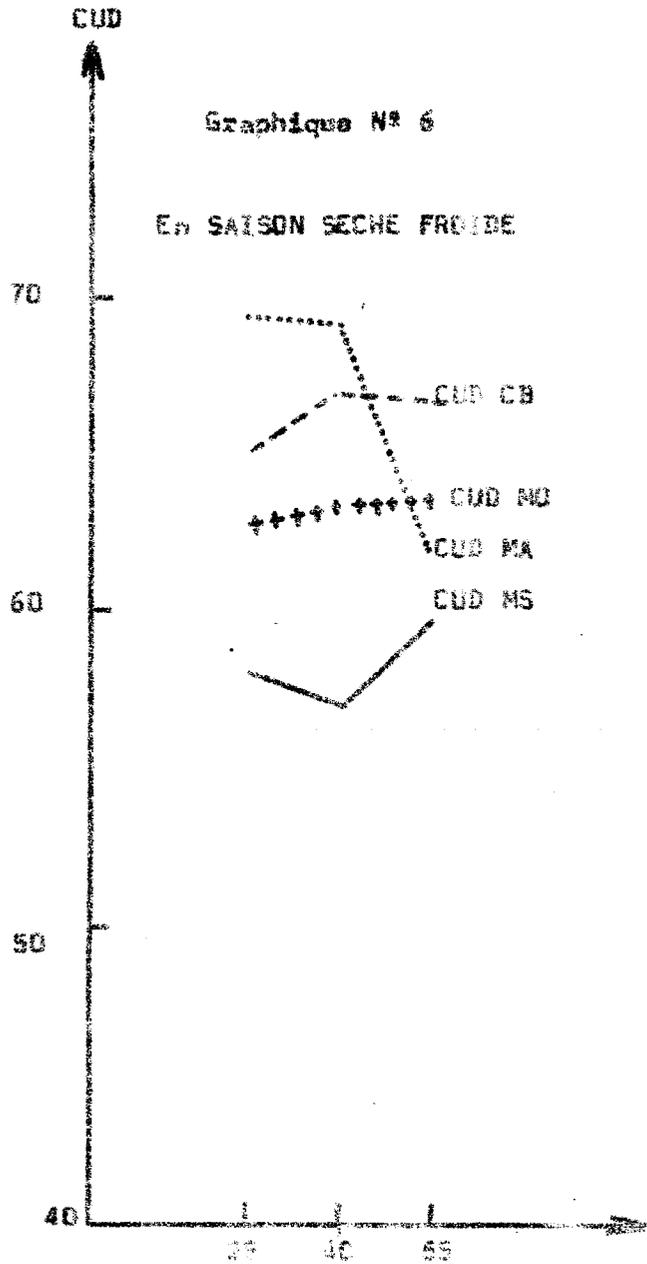
- d MS
- + + + + d MO
- - - - d Coll
- ..... d MA

RESULTATS CALVET , PUGLIESE



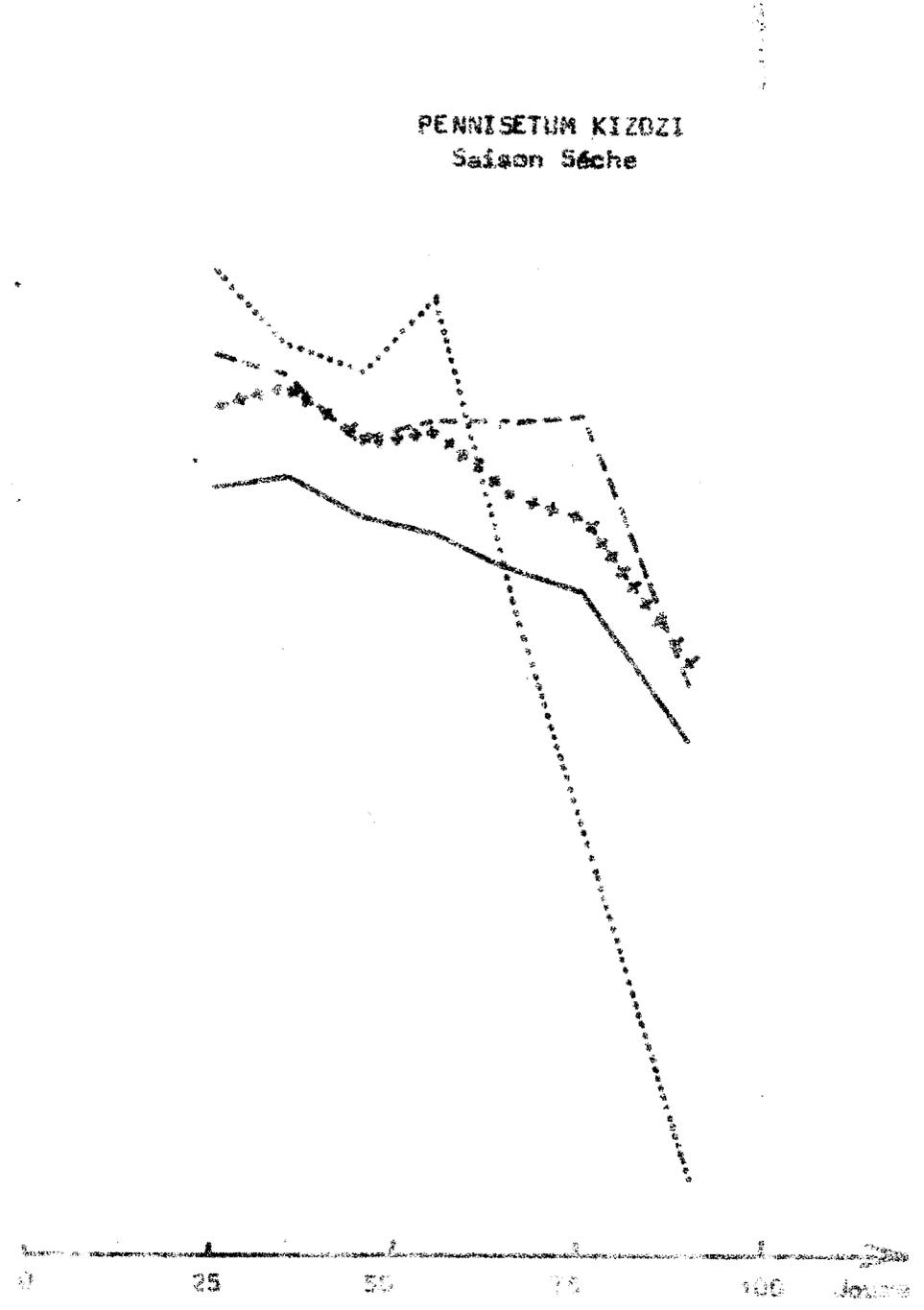
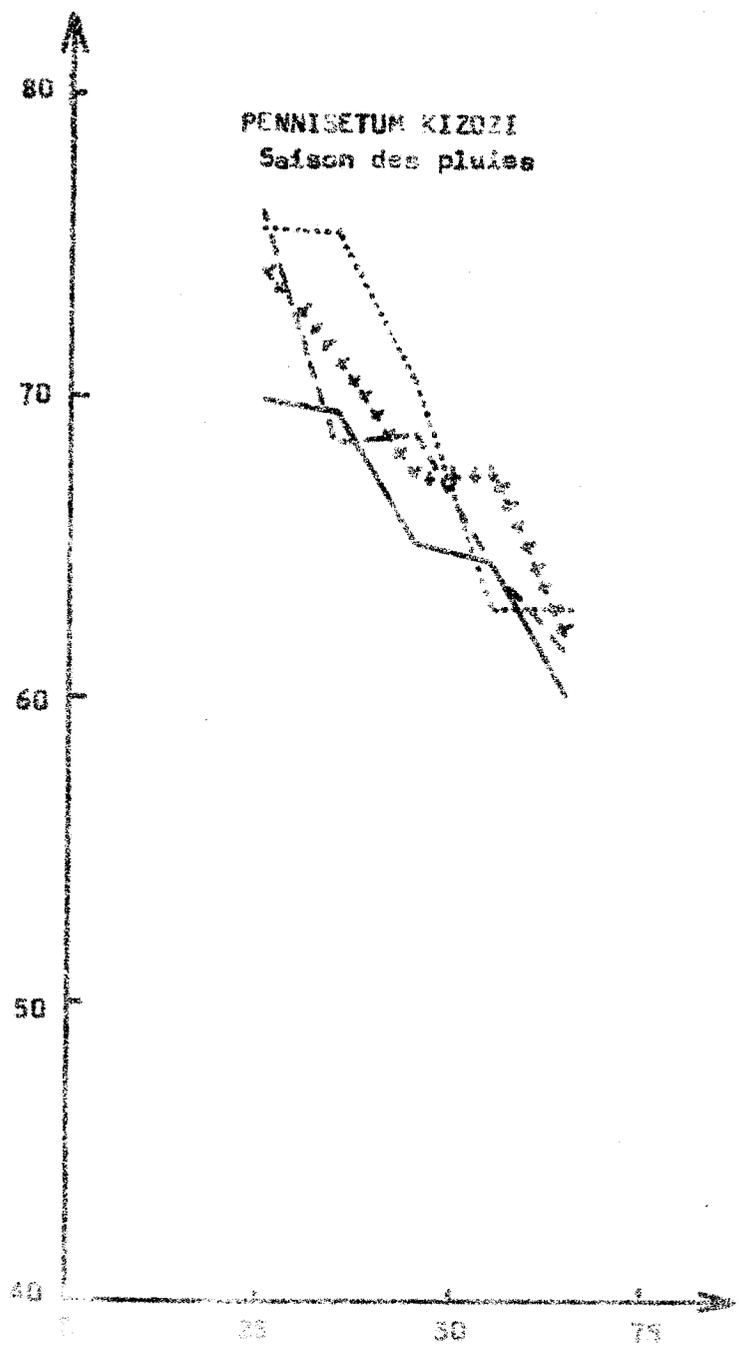
PANICUM MAXIMUM ( Ch. Ndiaye )

Coefficients d'utilisation des M.S, M.D, M.A, CB du panicum maximum en fonction de l'âge ( en jours )



- MS
- + + + + + MD
- - - - - Cell
- ..... MA

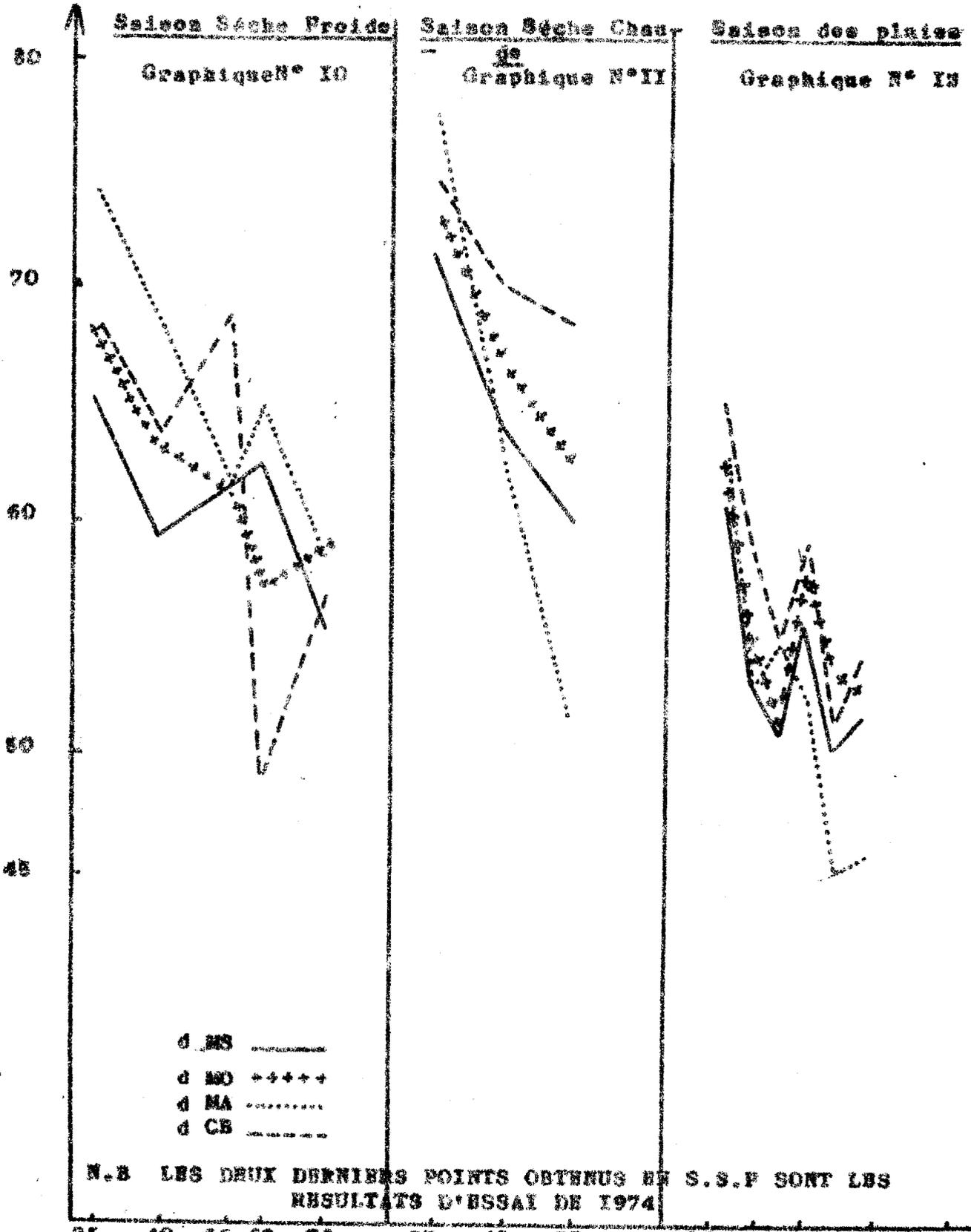
RESULTATS CALVET. PUGLIESE



BRACHIARIA mutica ( E. Ndlaye )

EVOLUTION DE LA DIGESTIBILITE DE LA MS, MO, MA ET CB .

CUD



### 2.3 - Valeur alimentaire

Par espèce et par saison, nous avons regroupé sur les graphiques n° 13 à 16 l'évolution de différents paramètres de la valeur alimentaire en fonction du temps de repousse. Les paramètres étudiés sont :

- les MOD exprimées en g/kg et calculées d'après les mesures expérimentales
- les MAD exprimées en g/kg et calculées d'après les mesures expérimentales
- les valeurs UF calculées selon LEROY et BREIREM.

#### a) *Panicum maximum*

Pour la saison sèche, nous prendrons comme exemple les résultats acquis au cours du programme ABT car les résultats CALVET - PUGLIESE ne distinguent que 2 saisons (saison sèche et hivernage).

MOD et UF varient relativement peu en saison sèche froide de 25 à 55 jours mais MAD chute soudainement entre 40 et 55 jours. Pendant la saison sèche chaude, les UF, MOD et MAD diminuent progressivement de 25 à 55 jours. En hivernage, il semblerait que UF et MAD croissent de 25 à 40 jours pour décroître ensuite. Ces résultats se confirment avec les digestibilités CALVET - PUGLIESE. Les MAD ne font que décroître durant le vieillissement de la plante ; on constate aussi des MAD supérieures en saison sèche froide qu'en hivernage soit une variation dans le même sens que les matières azotées (dilution de l'azote durant l'hivernage où la croissance de la plante est accélérée).

#### b) *Pennisetum purpureum kozozi*

Quelle que soit la saison, il y a une diminution de MOD, MAD et UF. A partir du 40<sup>e</sup> jour, les MAD sont inférieures en hivernage à celles de saison sèche ; les valeurs UF sont par contre supérieures en hivernage.

#### c) *Brachiaria mutica*

Nous retrouvons la décroissance des MAD en fonction du temps de repousse et la valeur plus faible de ces MAD en fin de cycle en hivernage.

En saison sèche chaude, les valeurs de UF, MOD et MAD décroissent régulièrement avec l'âge de la plante ; pour ces mêmes paramètres, les variations sont plutôt anarchiques pour les 2 autres saisons. Il ne faut pas se hâter de conclure et garder à l'esprit que les mesures ne portent que sur 3 digestibilités par saison ce qui est très peu.

Le seul point commun aux 3 espèces végétales est la décroissance des MAD avec le temps de repousse et une valeur plus faible de ces MAD en fin de cycle et en hivernage.

### III - DISCUSSION SUR LE CHOIX D'UN STADE OPTIMAL D'EXPLOITATION

Dans le paragraphe précédent, nous avons étudié l'évolution de quelques paramètres de la valeur alimentaire en omettant volontairement de faire appel à la productivité des cultures fourragères. Si de manière générale, la valeur alimentaire du fourrage décroît avec le temps de repousse, c'est bien évidemment le contraire pour la productivité qui augmente avec le temps de repousse. Le choix d'un stade optimal d'exploitation sera le résultat d'un compromis entre la qualité du fourrage et sa productivité. Il serait irréaliste d'exploiter un fourrage en fin de cycle, au maximum de sa productivité si sa valeur alimentaire est alors au plus bas ; il serait non moins irréaliste d'exploiter ce fourrage lorsque sa valeur alimentaire est la plus élevée si la productivité est alors au plus bas.

La discussion qui suit portera sur les résultats acquis durant le programme ABT car les données de productivité sont plus fiables que pour les expériences plus anciennes. Les paramètres qui interviendront dans la discussion sont les suivants :

- MS consommable : rendement en MS par hectare x (100 - taux de refus)
- UF/hectare/saison = valeur UF (par kg de MS) x rendement (en kg de MS consommable) x nombre d'exploitations permis par le rythme de coupe pendant la saison
- MOD/hectare/saison = teneur en MOD (g/kg de MS) x rendement (en kg de MS consommable) x nombre d'exploitations permis par le rythme de coupes
- la notion de saison recouvre une période de 120 jours : ainsi un rythme d'exploitation de 25 jours permettra 4,8 coupes durant la saison.

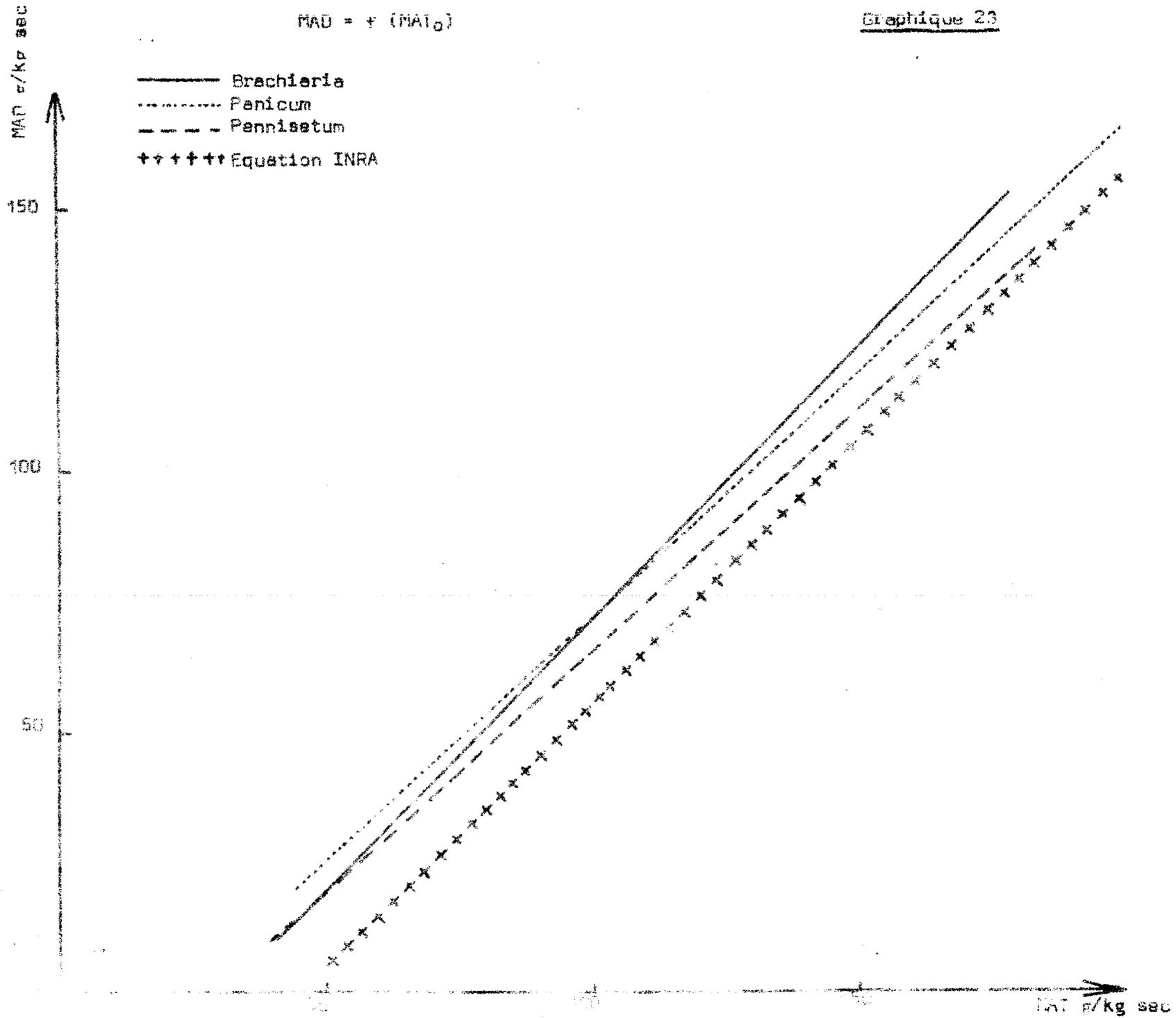
.../...

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

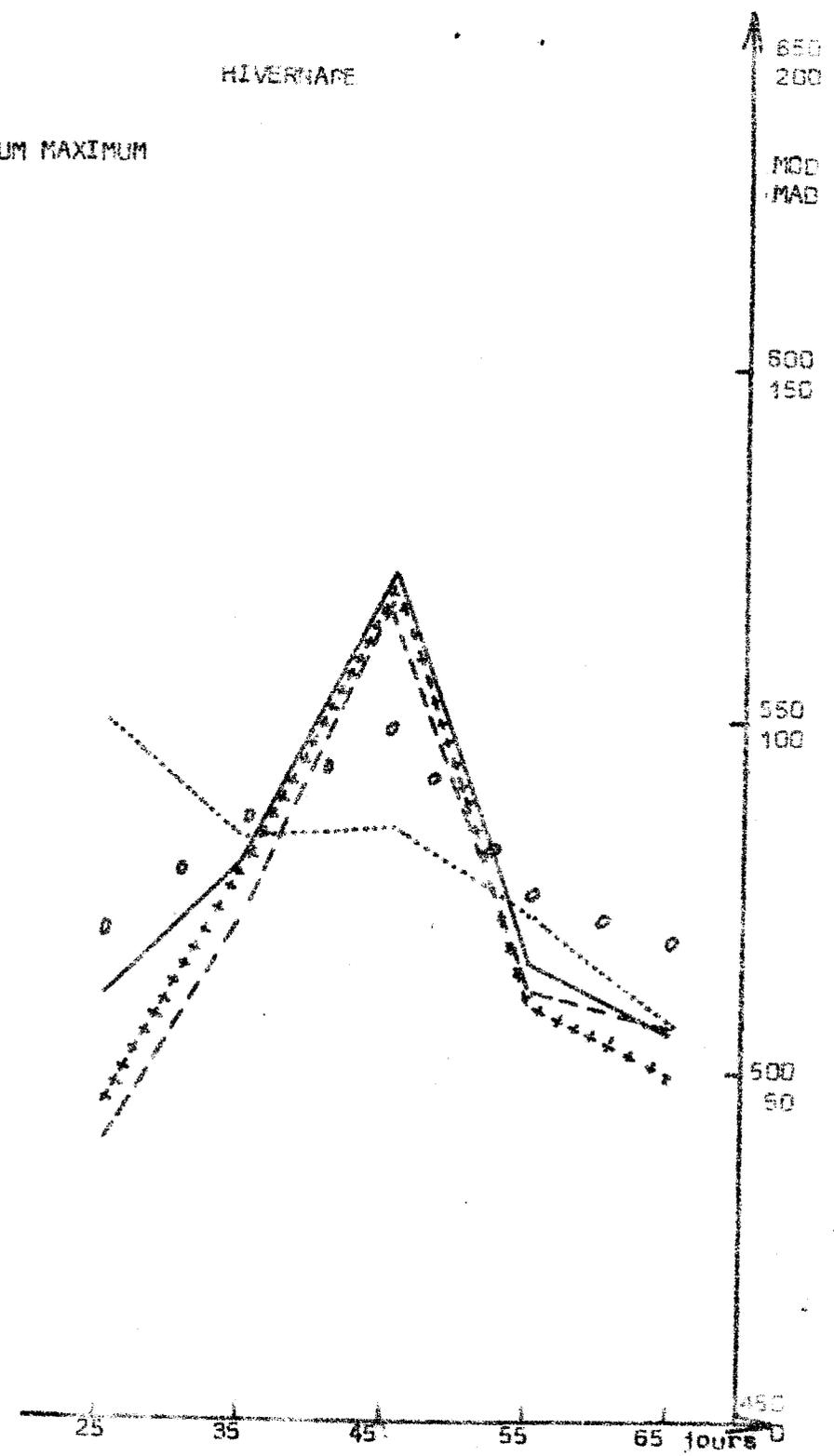
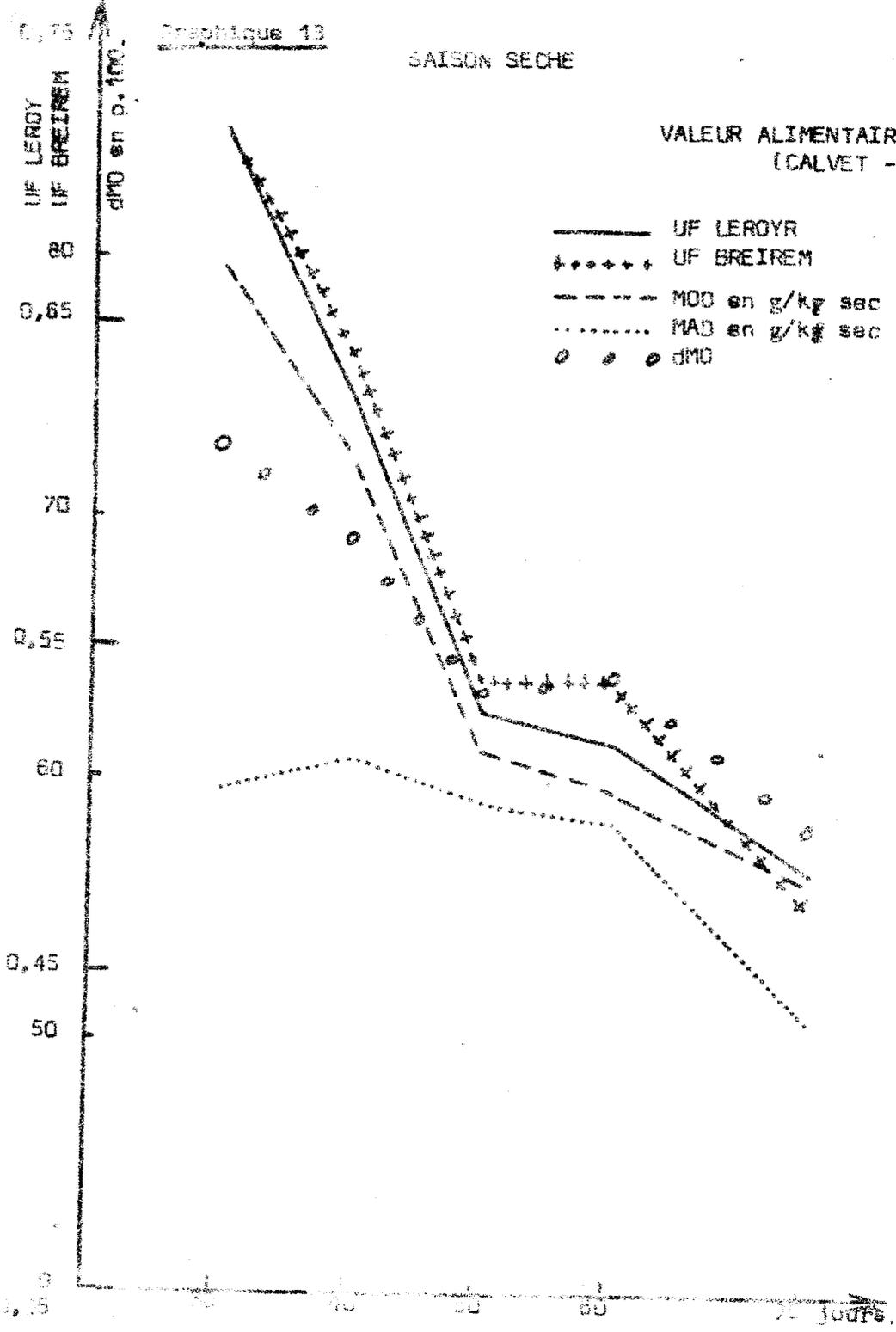
- 1 - CHENOST (M.) et RICHARD (D.) - Evaluation des programmes de recherche en alimentation animale (rapport IEMVT).
- 2 - FRIOT (D.) - Résultats obtenus en digestibilité in vitro (rapport LNERV, réf. n° 112/PHYSIO., décembre 1983).
- 3 - FRIOT (D.) et GUERIN (H.) - Digestibilités in vivo. Méthodes utilisées au LNERV (rapport LNERV ; réf. n° 96/PHYSIO., novembre 1983).
- 4 - NDIAYE (B.) - Productivité et valeur alimentaire d'une graminée fourragère : *Brachiaria nutica* (mémoire de fin d'études de l'E.N.S.A.A. Dijon ; juin 1983).
- 5 - NDIAYE (Ch.) - Etude d'une graminée fourragère irriguée et fertilisée dans la région du Cap-Vert (Sénégal). Productivité et valeur alimentaire de *Panicum maximum* (mémoire de fin d'études de l'E.N.S.A.A. Dijon ; juin 1982).
- 6 - PUCLIESE (P.L.) et CALVET (H.) - Utilisation digestive et valeur alimentaire de deux graminées fourragères tropicales : *Panicum maximum* et *Pennisetum purpureum* variété kizozl. Résultats acquis au cours de trois années d'exploitation dans les conditions écologiques du Cap-Vert (Sénégal) ; (rapport LNERV, 1977).
- 7 - ROCHAMBEAU (F. de), GUERIN (H.), NDIAYE (Ch.) - Préviation de la valeur alimentaire de deux fourrages tropicaux : *Panicum maximum* (Sotuba 5601 et ORSTOM K187B) , *Pennisetum purpureum* (kizozl) à partir de l'analyse chimique (rapport LNERV ; réf. n° 001/CF., janvier 1983).

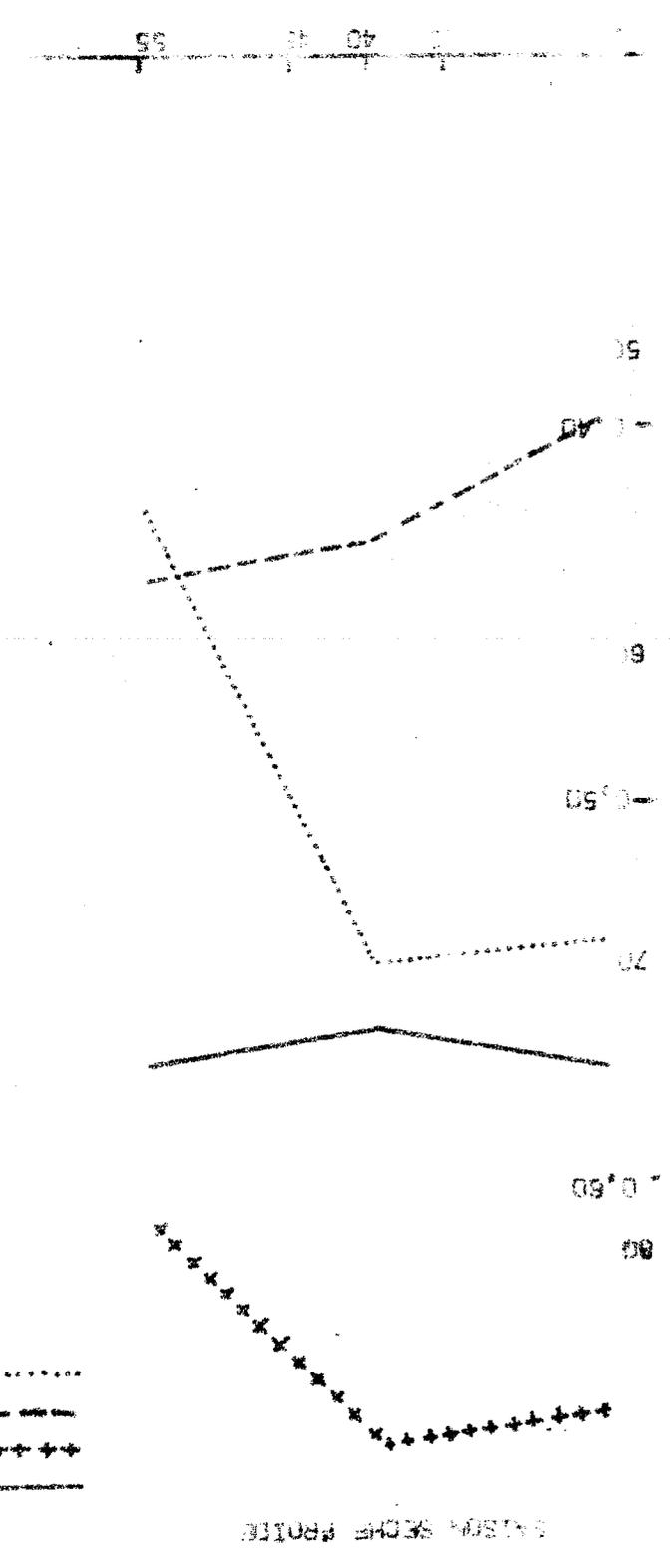
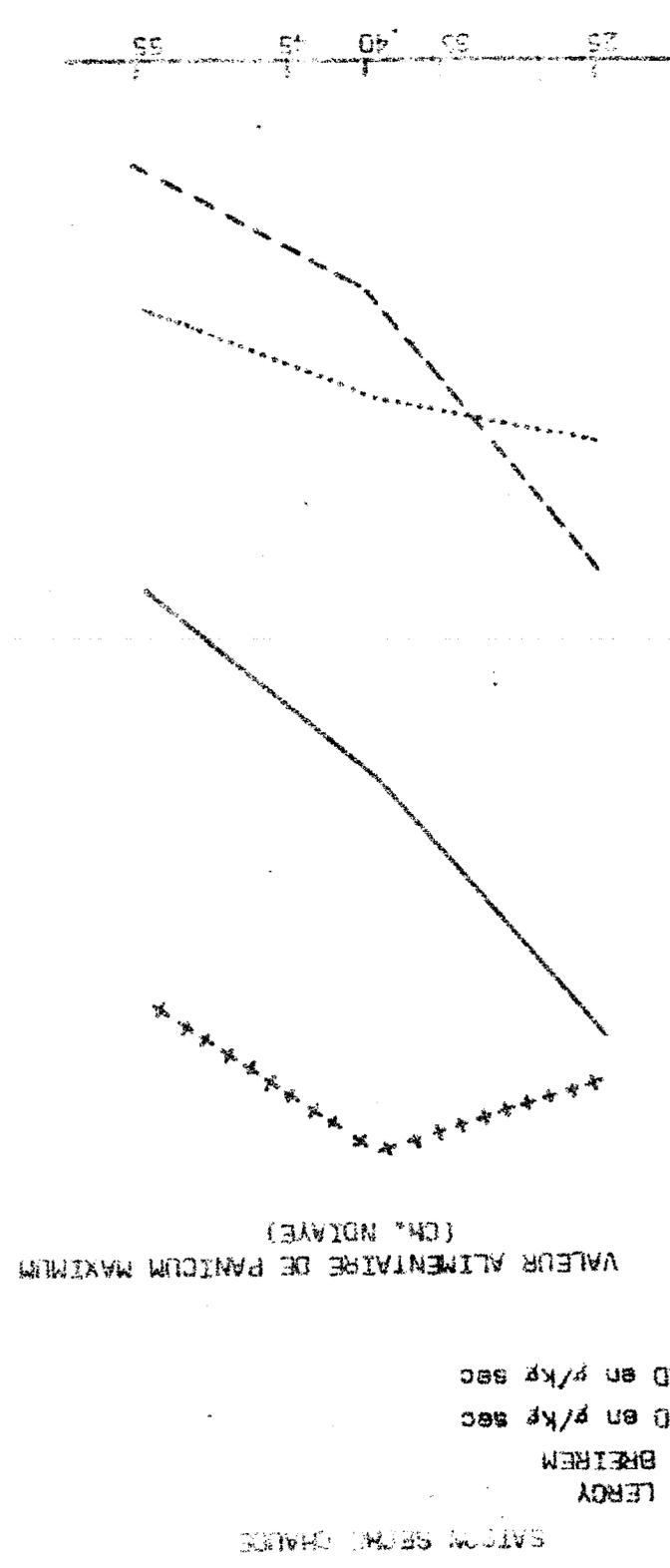
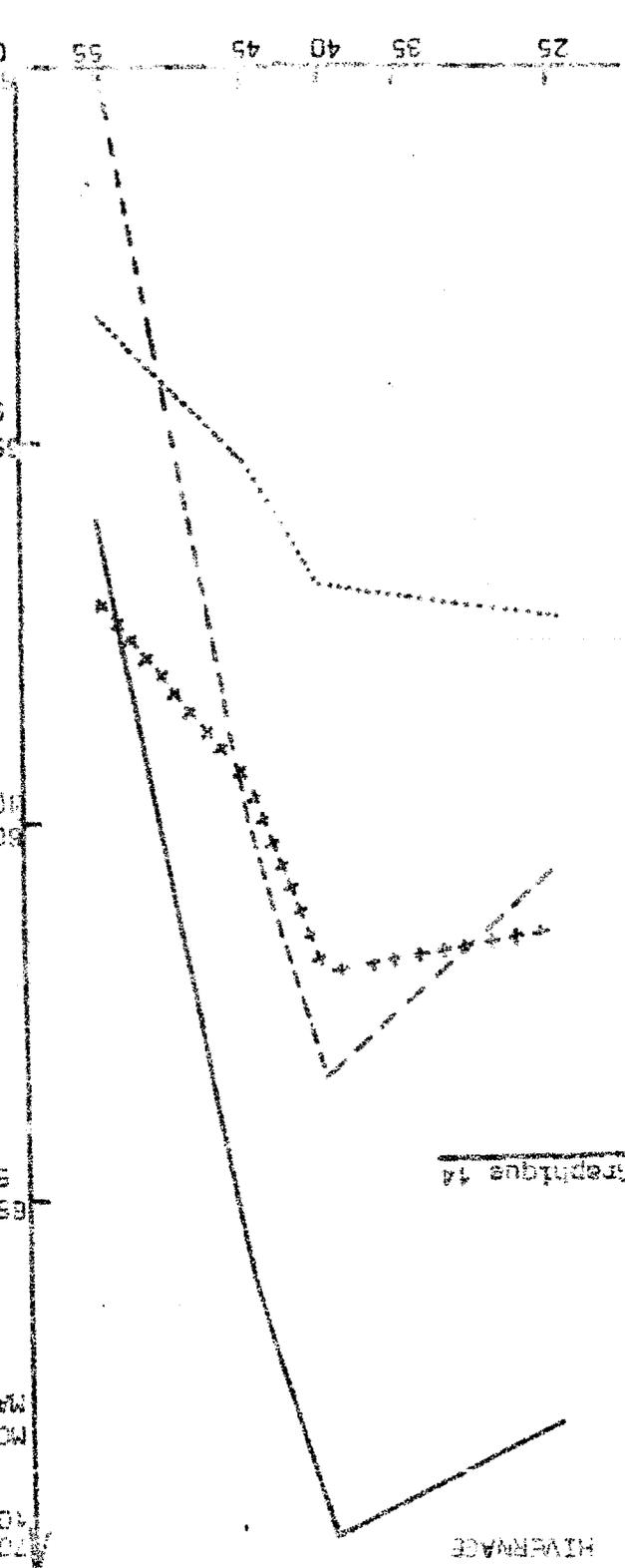
$$MAD = f(MAT_0)$$

Graphique 23



VALEUR ALIMENTAIRE DE PANICUM MAXIMUM  
(CALVET - PUGLIESE)





— UF LERCY  
 - - - UF BREIREM  
 ..... MOD en p/ke sec  
 - . - . MAD en p/ke sec

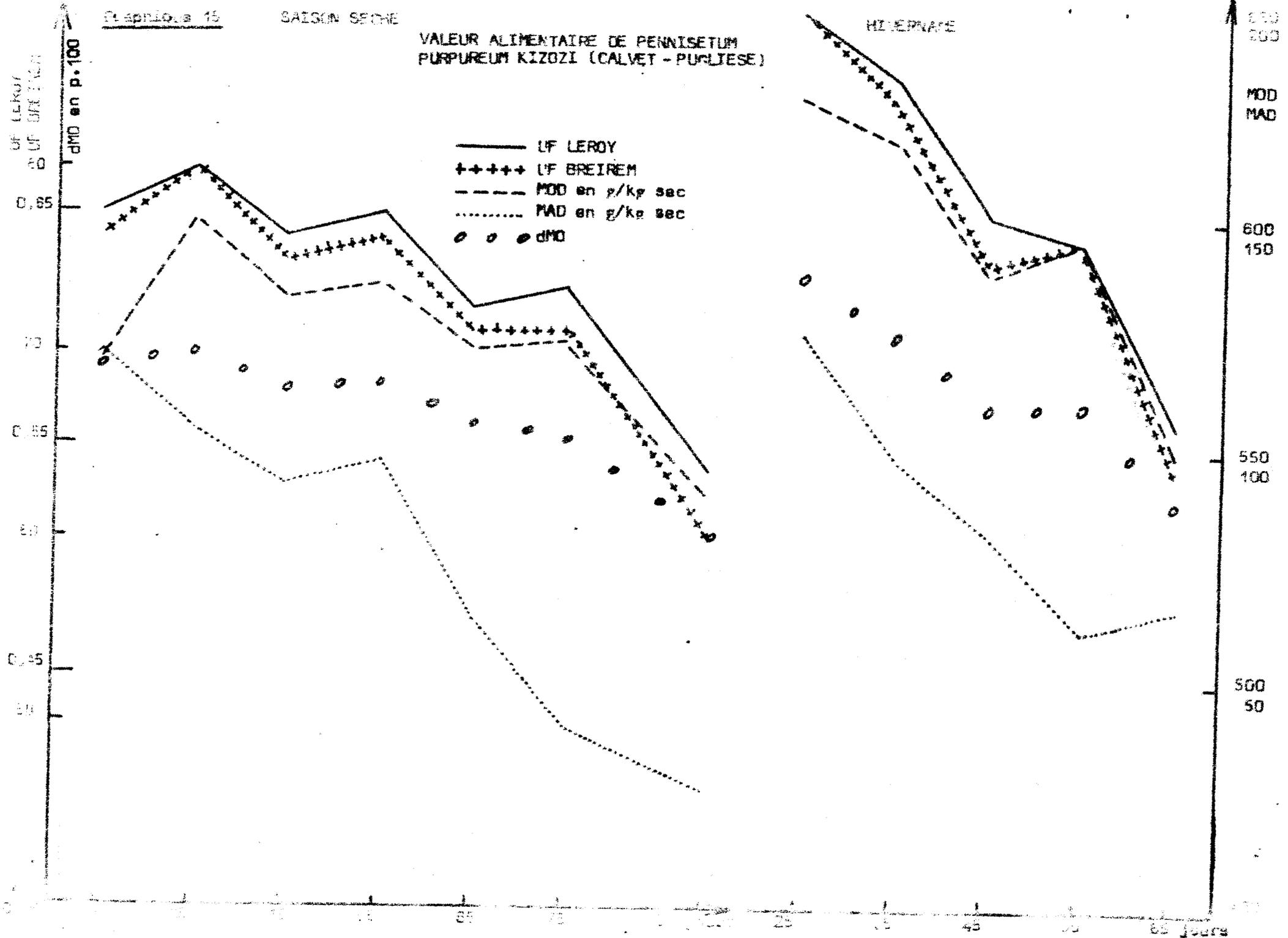
VALEUR ALIMENTAIRE DE PANICUM MAXIMUM (CM, NDIAVE)

Etaphique 15

SAISON SECHE

VALEUR ALIMENTAIRE DE PENNISETUM PURPUREUM KIZOZI (CALVET - PUGLIESE)

HIVERNALE



SAISON SECRE FROIDE

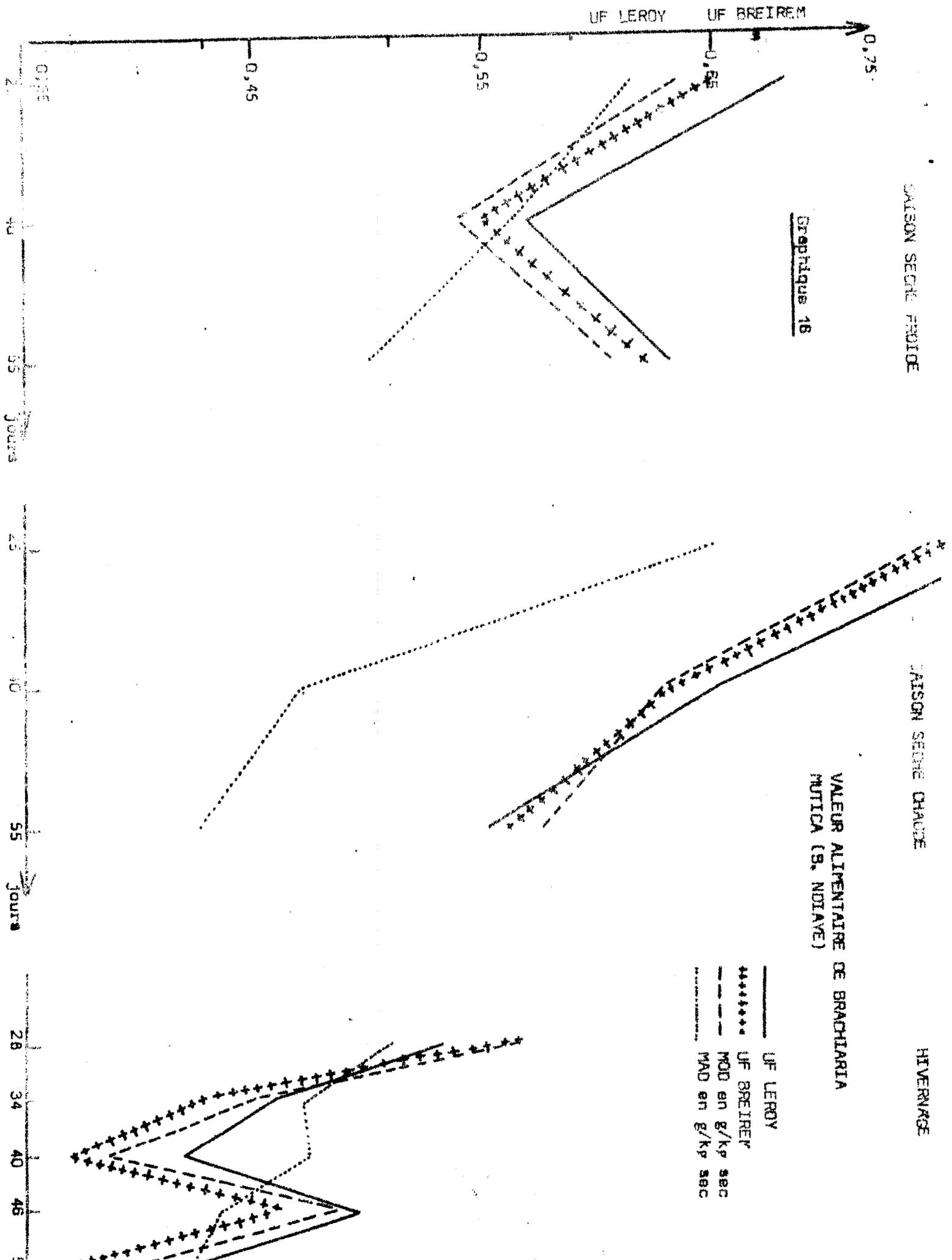
SAISON SECRE CHAUDE

HIVERNAGE

Graphique 16

VALEUR ALIMENTAIRE DE BRACHIARIA  
NOTICA (S. NDIAYE)

- UF LEROY
- ++++ UF BREIREM
- - - MOD en g/kp sec
- ..... MAD en g/kp sec



### 3.1 - Panicum maximum K187B

#### a) Saison sèche froide

En se reportant au graphique 17, nous constatons que la productivité, les UF/ha et les MOD/ha augmentent simultanément avec l'âge ; seules les MAD/ha décroissent à partir du 40<sup>e</sup> jour. Le stade optimum de coupe se situera donc entre ces 2 dates et on peut penser que le stade 55 jours serait le moment le plus propice à condition d'utiliser un complément azoté (tourteau d'arachide par exemple).

#### b) Saison sèche chaude

Le graphique n°18 montre clairement l'évolution des paramètres de valeur énergétique et azotée ; une chute des UF et MOD/hectare est observée après le 40<sup>e</sup> jour. Le *Panicum maximum* de saison sèche chaude sera donc exploité au mieux vers 40 jours de repousse.

#### c) Hivernage

C'est la saison où le *Panicum* produit le plus de matière sèche à l'hectare mais le graphique n° 19 indique une baisse très rapide de la valeur alimentaire après le 25<sup>e</sup> jour. Le *Panicum* d'hivernage sera donc exploité au mieux vers 25 jours de repousse. Ce rythme de coupe rapide pose le problème du surcroît de main d'oeuvre ; mais, si on exploite à plus de 25 jours, il faudra nécessairement compléter le *Panicum* avec un concentré pour pallier aux déficiences énergétiques et azotées ; le coût de cette complémentation sera d'autant moins élevé que la coupe sera exécutée à un stade plus précoce. Une étude économique devrait permettre de mieux cerner ces problèmes.

### 3.2 - Brachiaria mutica

#### a) saison sèche froide

Le graphique n° 20 montre que la valeur énergétique et la productivité sont maximum pour un temps de repousse de 55 jours ; pour les MAD/ha, le maximum est atteint à 40 jours pour décroître légèrement de 40 à 55 jours. L'optimum de production se situe donc à 55 jours. Le déficit azoté peut toujours

être satisfait avec un complément azoté. Cet optimum de 55 jours en saison sèche froide est le même que pour le *Panicum* à même saison.

b) Saison sèche chaude

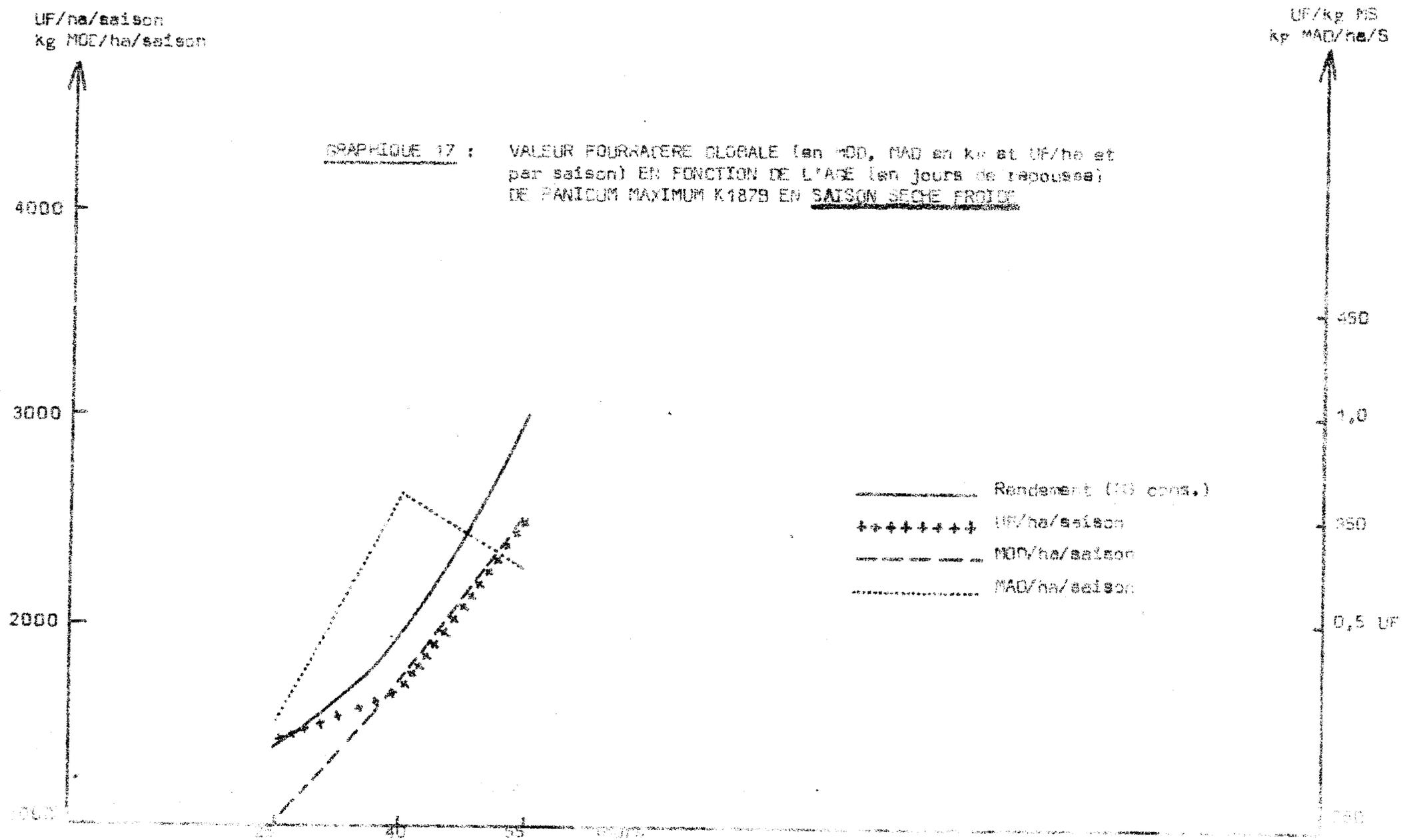
Le graphique n° 21 met en évidence des différences importantes entre les saisons sèches froide et chaude. Pour la saison sèche chaude, la valeur énergétique est à son maximum à 40 jours, les MAD/ha à 25 j et la production de matière sèche à 55 jours.

Suivant l'objectif recherché, le *Brachiaria* devra être exploité à 25 jours pour obtenir une production optimale d'azote ou à 40 jours pour obtenir une teneur maximale en énergie qui soit compatible avec un niveau d'azote correct. Cette dernière solution semble la plus judicieuse si un complément azoté est ajouté au fourrage. Ce stade optimum d'exploitation est d'ailleurs celui du *Panicum* à la même saison.

c) Hivernage

Le graphique n° 22 indique une croissance de la valeur énergétique et de la productivité jusqu'à 58 jours et une décroissance de la valeur azotée après 40 jours. L'optimum d'exploitation du fourrage doit être choisi entre 40 et 58 jours. Le choix est identique à celui du paragraphe précédent pour la saison sèche chaude: si on désire un maximum d'azote, il faut exploiter vers 40 jours; si on recherche un maximum d'énergie, l'exploitation du *Brachiaria* doit se faire vers 50-60 jours et dans ce cas, une complémentarité azotée doit rétablir le déficit.

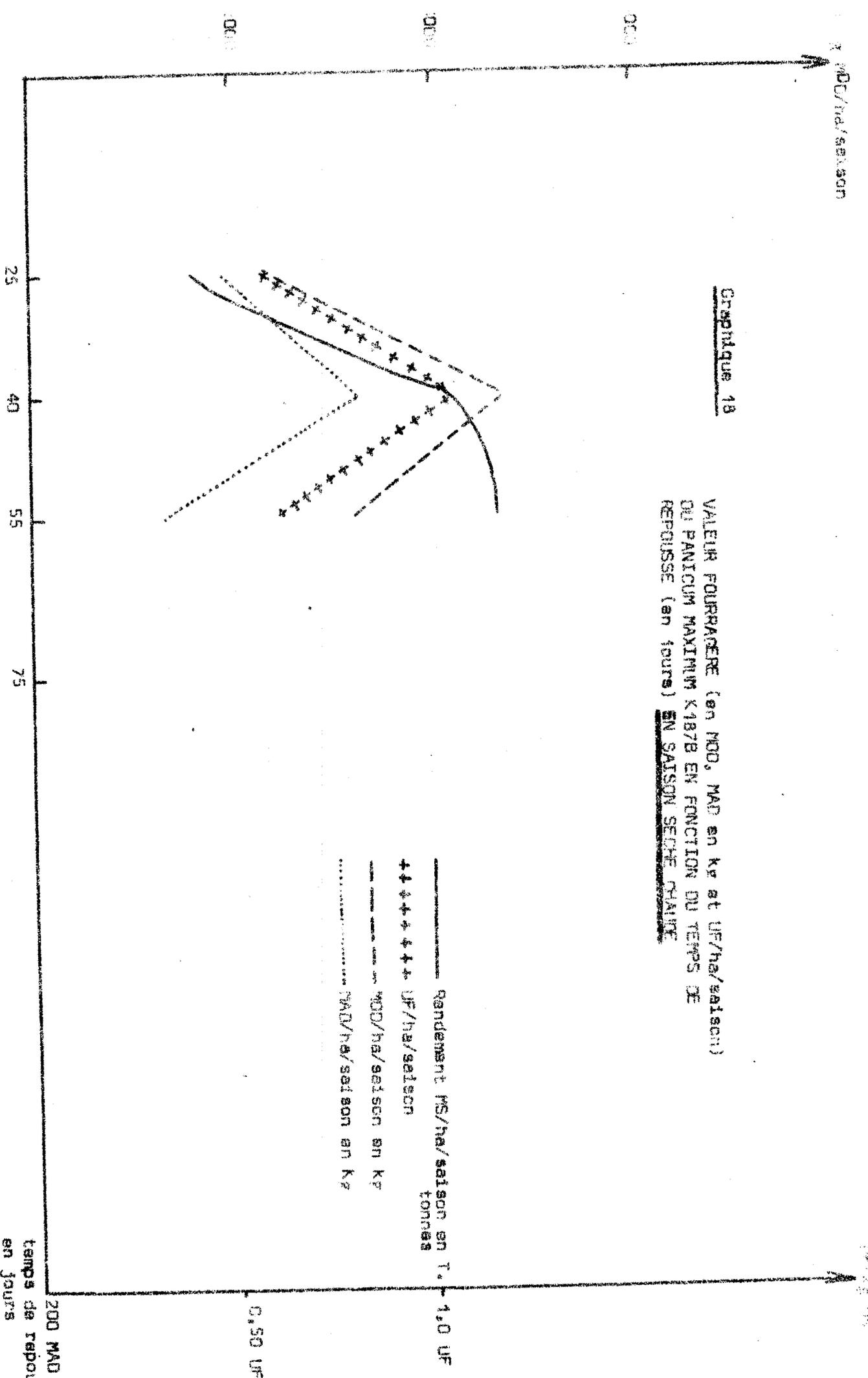
.../...



MOD/ha/saison

Graphique 18

VALEUR FOURRAGERE (en MOD, MAD en kg at UF/ha/saison)  
DU PANICUM MAXIMUM K1878 EN FONCTION DU TEMPS DE  
REPOSSE (en jours) EN SAISON SECHE CHAUDE



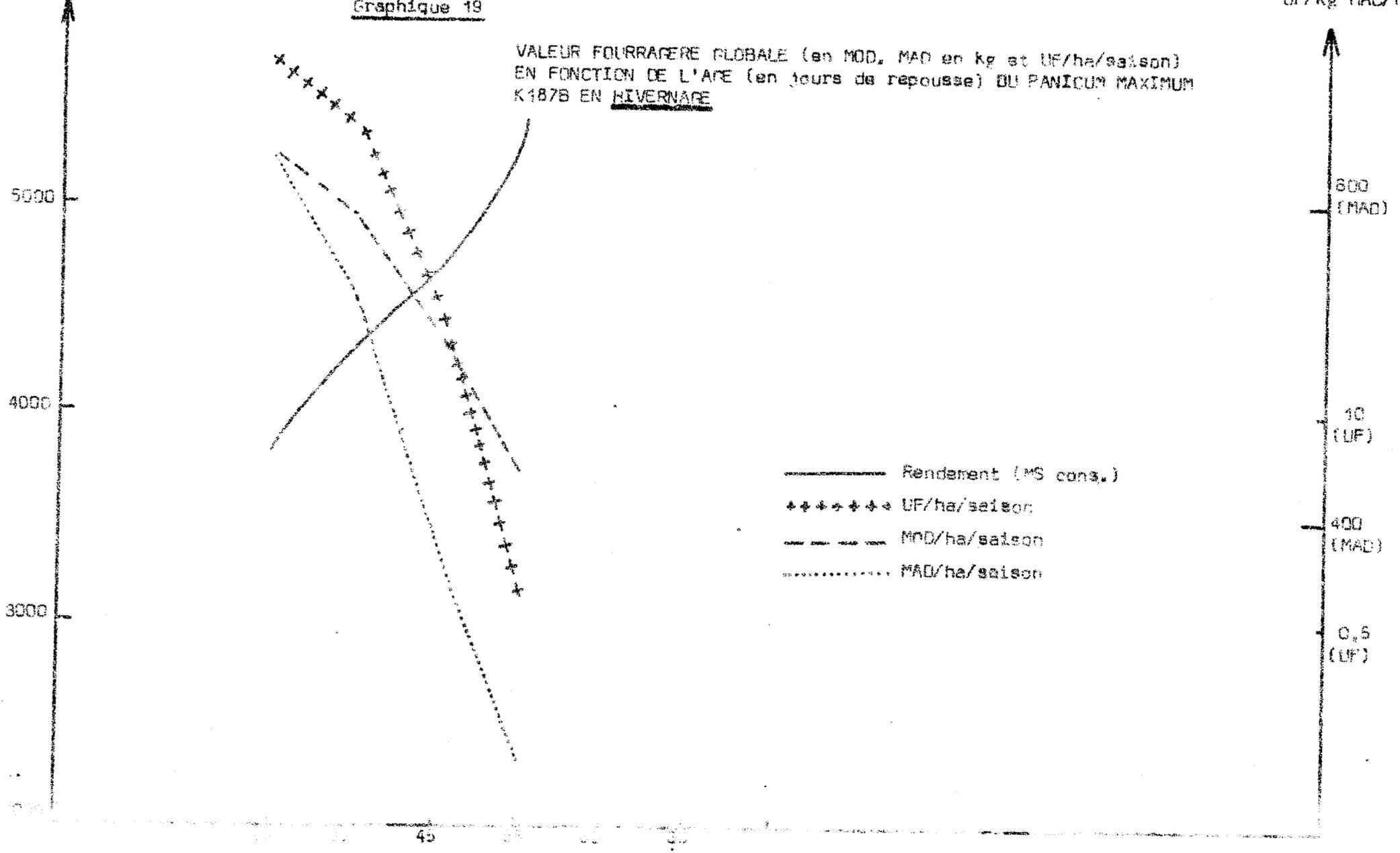
——— rendement MS/ha/saison en T. tonnes  
 - - - - - UF/ha/saison  
 ..... MAD/ha/saison en kg

200 MAD  
0,50 UF  
temps de reposse  
en jours

kg MOD /ha/saison  
UF

Graphique 19

VALEUR FOURRAGERE GLOBALE (en MOD, MAD en kg et UF/ha/saison)  
EN FONCTION DE L'AGE (en jours de repousse) DU PANICUM MAXIMUM  
K187B EN RIVERNAGE



MOD  
5000  
10 T  
15

PRODUCTION FOURRAGERE DE BRACHIARIA mutica  
( en MS, UF, MOD et MAD ) Saison sèche froide

4000  
8 T

———— Rendement MS/ha/ Saison en Tonnes  
..... MAD/ha / Saison en Kg  
----- MOD/ha / " " "  
+++++ UP/ ha / " " "

UF MAD  
4000 500

3000  
6 T

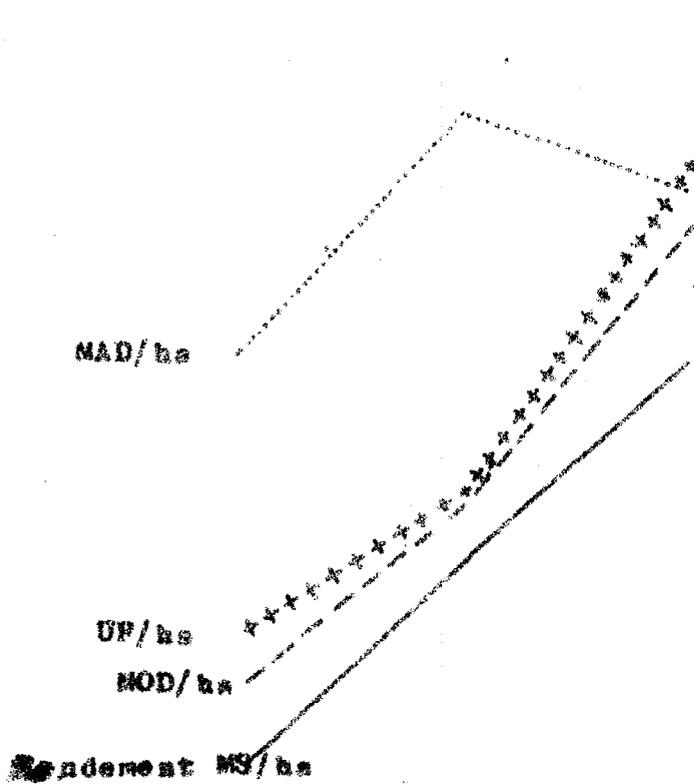
3000 375

2000  
4 T

2000 250

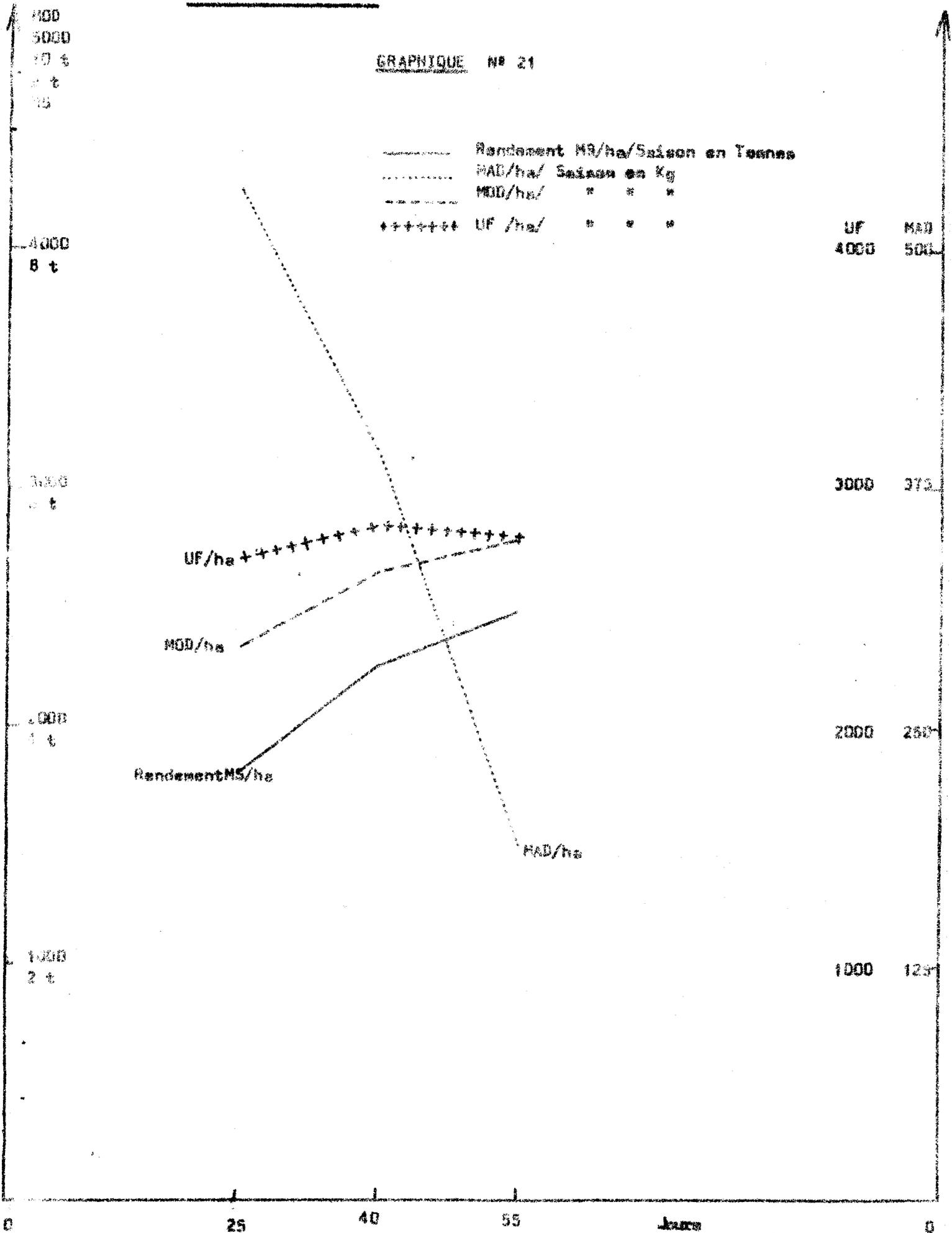
1000  
2 T

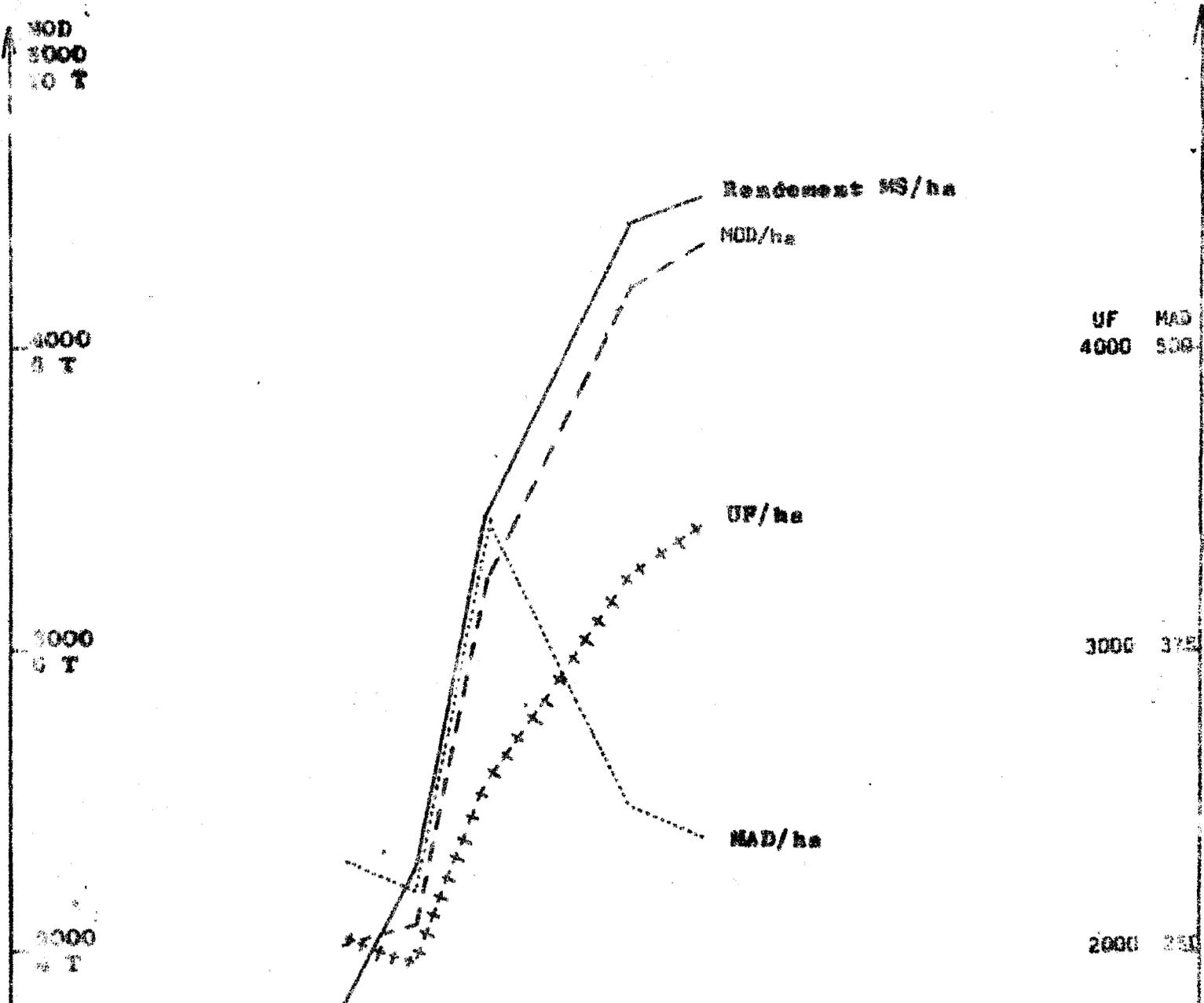
1000 125



PRODUCTION FOURRAGERE DE BRACHIARIA mutica  
Saison Sèche chaude ( MS, UF, MOD, MAD )

GRAPHIQUE N° 21





**PRODUCTION FOURRAGERE DE BRACHIARIA *arvensis***  
**HIVERNAGE ( MS, UF, MOD, MAD )**

2000	—————	Rendement MS/ha en Tonnees	1000	125
2 T	.....	MAD/ha / Saison en Kg		
	-----	MOD/ha/		
	+++++	UF/ha /		

#### IV - PREVISION DE LA VALEUR ALIMENTAIRE DES CULTURES FOURRAGERES

La connaissance de la valeur alimentaire des fourrages est indispensable pour établir des plans de rationnement des ruminants. Dans ce domaine, la méthode la meilleure est la méthode des digestibilités en cage sur moutons ; cette méthode est malheureusement longue, coûteuse et demande une préparation minutieuse tant pour la production des fourrages que pour les mesures expérimentales. C'est pourquoi de nombreux chercheurs ont mis au point des équations de régression liant les paramètres de la valeur alimentaire à certains paramètres de l'analyse chimique des aliments ou aux résultats des digestibilités in vivo selon la méthode de TILLEY et TERRY. Dans le cadre du programme ABT, nous avons tenté d'établir ce type d'équations.

Les variables intervenant dans ces calculs sont de 2 sortes : les variables dépendantes ou variables à expliquer qui sont les variables dont il faut prédire la valeur à partir de variables dites indépendantes, ou explicatives ou prédictrices.

Les variables dépendantes sont :

- dMO et MOD : variables utilisées pour les calculs de la valeur UF selon EREIREM
- dMA et MAD : variables utilisées pour les calculs de la valeur azotée ~~selon EREIREM~~
- MSVI et MODI : évaluation de l'ingestibilité (et calcul de la valeur alimentaire avec MOD et MAD).

Les MSVI et MODI, exprimées en g/kg de poids métabolique ont été obtenues sur des moutons peulh-peulh et ne sont pas directement applicables aux bovins. Une équation liant les consommations ovins - bovins est à mettre au point.

Les variables indépendantes sont :

- MAT, MAT<sup>2</sup>, CB, CB<sup>2</sup> de l'offert et des fécès
- ADF, Li, Li/ADF, Log (Li/ADF) de l'offert.

Les calculs statistiques ont été effectués par espèce végétale, toutes saisons confondues, avec la méthode de régression pas à pas. Les résultats sont rassemblés dans les tableaux 8 à 11. Les équations proposées dans ce tableau ont des coefficients de régression qui sont tous significatifs au moins au seuil de 5 %.

THE HISTORY OF THE UNITED STATES OF AMERICA

CHAPTER I. THE DISCOVERY OF AMERICA.

It is generally admitted that the first discovery of America was made by Christopher Columbus in 1492.

He sailed from Spain on the 3rd of September, and after a long and hazardous voyage, he discovered the continent of America on the 12th of October.

He named the island he discovered San Salvador, in honor of the King of Spain.

From that time, the discovery of America has been a subject of great interest to the world.

The discovery of America has opened a new era in the history of the world.

It has brought the different parts of the world into closer connection than ever before.

It has made the world a more united and civilized society.

It has given rise to a new system of commerce and industry.

It has made the world a more populous and more powerful nation.

It has made the world a more united and civilized society.

It has made the world a more united and civilized society.

It has made the world a more united and civilized society.

It has made the world a more united and civilized society.

It has made the world a more united and civilized society.

It has made the world a more united and civilized society.

It has made the world a more united and civilized society.

It has made the world a more united and civilized society.

It has made the world a more united and civilized society.

It has made the world a more united and civilized society.

It has made the world a more united and civilized society.

It has made the world a more united and civilized society.

It has made the world a more united and civilized society.

It has made the world a more united and civilized society.

Tableau 8 : *Panicum maximum*.

	N	Equations	R	SE
O F F E R T	46	$dMO = -0,525 CB_0 + 0,581 MAT_0 - 2,47 \cdot 10^{-3} MAT_0^2 + 6,8 \cdot 10^{-4} CB_0^2 + 129,6$	0,81	3,8
	46	$MSVI = -0,199 CB_0 + 130,3$	0,55	12,7
	46	$MAD = 0,930 MAT_0 - 22,1$	0,97	6,9
F E C E S	46	$dMO = 1,21 MAT_f - 5,76 \cdot 10^{-3} MAT_f^2 + 1,30$	0,70	4,5
	46	$MODI = 1,55 MAT_f - 1,80 CB_f + 2,41 \cdot 10^{-3} CB_f^2 - 8,97 \cdot 10^{-3} MAT_f^2 + 221,7$	0,67	7,3
	46	$MAD = 1,32 MAT_f - 45,0$	0,76	19,3

Tableau 9 : *Pennisetum purpureum*.

	N	Equations	R	SE
O F F E R T	27	$dMO = 0,114 MAT + 50,3$	0,55	6,1
	27	$MSVI = 1,51 \cdot 10^{-3} MAT_0^2 - 4,5 \cdot 10^{-4} CB_0^2 + 132,0$	0,53	11,2
	27	$MAD = 0,91 MAT_0 - 25,7$	0,98	7,9
F E C E S	27	$dMO = 0,201 MAT_f + 41,9$	0,53	6,2
	27	$MSVI = -1,29 \cdot 10^{-3} MAT_f^2 + 72,3$	0,41	13,8
	27	$MAD = 1,37 MAT_f - 69,0$	0,81	19,0

Le tableau 9 contient les équations toutes saisons confondues pour l'ensemble *Panicum 7 Pennisetum*.

Tableau 10: *Panicum maximum* + *Pennisetum purpureum*.

	N	Equations	R	SE
OFFERES	23	$MODI = -0,176 CB_0 + 5,7 \cdot 10^{-4} MAT_0^2 + 100,2$	0,55	-
	73	$MAD = 0,906 MAT_0 - 21,8$	0,97	7,4
	73	$MODI = 1,11 CB_f + 1,65 \cdot 10^{-3} CB_f^2 - 6,3 \cdot 10^3 MAT_f + 1,20 MAT_f + 161,5$	0,58	-
	73	$MAD = 1,122 MAT_f - 33,5$	0,73	20,7
OFFERT	65	$dMO = -0,8 \cdot 10^{-4} CB_0^2 + 0,259 MAT_0 - 0,342 \frac{Li}{ADF} - 8,6 \cdot 10^{-4} MAT^2 + 38,8 \log \frac{Li}{ADF} - 87,6$	0,77	-
	65	$MSVI = -119 \log (Li/ADF) + 0,794 Li/ADF - 0,232 CB_0 - 8,9 \cdot 10^{-4} MAT^2 + 623,7$	0,69	-
	65	$dMO = -10^{-4} CB_0^2 + 0,0757 MAT_0 + 67,6$	0,68	-
	65	$MODI = 13,3 \log (Li/ADF) - 0,147 CB_0 - 4,3 \cdot 10^{-4} MAT_0^2 + 154,0$	0,70	-

Tableau 11: *Brachiaria mutica*.

	N	Equations	R	SE
O F F E R T	17	$dMO = - 0,106 ADF_o + 102,3$	0,72	4,8
	17	$MSVI = - 0,214 ADF_o + 143,2$	0,85	6,1
	17	$MODI = - 0,165 ADF_o + 96,9$	0,80	5,8
	17	$MAD = 1,021 MAT_o - 31$	0,97	9,6
F E C E S	17	$dMO = - 0,112 ADF_f + 93,9$	0,70	4,9
	17	$MSVI = - 1,579 CE_f + 0,00229 CE_f^2 + 322,8$	0,90	5,3
	17	$MSVI = - 0,230 CE_f + 127,5$	0,85	6,1
	17	$MOD = - 0,875 CB_f + 795$	0,67	42
	17	$MODI = - 0,179 CE_f + 85,4$	0,80	5,7

Unités : dMO exprimé en %

MOD et MAD exprimées en g/kg de produit sec

MSVI et MODI exprimé en g/kg de poids métabolique

$MAT_o$ ,  $MAT_f$ ,  $CB_o$ ,  $CB_f$ , Li,  $ADF_o$ ,  $ADF_f$  exprimés en g/kg de produit sec.

L'étude de ces équations montre que dans la majorité des cas, les paramètres de l'analyse chimique de l'offert donnent de meilleures corrélations que ceux des fécès. La prévision n'est pas excellente sauf pour les MAD où l'on trouve la classique corrélation  $MAD = f(MAT_0)$ . Les équations obtenues pour MAD ont été confrontées entre elles et avec l'équation de l'INRA :  $MAD = MAT - 45$ . Les 4 droites sont reproduites sur le graphique n° 23. On constate que la droite INRA est placée au dessous des droites des 3 fourrages étudiés au Sénégal ; pratiquement ceci signifie que l'équation INRA donne une estimation plus faible des MAD et ceci d'autant plus que les MAT sont elles-mêmes faibles. Il serait intéressant de savoir s'il est statistiquement possible de confondre les équations  $MAD = f(MAT)$  pour les fourrages de Sangalkam.

Pour les équations de prévision de  $dMS_{vivo}$  et  $dMO_{vivo}$  à partir des résultats des digestibilités in vitro selon TILLEY et TERRY, il faut se reporter à la note "résultats obtenus en digestibilité in vitro".

#### V - SUITE A PREVOIR - CONCLUSION

3 espèces végétales ont été étudiées au LNERV et l'étude d'autres espèces ou variétés pourrait être envisagée ; parmi celles-ci nous citerons celles recommandées par le rapport de CHENOST et RICHARD "évaluation des programmes de recherche en alimentation animale" à savoir :

- pour les graminées : *Panicum maximum* C1, sorghos fourragers, *Andropogon gayanus*
- pour les légumineuses : 2 *Centrosema* et 2 *Stylosanthes*.

Une étude parallèle des foins pourrait être poursuivie car les foins sont une possibilité d'utiliser en saison sèche le surplus de fourrages produit en hivernage.

Dans l'immédiat, un important travail statistique et informatique reste à effectuer. En effet, les digestibilités concernant *Panicum* et *Pennisetum* ont été calculées par F. de ROCHAMBEAU il y a 18 mois à une époque où les programmes BASIC de traitement des digestibilités n'étaient qu'à l'état

embryonnaire tant et si bien que les données concernant la valeur alimentaire de *Panicum* et *Pennisetum* ne sont pas stockées sur disquette. Ce travail sera réalisé de mars à mai. Ensuite il faudrait essayer de regrouper les 3 fourrages mais en séparant l'ensemble saison par saison pour en constater l'éventuel impact sur la prévision des équations de la valeur alimentaire.

LISTE DES ABBREVIATIONS ET DES UNITES UTILISEES

- HIV : HIVERNAGE  
SSF : saison sèche froide  
SSC : saison sèche chaude  
dMS : coefficient de digestibilité de la matière sèche (en p.100)  
dMO : coefficient de digestibilité de la matière organique (en p.100)  
MS : matière sèche *en g/kg BAUT*  
MO : matière organique  
MA : matière azotée  
CB : cellulose brute *en g/kg SEC*  
MG : matière grasse  
ENA : extractif non azoté  
NDF : "neutral detergent fiber" *O = OFFERT*  
ADF : "acid detergent fiber" *F = FECIES*  
Li : lignine  
MOD : matière organique digestible (en p/kg sec)  
MAD : matière azotée digestible (en g/kg sec)  
MSVI : matière sèche volontairement ingérée (en g/kg de poids métabolique)  
MODI : matière organique digestible ingérée  
UF : unité fourragère (selon LEROY ou PREIREM)  
LNERV : Laboratoire national de l'Élevage et de Recherches vétérinaires de DAKAR  
IEMVT : Institut d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux (MAISONS-ALFORT).