

2 V 00000 83

Exemplaire unique

RIB OK

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

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

DEPARTEMENT DE RECHERCHES SUR CES
PRODUCTION ET LA SANTE ANIMALES

LABORATOIRE NATIONAL DE L'ELEVAGE
E T DE RECHERCHES VETERINAIRES
B.F. 2057
DAKAR - HANN

83

SYNTHESE DES RECHERCHES EFFECTUEES
DE 1980 A 1989 PAR LE SERVICE DES
CULTURES FOURRAGERES SUR

Panicum maximum

par Alain OURRY

Réf N° 008/CF
MARS 1989

1. INTRODUCTION

Depuis presque 10 ans, l'équipe du service des Cultures Fourragères du L.N.E.R.V. a entrepris un nombre important de recherches à la station de Sangalkam. sur la graminée tropicale à haut rendement : *Panicum maximum*. Devant une telle quantité de résultats dont peu ont été publiés, il était important d'en établir une synthèse qui puisse être utilisée comme outil de travail pour la rédaction de nouveaux articles synthétiques mais aussi afin de définir plus précisément les nouveaux axes de recherches à entreprendre.

Dès 1977, la production fourragère sur les grandes parcelles de la ferme de Sangalkam. était essentiellement assurée par 2 cultivars de *Panicum maximum* (S 5601 et K187b). Tout d'abord réservés à l'affouragement de vaches laitières à haut rendement, ces 2 cultivars et en particulier K187b n'ont fait l'objet de recherches qu'en 1980, à l'initiative de G. ROBERGE.

Le cultivar K187b a donc été utilisé pour la réalisation de courbe de **croissance** au cours des différentes saisons et pour différentes fertilisations azotées. Cette étude permettait, d'une part d'établir la répartition saisonnière de la production, les rythmes optimaux d'exploitation, mais aussi d'estimer les exportations des principaux éléments minéraux tels que azote, potassium, phosphore et calcium. L'ensemble des résultats permet donc de définir un rythme d'exploitation annuel optimal accompagnée d'une fertilisation adéquate autorisant une production maximale de matière sèche (sans considération de la valeur alimentaire).

De 1983 à 1984, 2 nouveaux cultivars (T58 et C1) étaient testés en condition d'exploitation **semi-intensive** en comparaison avec K187b, ce qui a permis de réaliser un bilan prévisionnel de la production annuelle et d'établir les caractéristiques d'une gestion optimale de cette graminée dans les conditions requises par une culture irriguée semi-intensive. Cette étude a montré d'autre part l'intérêt du cultivar C1, ce qui a conduit à son implantation au niveau des grandes parcelles de la ferme expérimentale de Sangalkam.

Provenant en 1983 de Côte d'Ivoire, une collection de 80 clones de *Panicum maximum* a été implantée à la ferme expérimentale de Sangalkam. Son étude réalisée en collaboration avec l'O.R.S.T.O.M. durant les années 1984 & 1985 avait pour objectif de retenir entre 5 et 10 futurs parents d'hybrides. Ne seront présentés dans ce rapport que les clones ayant eus les meilleures performances.

De ce qui précède, il est apparu nécessaire de tester les variétés performantes dans des conditions d'exploitation moins intensive. Les **études variétales** ont donc été poursuivies de 1985 à 1988, et ont portées en particulier sur des cultivars réputés à haute production grainière, provenant de la station O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé en Côte d'Ivoire. Tous ces cultivars ont été étudiés au cours de 2 expérimentations

faisant intervenir une exploitation de type semi-intensif en ce qui concerne l'apport d'eau et d'engrais minéraux.

Enfin, l'ensemble de ces résultats montrant entre autre, l'importance d'une fertilisation azotée nécessaire pour obtenir une production rentable de matière sèche, nous avons en collaboration avec le centre I.N.R.A. d'Angers, réalisé en 1988, une étude du coefficient **réel** d'utilisation d'un engrais azoté, apporté sous forme de $(^{15}\text{NO}_3)\text{Ca}$ au cours de la saison sèche chaude et lors de la saison des pluies 1988. Ces derniers résultats feront l'objet d'un rapport complémentaire.

2. MATERIELS ET METHODES COMMUNS A L'ENSEMBLE DES ESSAIS

Commune à la majorité des essais. L'irrigation par aspersion, calculée en fonction des composantes climatiques, définies par BOYER et GROUZIS (1977) et de l'ETP estimée par la méthode dite du bac corrigé (BOYER et ROBERGE, 1985) était de 4 mm par jour d'août à mars et de 5 mm par jour d'avril à juillet.

Les analyses bromatologiques sont effectuées sur des échantillons de matériel végétal séché à l'étuve à 70°C pendant au minimum 48 heures. Les teneurs en azote sont déterminées par la méthode de Kjeldahl, le phosphore et le potassium sont dosés par photométrie et le calcium par spectrométrie d'absorption atomique.

3. RESULTATS

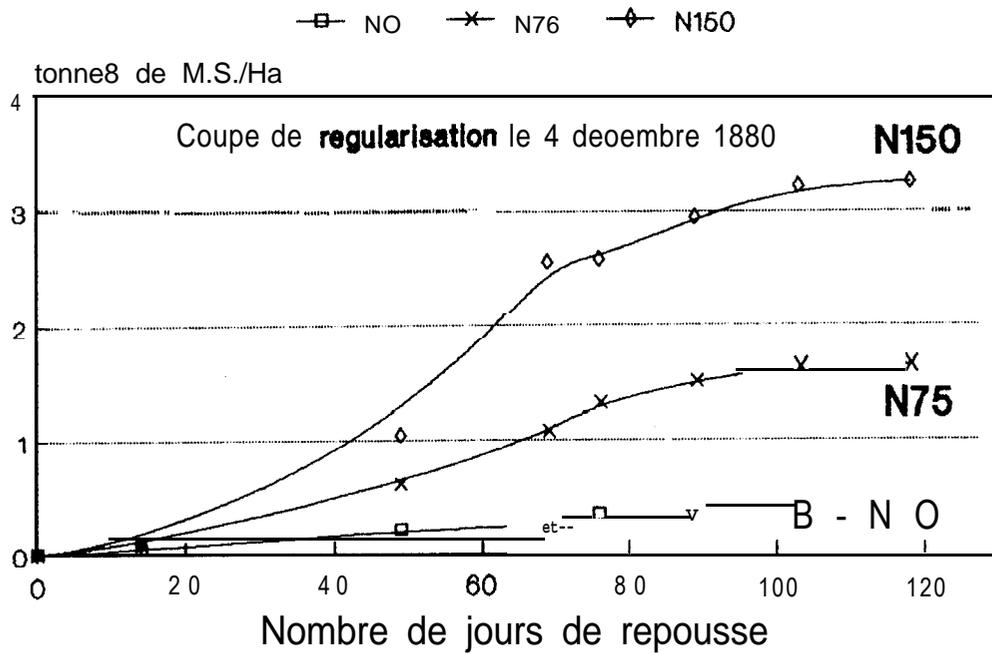
A. COURBES DE CROISSANCE DU CULTIVAR K187b

L'étude des courbes de croissance est réalisée sur du *Panicum maximum* cv K187b, implanté en 1978 par éclatement de souches et repiquage (écartement 25 x 25 cm² sur un sol de Niayes. Après une coupe de régularisation à 12 cm du sol, une fertilisation théoriquement non limitante en phosphore et potassium (75 et 150 unités respectivement) est apportée sous forme de P_2O_5 et K_2O . L'azote est apportée sous forme de sulfate d'ammonium à raison de 0, 75 ou 150 Kg N.ha⁻¹. Les récoltes de feuilles (6 parcelles de 11,2 m² récoltées par traitement) ont lieu à différents stades de repousse. Le matériel vert est mis à sécher à 70°C pour détermination de la matière sèche, puis utilisé pour les analyses bromatologiques.

A.1. Production de matière sèche

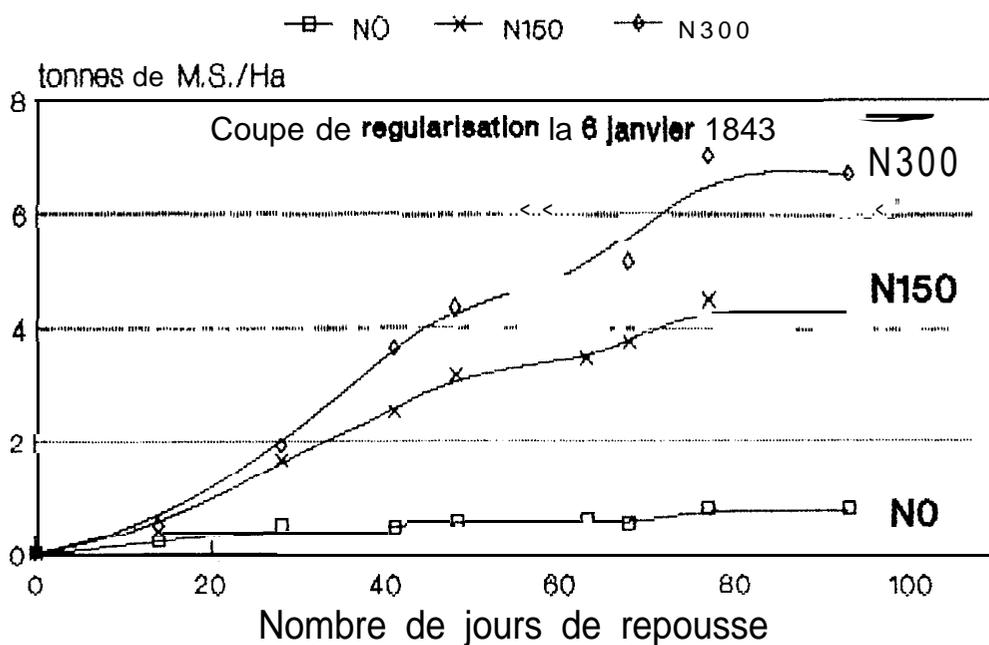
De Novembre à mars, c'est à dire en saison sèche froide (température minimale moyenne de 15°C), la croissance du *Panicum maximum* est faible, elle est même quasiment nulle si aucune fertilisation azotée n'est apportée (traitement NO,

FIG. 1 : Courbe de croissance de saison froide
 Panicum maximum cv **K187b**
 19804981



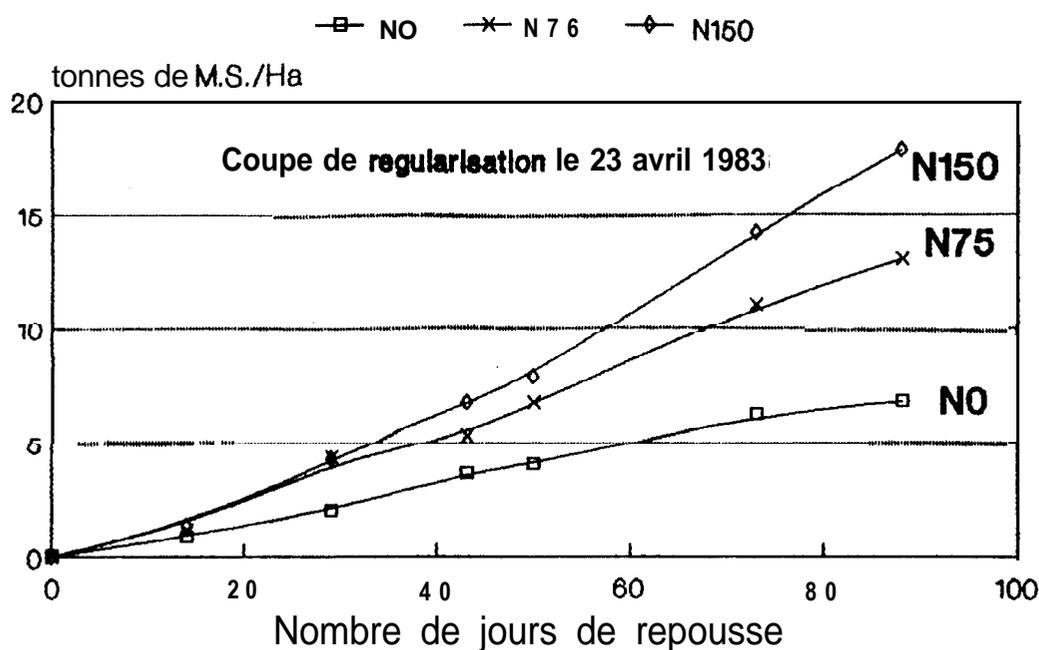
ISRA/CF/1988

FIG. 2 Courbe de croissance de saison froide
 Panicum maximum cv **K187b**
 1983



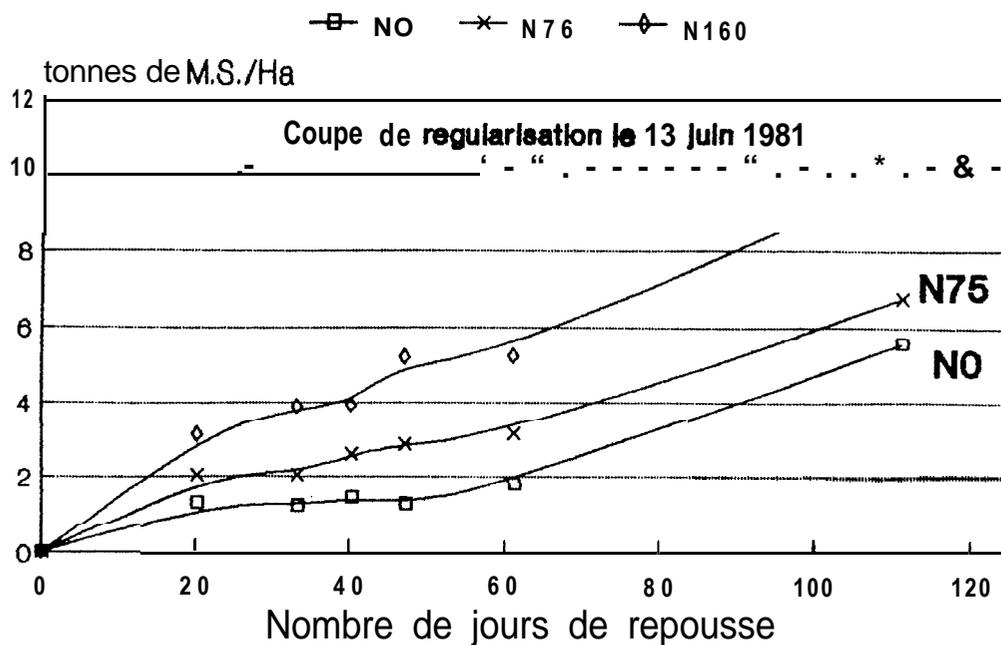
ISRA/CF/1988

FIG. 3 Courbe de croissance de saison chaude
 Panicum maximum cv **K187b**
 1983



ISRA/CF/1988

FIG. 4 Courbe de croissance de saison
 des pluies. Panicum maximum **K187b**
 1980-1981



ISRA/CF/1988

figure 1 et 2). En terme de croissance journalière, la production diminue au delà de 50 à 60 jours quelque que soit la fertilisation apportée (figure 1 et 2). La réponse à une fertilisation azotée est hautement significative quelque soit l'apport d'azote. Une dose d'azote de 300 Kg.ha⁻¹ permet une augmentation de production supplémentaire de 1 tonne de matière sèche par rapport à un apport de 150 unités d'azote (figure 2). Avec 150 unités d'azote, on ne peut attendre qu'une production de 3 à 4 tonnes de matière sèche en 2 mois. **Il en résulte qu'en absence d'une forte fertilisation azotée, il est inutile d'exploiter et donc d'irriguer une parcelle de *Panicum maximum* en saison sèche fraîche.** On peut de même s'interroger sur la rentabilité d'une exploitation accompagnée d'une importante fumure azotée.

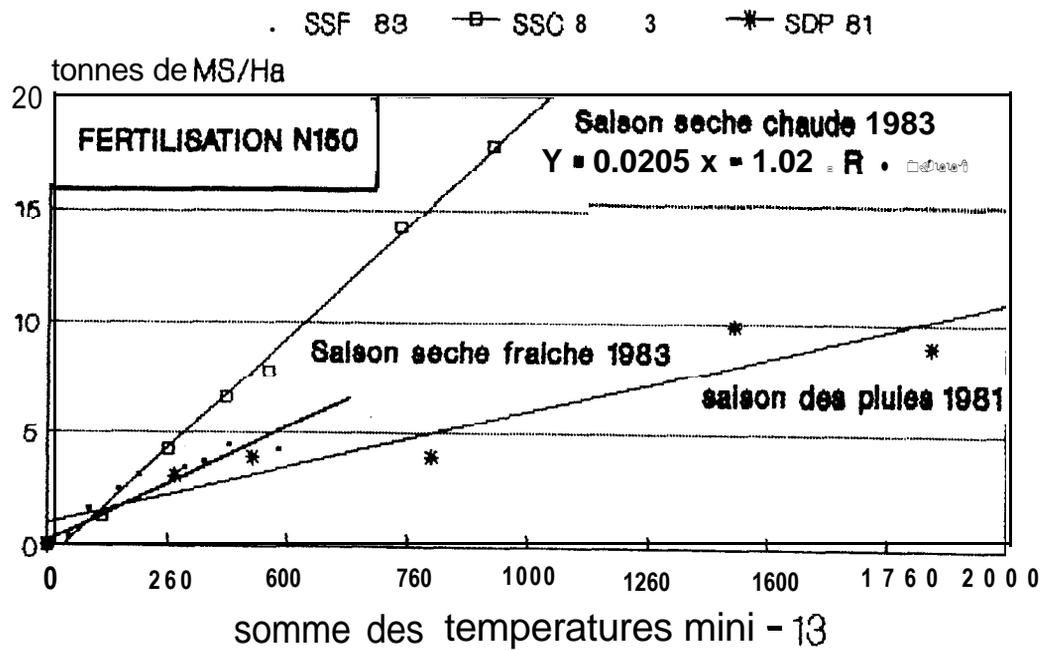
D'avril à juillet (saison sèche chaude, température minimale moyenne supérieure à 20 °C), le rendement en matière sèche est particulièrement important (figure 3) et suit **Une** progression linéaire. La production journalière de matière sèche est d'environ 75 Kg.ha⁻¹, 150 Kg.ha⁻¹ et de 200 kg.ha⁻¹ respectivement pour les fertilisations azotées de 0, 75 et 150 Kg.ha⁻¹. Sans apport d'azote, la production en 60 jours est de 5 tonnes par hectare,, c'est à dire supérieure a celle obtenue avec 300 unités d'azote en saison sèche fraîche (figure 2). La production de MS obtenue avec N75 est à tout moment supérieure à celle du traitement NO. Enfin la différence de production entre N75 et N150 (figure 3), n'est significative qu'au delà de 50 jours de repousse, c'est à dire pour une production de matière sèche supérieure à 7.5 t.ha⁻¹. **Les traitements N75 et N150 autorisent une production mensuelle moyenne de 5 tonnes de matière sèche par hectare durant la saison sèche chaude.**

De juillet à octobre (saison des pluies, température minimale moyenne supérieure à 25°C) la production de matière sèche n'excède pas 6 tonnes par hectare en 60 jours avec un apport de 150 unités d'azote (figure 4). Quelque soit la durée de la repousse, l'augmentation de la fertilisation azotée se traduit par une production de matière sèche plus élevée (figure 4). Le taux de croissance journalier est relativement variable pour tous les traitements azotés atteignant même des **valeurs négatives** au delà de 120 jours de repousse (sénescence foliaire importante). Lors des 100 premiers jours de repousse, les valeurs mesurées oscillent de 20 à 76 Kg MS.ha⁻¹.jour⁻¹ pour NO, de 20 à 100 Kg.MS.ha⁻¹.jour⁻¹ pour N75 et de 60 à 180 Kg MS.ha⁻¹.jour⁻¹ pour N150. L'irrégularité de la croissance durant cette saison peut provenir de nombreux facteurs et notamment du développement reproducteur observe au delà de 65 jours de repousse qui se traduit par une augmentation de la production journalière.

A.2 Rôle des facteurs thermiques et photopériodiques sur la production de matière sèche

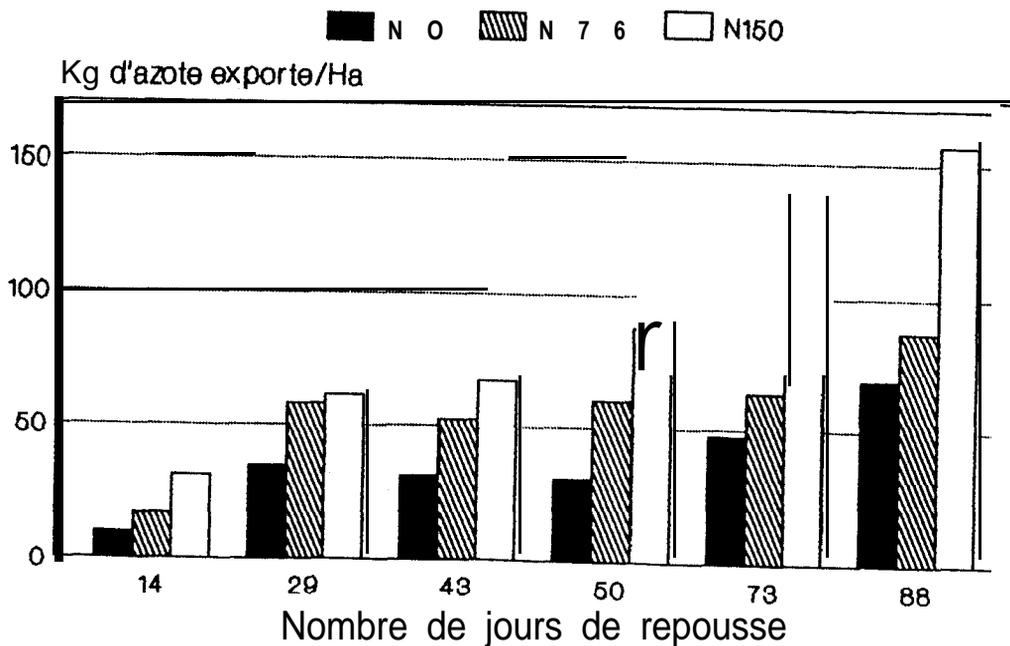
L'étude des courbes de croissance met en évidence une faible production lors de la saison sèche fraîche, qui semble résulter en partie des températures minimales trop basses. La

FIG. 5 Correlation entre production de M.S. et somme des temperatures minimales - 13
Panicum maximum cv K187b



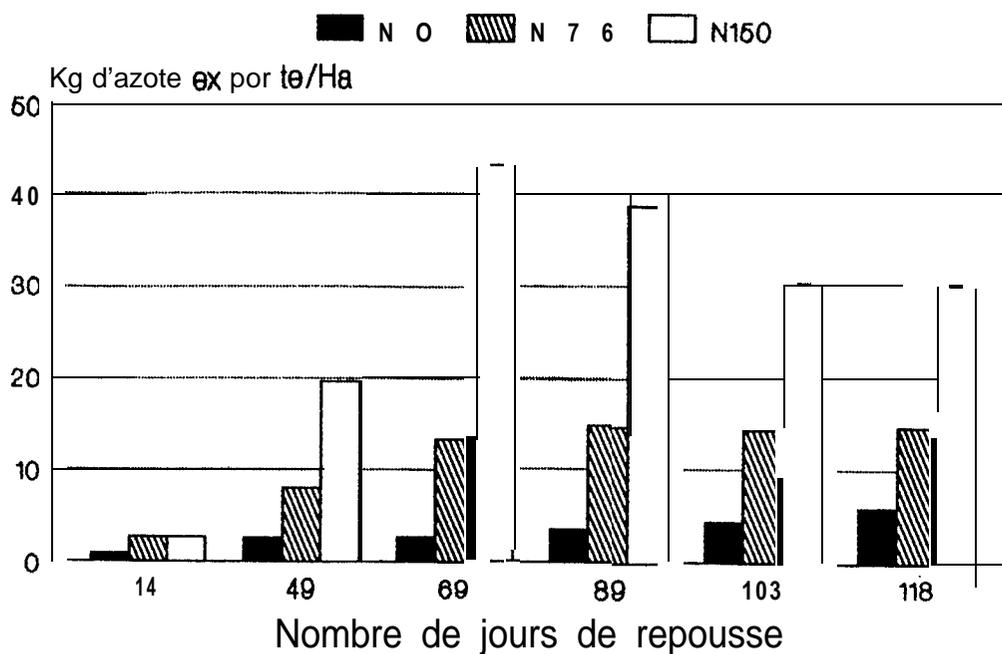
ISRA/CF/1988

FIG. 6 Exportation d'azote en saison seche chaude 1983
Panicum maximum cv K187b



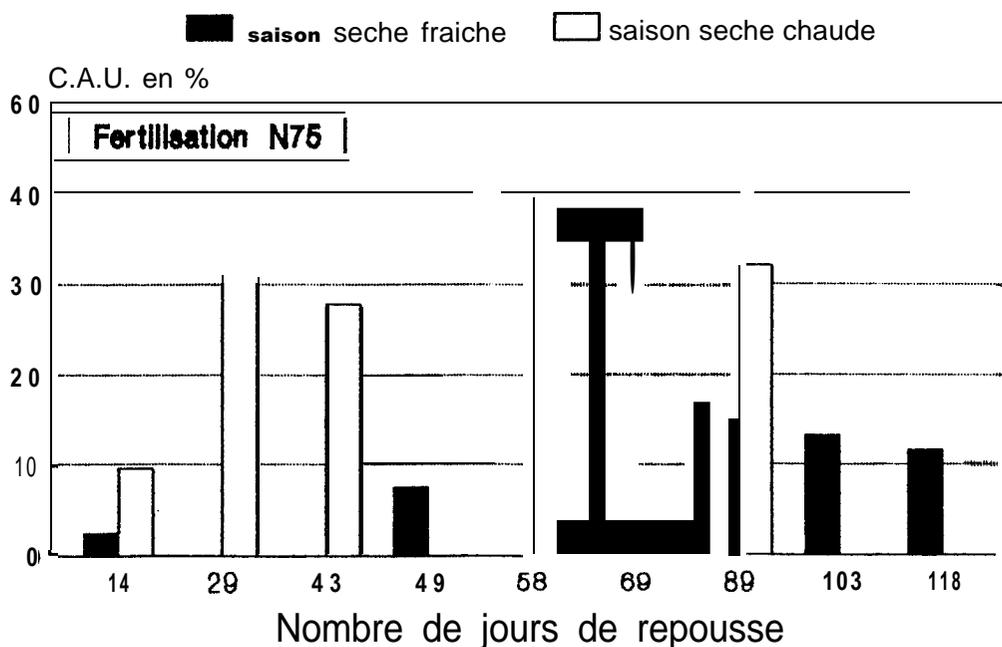
ISRA/CF/1988

FIG. 7 | Exportation d'azote en saison **seche**
fraiche 19804981
Panicum maximum cv K187b



ISRA/CF/1988

FIG. 8 | Coefficient apparent d'utilisation
de l'engrais azote par
Panicum maximum cv K187b



ISRA/CF/1988

recherche d'une corrélation entre la somme des températures minimale - 13°C et la production de matière sèche (voir PERROT, 1987) obtenue pour une fertilisation azotée élevée (N150, figure 5) montre que :

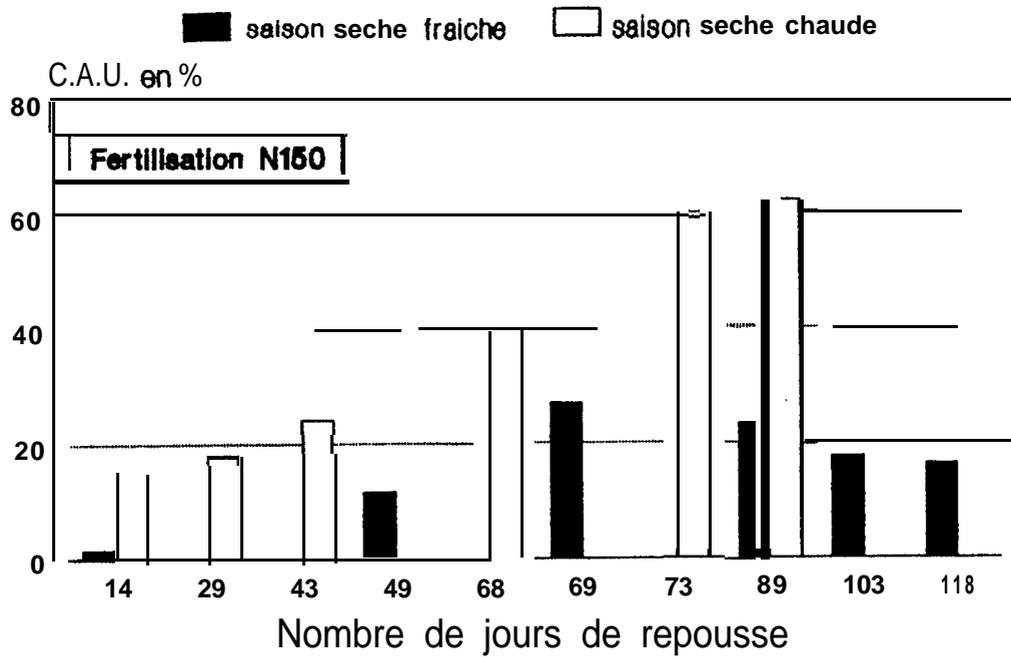
- durant la saison sèche chaude, il existe une corrélation linéaire hautement significative.
- la pente des droites de régression linéaire obtenue est la plus élevée en saison sèche chaude. La production au cours des 2 autres saisons subit donc l'influence d'autres facteurs limitants.
- pour atteindre une somme de températures minimale - 13°C d'environ 500, il faut plus de 90 jours en saison sèche fraîche, 52 jours en saison sèche chaude et moins de 40 jours en saison des pluies. ce qui montre de façon très claire que la production en **saison sèche fraîche est limitée** par des **températures trop basses**. L'effet des températures basses sur la production peut s'expliquer entre autre⁶ par une diminution des synthèses carbonées (WEST, 1970) et une chute de l'absorption active racinaire. L'absorption racinaire en période fraîche, pourrait ne faire intervenir majoritairement que des **mécanismes de type passif** ce qui expliquerait clairement l'importance d'une fertilisation azotée.

Il a été montré que le *Panicum maximum* (WANG, 1961) lors d'une photopériode courte 8 une floraison écourtée, alors qu'une photopériode plus longue favorise une floraison plus étalée, accompagnée d'une croissance végétative plus forte. Au Sénégal, la longueur du jour oscille de 10h19 à la mi-janvier à 13h 42 à la mi-juin. L'action stimulatrice d'une photopériode croissante doit donc se manifester durant la saison sèche chaude et secondairement au cours de la saison des pluies durant laquelle la durée du jour reste importante.

A.3 Exportations minérales

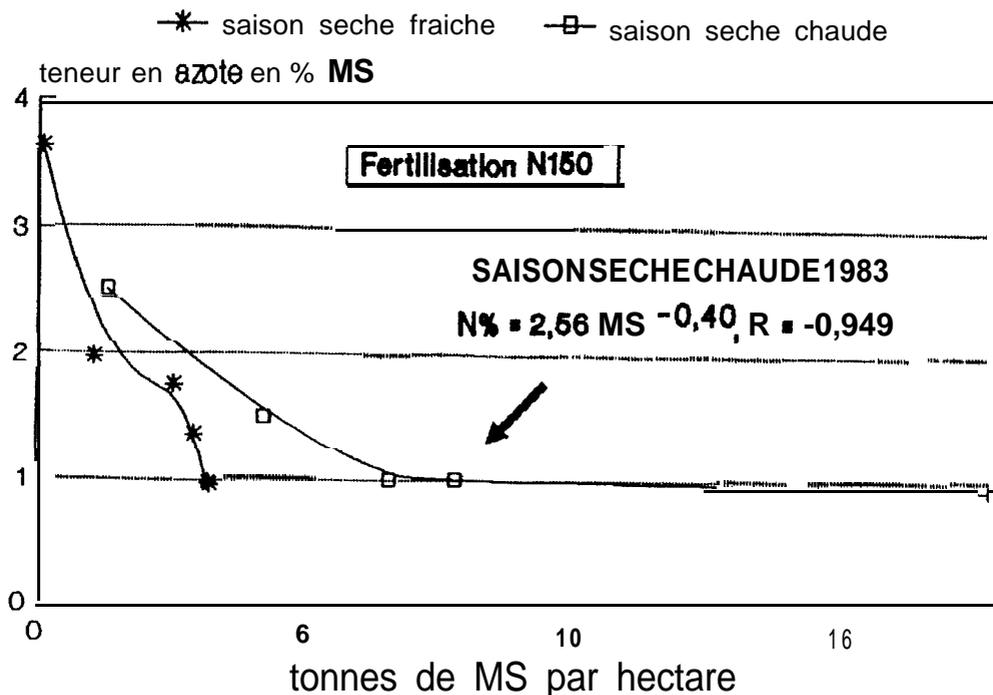
Les figures 6 et 7 donnent les quantités d'azote exportées par hectare au cours des 2 saisons sèches. Sans fertilisation azotée (traitement N0), l'exportation d'azote 8 partir du sol **est très** faible en saison froide (maximum de 7 kg N.ha⁻¹) **alors** qu'elle atteint **plus** de 60 kg N.ha⁻¹ durant la **saison sèche** chaude (figure 7). Ce même phénomène avait déjà été mis en évidence chez une graminée tropicale : *Brachiaria mutica*, (MANDRET, OURRY et ROBERGE, 1989). Il est tout à fait probable que l'azote du sol soit disponible pour la plante en quantité plus importante durant la période chaude grâce à l'effet bénéfique des **température élevées** sur les processus de minéralisation (RERNHARD-REVERSAT, 1980). De façon similaire, l'exportation d'azote en présence d'une fertilisation azotée est toujours plus forte en saison sèche chaude (figure 7) qu'en saison froide (figure 6). Une autre hypothèse concerne l'effet des températures basses de la saison froide sur la réduction des **mécanismes actifs** d'absorption racinaire de l'azote. Le coefficient apparent d'utilisation de l'engrais azoté (**figures 8 et 9**) qui traduit l'incidence **économique** de la **fertilisation** est **extrêmement** faible durant la **saison sèche** froide (10 à 25 %, figures 8 et 9). **alors** qu'il **dépasse** 40 à 50 % durant la saison **sèche** chaude.

FIG. 9 Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais azote par *Panicum maximum* cv **K187b**



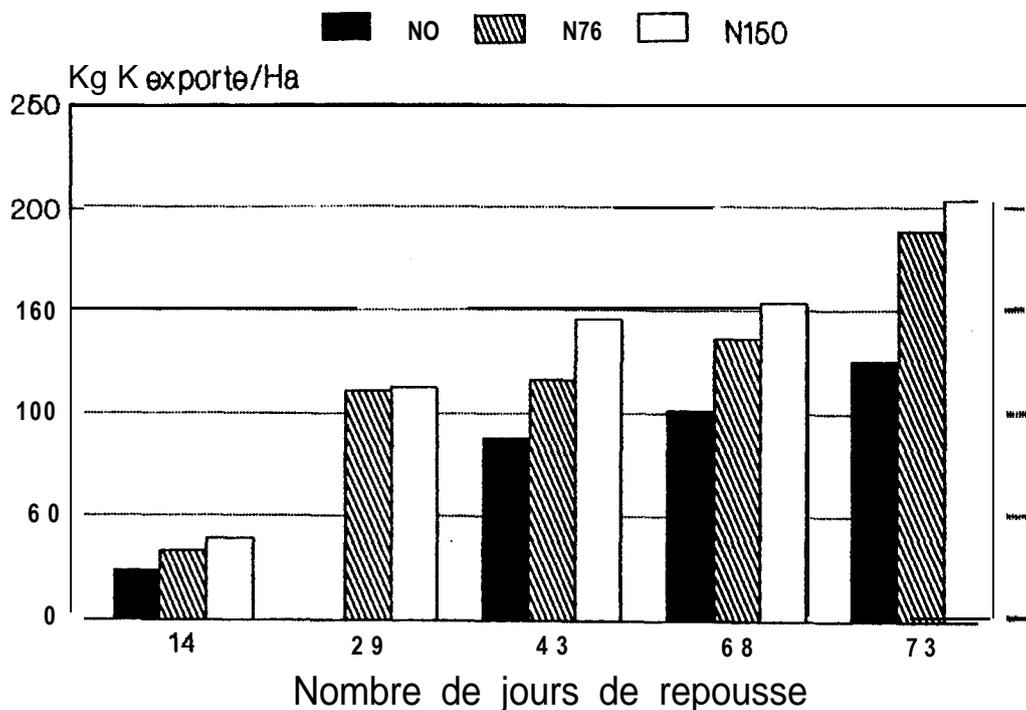
ISRA/CF/1988

FIG. 10 Dilution de l'azote dans la MS foliaire *Panicum maximum* cv **K187b**



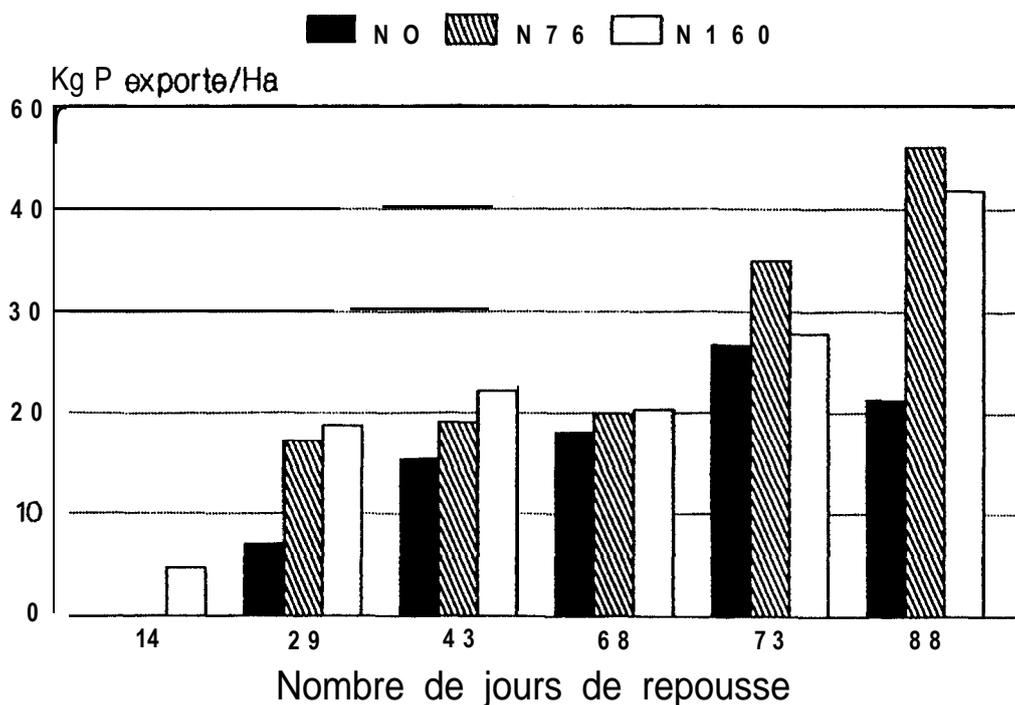
ISRA/CF/1988

FIG. 11 Exportation de potassium en saison seche
chaude par Panicum maximum cv K187b



ISRA/CF/1988

FIG. 12 Exportation de phosphore en saison seche
chaude par Panicum maximum cv K187b



ISRA/CF/1988

La dilution de l'azote dans la matière sèche suit une évolution exponentielle (figure 10) caractéristique et jusque là bien connue pour les graminées des régions tempérées (SALETTE et LEMAIRE, 1981). Au cours des différentes saisons et pour les différents niveaux de fertilisation, nous obtenons les régressions suivantes entre la teneur en azote (N% : exprime en % de la matière sèche) et la production de matière sèche (MS : en t MS.ha⁻¹) :

- Saison sèche froide :

NO N% = 0,76 MS-0135 , R = -0,97, n = 6
 N75 N% = 1,23 MS-0,41 , R = -0,97, n = 6
 N150 N% = 1,78 MS-0331 . R = -0,89, n = 6

- Saison sèche chaude :

NO N% = 1,38 MS-0,25 , R = -0,63, n = 6
 N75 N% = 1,84 MS-0,38 , R = -0,89, n = 6
 N150 N% = 2,56 MS-0140 , R = -0,96, n = 6

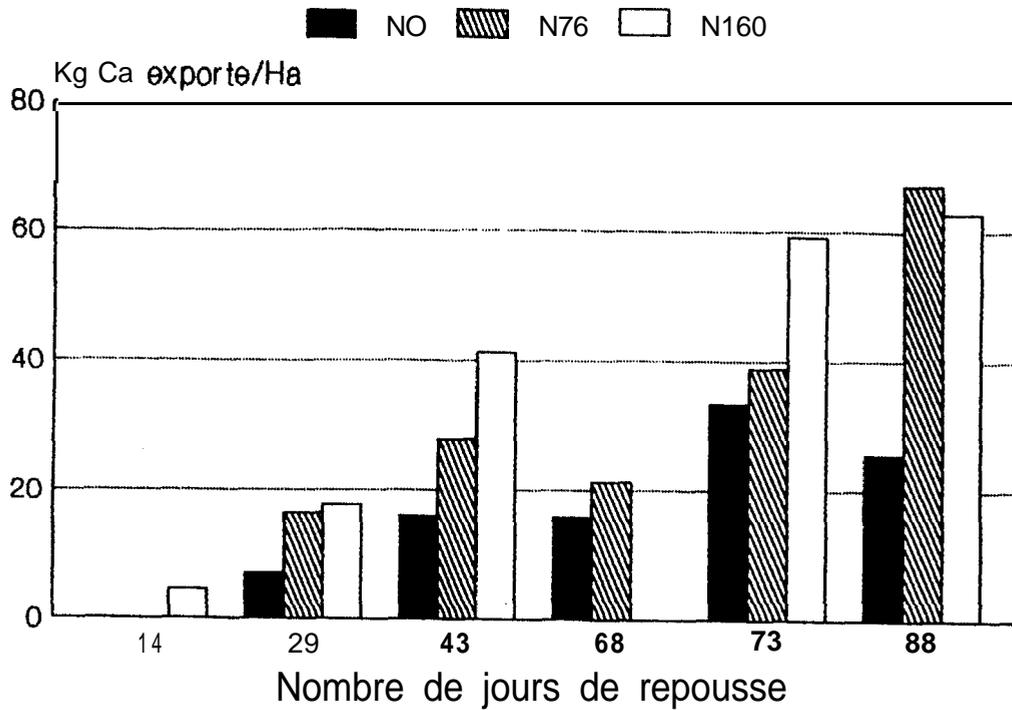
- Saison de pluie :

NO N% = 1,05 MS-0,45 , R = -0,60, n = 5
 N75 N% = 1,71 MS-0,74 , R = -0,71, n = 5
 N150 N% = 7,92 MS-1327 , R = -0,97, n = 5

A titre d'exemple, la figure 10 montre qu'il existe une dilution beaucoup plus forte et plus rapide de l'azote durant la saison sèche froide et la saison des pluies (Cf équations). Ceci montre une nouvelle fois que la production en saison sèche chaude jouit d'un statut azote beaucoup plus favorable. Il est par contre difficile d'interpréter les résultats obtenus en saison des pluies, mais on peut envisager un rôle négatif des fortes pluies sur le lessivage de l'azote du sol et de l'engrais, ou encore un effet inhibiteur d'un excès d'eau sur les phénomènes de minéralisation. Paradoxalement, nous avons observé chez *Brachiaria mutica*, une meilleure utilisation de l'azote du sol et de l'engrais au cours de la saison des pluies (MANDRET, OURRY et ROBERGE, 1989), cette différence de comportement pourrait être liée à l'espèce, ce qui de toute façon mériterait des études complémentaires.

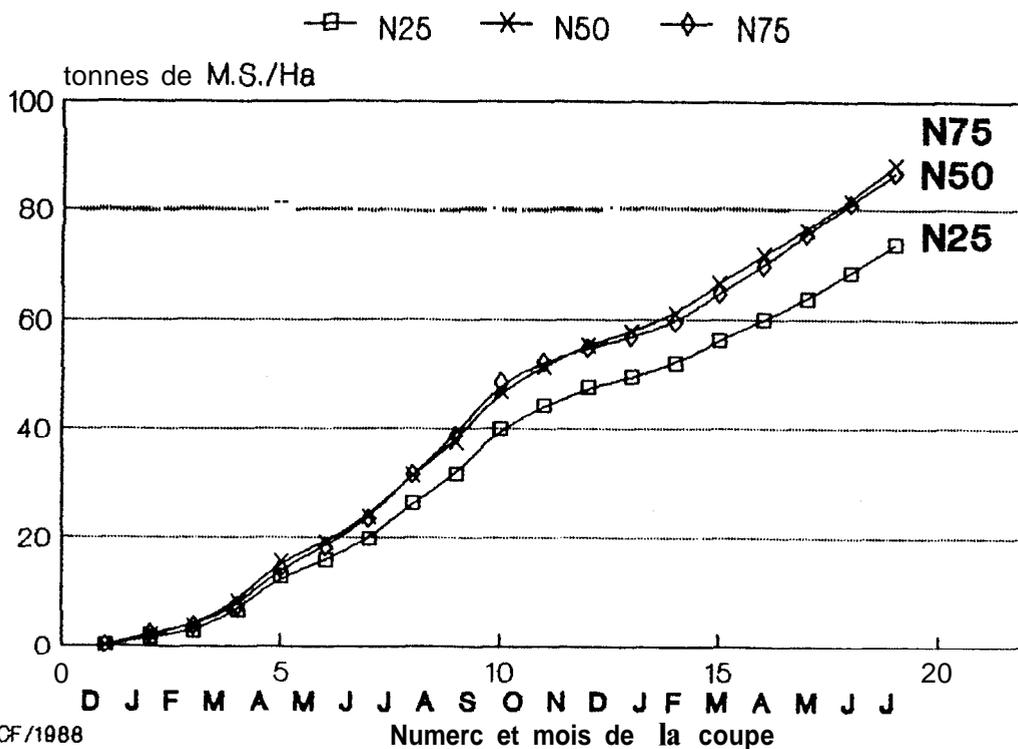
Les exportations de potassium et de phosphore qui ont été estimées au cours de la saison sèche chaude, c'est à dire durant la période de production la plus forte (figures 11 et 12) montre que la fertilisation 0-75-150 ne semble pas être limitante. En 60 jours de repousse, 150 Kg.ha⁻¹ de K⁺ et 20 Kg.ha⁻¹ de phosphore sont exportés au maximum (traitement N150, figure 11 et 12). Dans le cadre d'une exploitation par coupe, avec un intervalle de repousse inférieur à 60 jours, il est donc possible de réduire la fumure phosphorique à moins de 25 unités par coupe et par hectare. Quant aux exportations de calcium, elles sont relativement élevées et atteignent un maximum de 40 à 60 Kg.ha⁻¹ (figure 13).

FIG. 13 Exportation de calcium en saison **seche** chaude par **Panicum maximum** cv **K187b**



ISRA/CF/1988

FIG. 14 Production **cumulee** de MS **Panicum maximum** cv **Cl**



ISRA/CF/1988

A.4 Conclusions

L'ensemble de ces résultats nous permet en premier lieu d'estimer un rythme optimal d'exploitation pour une production maximale de matière sèche (c'est à dire sans tenir compte de la valeur alimentaire), en estimant la fertilisation N-P-K la plus adéquate. Les recherches de Richard (1987) sur la valeur alimentaire du *Panicum maximum* cv K187b montre que :

la composition chimique en saison sèche froide est relativement stable et reste proche de celle de repousses âgées de 3-4 semaines en saison chaude. Seule la teneur en cellulose estimée par la méthode de VAN SOEST augmente régulièrement entre 20 et 70 jours de repousse.

- durant la saison sèche chaude, les teneurs en lignine et en cellulose augmentent régulièrement au delà de 20 jours de repousse, alors qu'il n'existe pas de variation significative de la teneur en hémicellulose.

En système intensif, l'exploitation et la fertilisation au cours de l'année pourraient être les suivantes :

* de novembre à mars :

- coupe tous les 60 jours
- fertilisation N-P-K de 150-25-75 par coupe
- production de 2,5 tonnes de MS.ha⁻¹.coupe⁻¹
- irrigation 4mm.jour⁻¹ soit 2400 m³.ha⁻¹.coupe⁻¹

* d'avril à juillet :

- coupe tous les 30 jours
- fertilisation N-P-K de 75-25-125 par coupe
- production de 5 tonnes de MS.ha⁻¹.coupe⁻¹
- irrigation 5mm.jour⁻¹ soit 1500 m³.ha⁻¹.coupe⁻¹

* d'août à Octobre :

- coupe tous les 45 jours
- fertilisation N-P-K de 150-35-150 par coupe
- production de 5 tonnes de MS.ha⁻¹.coupe⁻¹

BILAN ANNUEL :

- nombre de coupe : 8 à 9
- **fertilisation** N-P-K **totale** : 900-220-950
- **production** de 35 à 40 t **MS.ha⁻¹**
- irrigation de **12 000 m³.ha⁻¹**

B. ETUDE DES CULTIVARS C1, T58 et K187b

Trois cultivars de *Panicum maximum* : C1, T58 et K187b ont été implantés par éclatement de souche et repiquage (écartement 30 x 30 cm) en octobre 1982. Un total de 17 coupes espacées de 35 jours est réalisé pour 3 niveaux de fertilisation azotée de 25, 50 et 75 Kg d'azote par hectare et par coupe. La fertilisation phosphorique et potassique est constante et correspond à un apport de 35 et 75 Kg.ha⁻¹.coupe⁻¹ respectivement. Les feuilles sont récoltées (6 répétitions par traitement, parcelles élémentaires de 20 m²), mises à

FIG. 15 Production cumulee de MS
Panicum maximum cv T58

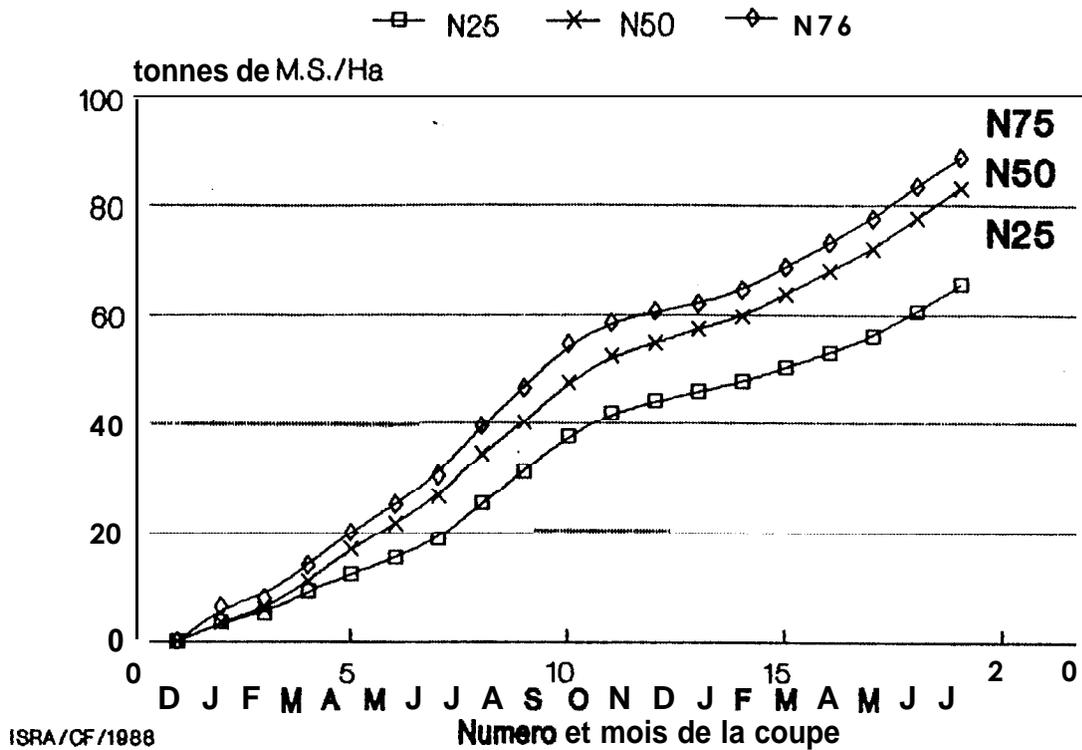
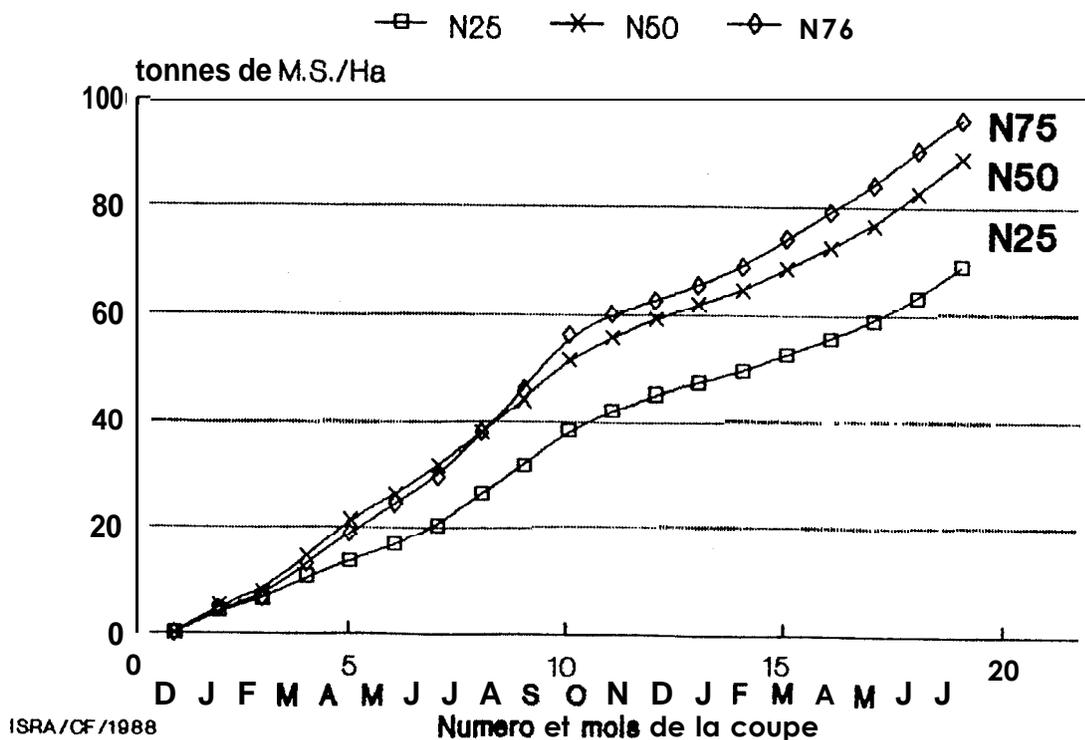


FIG. 16 Production cumulee de MS
Panicum maximum cv K187b



sécher pour détermination de la matière sèche et réalisation de l'ensemble des analyses bromatologiques.

B.1 Production de matière sèche

L'analyse des teneurs en matière sèche pour l'ensemble des coupes et des traitements fait apparaître une teneur significativement plus élevée pour le cultivar C1 (24,88%), par rapport à K187b et T58 (21,95 et 21,53% respectivement). Compte tenu du fait qu'un excès d'eau limite l'ingestion par l'animal, on peut penser que la quantité de matière sèche ingérée sera supérieure pour C1. De plus le pourcentage de matière sèche foliaire par rapport à la production totale sur pied est également favorable à C1 (79 % sur l'ensemble des coupes et pour les 3 traitements) alors qu'il est de 73 et 75 % pour K187b et T58 respectivement. L'étude saisonnière de la teneur en matière sèche pour ce même cultivar (tableau I) montre que les valeurs minimales sont obtenues en saison des pluies (août à octobre) et les plus élevées en saison sèche froide (novembre à mars). On peut penser que durant cette dernière saison, le rôle de l'harmattan responsable d'une forte amplitude thermique et d'une faible humidité relative soit impliqué.

FERTILISATION N25			N75	
MOIS	% MS	ECT	% MS	ECT
JUIN	24.9	2.5	22.2	2.3
JUIL	24.6	3.0	22.4	1.6
AOUT	23.7	3.3	21.8	3.8
SEPT	24.1	1.2	22.1	1.4
OCT	24.1	2.0	22.0	1.3
NOV	26.0	2.5	24.5	2.9
DEC	27.8	2.0	25.6	2.7
JANV	35.0	2.3	24.5	2.6
FEV	29.2	2.5	22.9	1.3
MARS	25.1	1.1	21.3	1.6
AVR	24.1	0.9	20.8	2.1
MAI	23.1	1.6	21.8	2.1

TABLEAU I: Evolution des teneurs en matière sèche moyennes et écart-type (ECT pour n = 6), de repousse de *Panicum maximum* cv C1 âgée de 35 jours, au cours de l'année et pour 2 fertilisations azotées (25 et 75 kg.ha⁻¹.coupe⁻¹).

L'augmentation de la fertilisation azotée provoque tout au long de l'année, une diminution faible mais significative de la teneur en matière sèche (tableau I). Ce dernier résultat avait été déjà observé par d'autres auteurs et pour différentes espèces (SALETTE, 1971), et pourrait s'expliquer par une augmentation de la teneur en métabolites secondaires susceptibles de maintenir une osmolarité cellulaire importante (exemple du nitrate, OURRY, GONZALEZ et BOUCAUD, 1989), et par là une meilleure rétention d'eau.

FIG. 17 Production cumulee de MS
Panicum maximum cv K187b, CI et T58

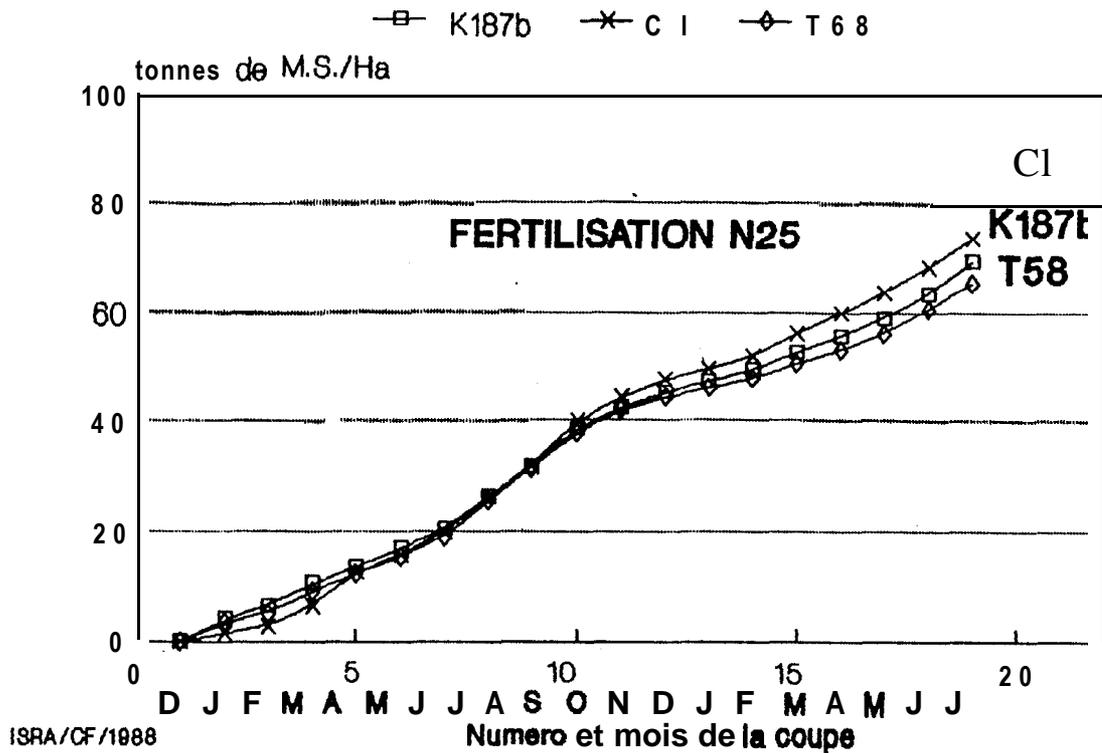
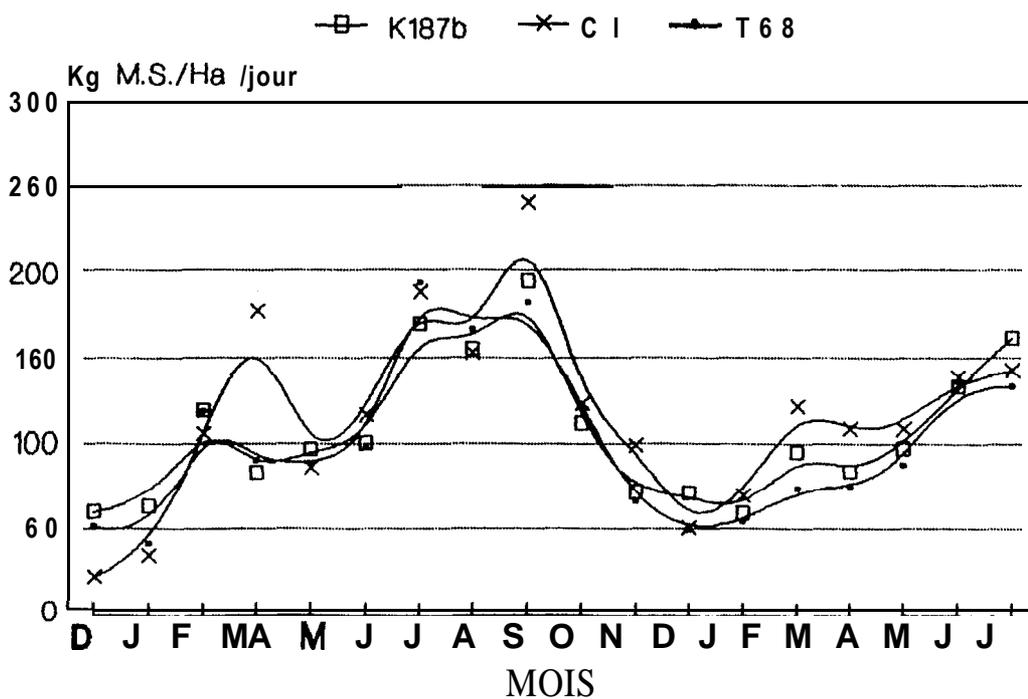


FIG. 18 Production journaliere de MS
fertilisation N25



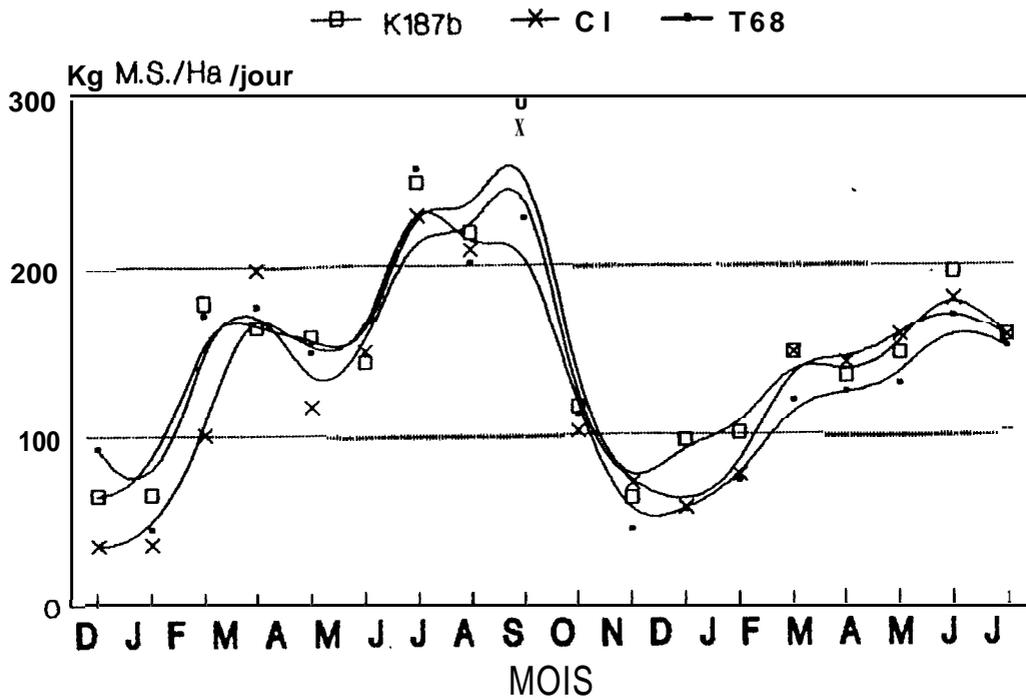
Les figures 14, 15 et 16 donnent la production cumulée de matière sèche pour les 3 cultivars étudiés, au cours des 17 coupes successives. Le passage d'une fertilisation N25 à N50 se traduit pour les 3 cultivars par une augmentation hautement significative de production. Les cultivars T58 et K187b enregistrent une augmentation significative de la production cumulée lorsque l'on passe de 50 à 75 unités d'azote, mais uniquement lors des dernières coupes. Ce résultat peut en partie être mis en doute par l'installation des parcelles N75 à proximité d'un brise-vent, ce qui aurait pu atténuer la production. Entre les cultivars, il n'existe aucune différence de production quelle que soit la fertilisation apportée, comme l'illustre la figure 17 pour le traitement N25. En terme de production annuelle, les 3 cultivars produisent environ 45 tonnes MS.ha⁻¹.an⁻¹ pour N25 et 52 à 54 tonnes MS.ha⁻¹.an⁻¹ pour N50 et N75. Ces différentes valeurs sont peut être surévaluées de 25 à 30 % en raison de la non-élimination des lignes de bordure de chaque parcelle. Il n'en subsiste pas moins que le rendement obtenu pour une fertilisation faible mais régulière de 25 Kg N.ha⁻¹.coupe⁻¹ est particulièrement élevé.

L'étude de la production journalière (figures 18 et 19) au cours des 20 mois de l'essai fait clairement apparaître la chute de production durant la saison froide, c'est à dire de novembre à mars, où la production journalière est inférieure à 100 voir A 50 kg.ha⁻¹.jour⁻¹. Le rapport entre la production journalière permise par N25 (figure 18) et celle obtenue pour N75 (figure 19) est compris entre 1,12 et 1,48 entre mars et octobre, il est voisin de 1 de novembre à février, ce qui traduit la plus faible efficacité d'une augmentation de la fertilisation azotée durant cette période. Le rôle du facteur thermique est évident, mais il est difficile à intégrer. Les températures minimales de la saison froide doivent être mises en cause dans la baisse de production (figures 19 et 20, noter le parallélisme des courbes), mais elles peuvent être contrebalancées par une augmentation brutale des températures maximales résultant de l'Harmattan. A titre d'exemple, la production journalière plus élevée en début d'année 1983 correspond à une amplitude thermique élevée (Harmattan, 2 pics thermiques).

B.2 Exportations minérales

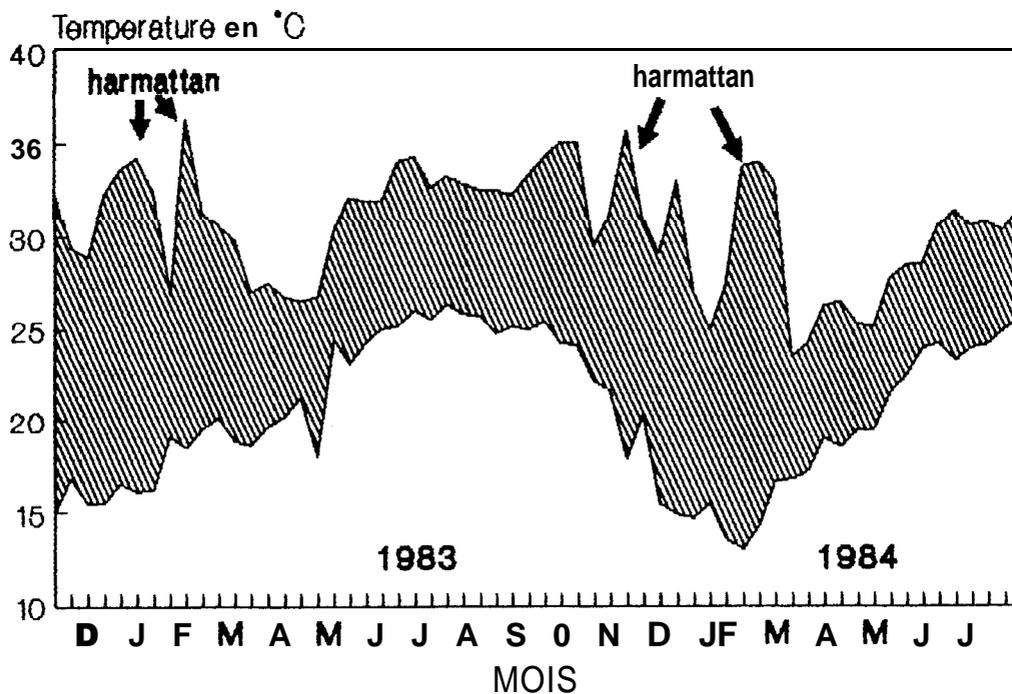
Les exportations cumuléees d'azote pour le cultivar T58 (figure 21) montrent qu'il existe un parallélisme entre celle-ci et le niveau de la fertilisation azotée. La différence de production entre N50 et N75 n'étant pas toujours significative (voir la figure 15), le traitement N75 aboutit à une "consommation de luxe" (augmentation de l'exportation d'azote sans augmentation notable de la matière sèche produite). En terme annuel, l'exportation d'azote atteint 550, 765 et 1040 Kg N.ha⁻¹ pour les traitements N25, N50 et N75 respectivement. Le bilan azote (apport d'engrais - exportations) est déficitaire pour les 3 traitements étudiés (figure 23). Ce déficit atteint 100kg N.ha⁻¹.an⁻¹ pour les fertilisations N75

FIG. 19 Production journaliere de MS
fertilisation **N75**



ISRA/CF/1988

FIG. 20 Amplitude thermique decadaire
tempertures minimales et maximales



ISRA/CF/1988

FIG. 21 Exportations **cumulees** d'azote
panicum maximum cv T58

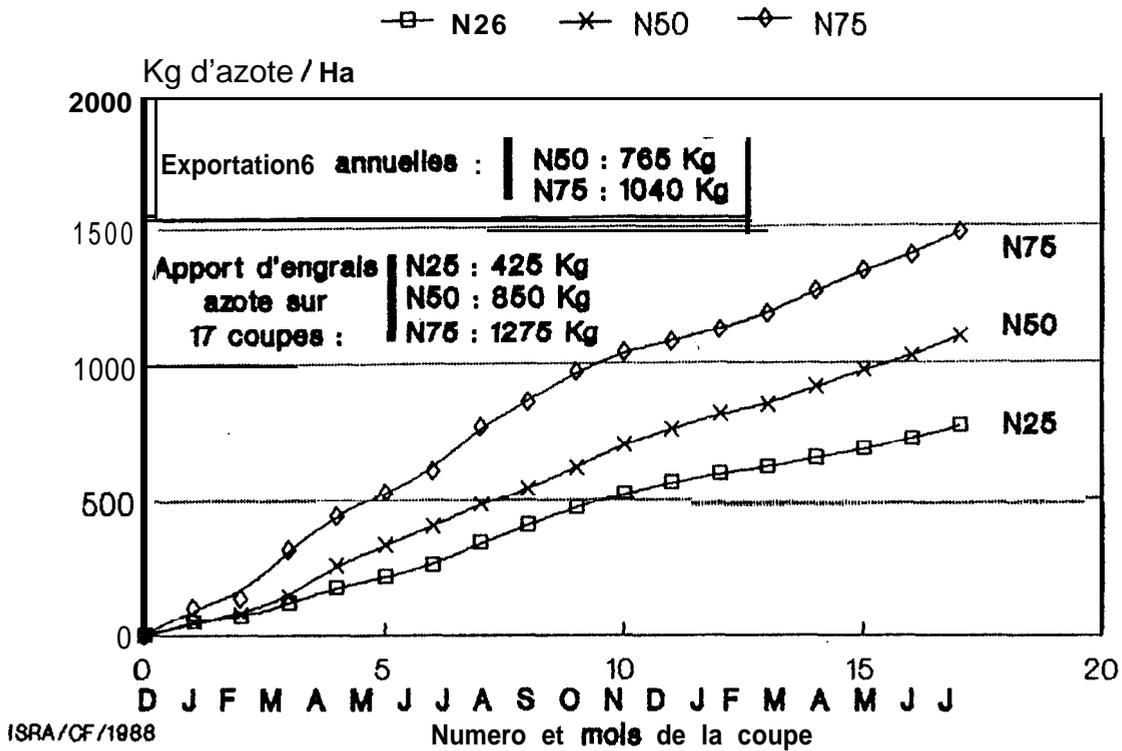
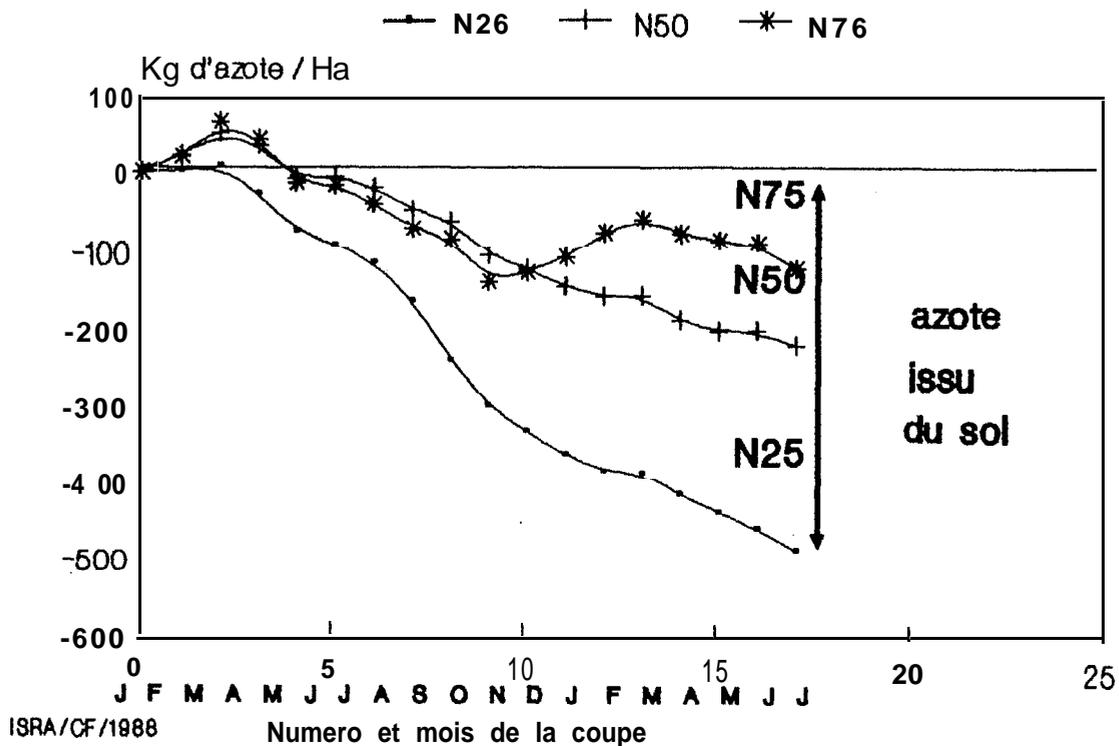


FIG. 22 BILAN AZOTE pour cv CI en cumule
■ Apport d'engrais - exportations N



et N50, et augmente pour le traitement N50 au cours de la deuxième année d'exploitation. Pour N25, ce déficit atteint 400 kg N.ha⁻¹ la première année et traduit probablement un épuisement des réserves en azote du sol. Un tel phénomène risque de provoquer un appauvrissement du sol en azote, non compensé par l'apport d'engrais, ce qui se traduira à court terme par une diminution de la production. Il semble donc qu'une fertilisation faible de 25 Kg N.ha⁻¹.coupe⁻¹ bien qu'économiquement intéressante la première année d'exploitation soit trop faible pour assurer une production importante et régulière à plus ou moins long terme. Compte tenu des capacités de minéralisation de l'azote dans le sol, on peut penser que le léger déficit obtenu pour N50 et N75 est tout à fait supportable, voir inconséquent pour N75 (stabilisation du déficit la deuxième année, figure 22).

L'exportation annuelle de phosphore atteint 170 kg.ha⁻¹ pour l'ensemble des traitements confondus (figure 23). Compte tenu de la fertilisation phosphorique apportée à chaque coupe (35 kg.ha⁻¹), soit environ 385 kg.ha⁻¹.an⁻¹, le bilan pour cet élément est donc fortement excédentaire. On pourrait donc facilement envisager de réduire l'apport externe de cet élément à 20 ou 25 kg.ha⁻¹.coupe⁻¹, ce qui rejoint exactement les conclusions de l'étude précédente.

En ce qui concerne le calcium (figure 24), l'exportation annuelle est de 170 (N25) à 200 kg.ha⁻¹.an⁻¹ (N50 et N75). Compte tenu des réserves du sol (de 80 à 250 meq Ca⁺⁺ par kg de sol des 10 premiers cm dans un sol de niayes à Sangalkam), un apport d'une fumure calcique ne semble pas à envisager à moyen terme.

B.3 Conclusions

La comparaison des 3 cultivars de *Panicum maximum* : K187b, T58 et Cl, ne permet pas d'enregistrer des différences significatives de potentiel de production entre les clones quelle que soit la fertilisation azotée apportée. Néanmoins, le rapport feuilles/tiges favorable et la teneur élevée en matière sèche du cultivar Cl, peuvent inciter à utiliser celui-ci en remplacement de K187b. Dans le cadre d'une exploitation semi-intensive avec une coupe tous les 35 jours, une fertilisation azotée faible de 25 kg.ha⁻¹.coupe⁻¹ est apparemment suffisante, mais elle provoque dès la première année d'exploitation, un bilan exportation/fertilisation déficitaire, ce qui se traduit à court terme par un appauvrissement important du sol en azote. Une fertilisation plus forte de 75 Kg.ha⁻¹.coupe⁻¹ ne permet pas une production de matière sèche supplémentaire économiquement rentable. Une fertilisation de 50 kg.ha⁻¹.coupe⁻¹, paraît donc être un compromis idéal entre une production maximale de matière sèche et une gestion raisonnable à moyen terme des réserves azotées du sol. Un tel type d'exploitation devra être accompagné d'une fertilisation phosphorique et potassique respectivement de 35 et 75 Kg.ha⁻¹.coupe⁻¹.

FIG. 23 Exportations cumulees de Phosphore
panicum maximum cv K187b

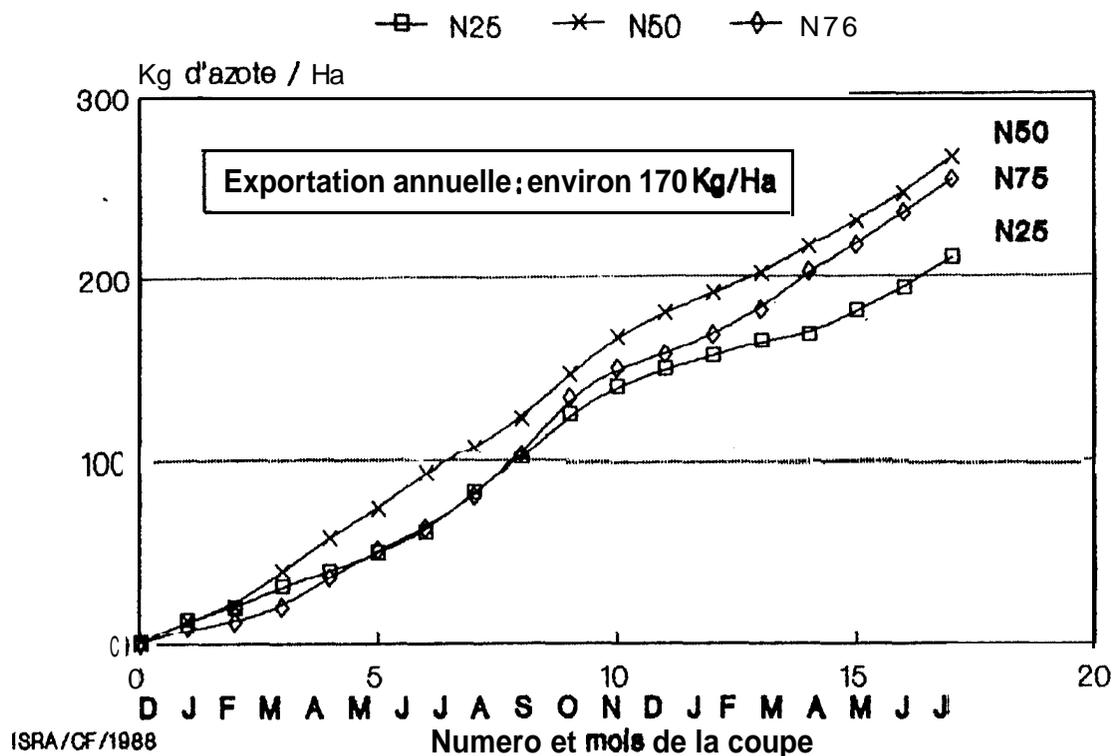
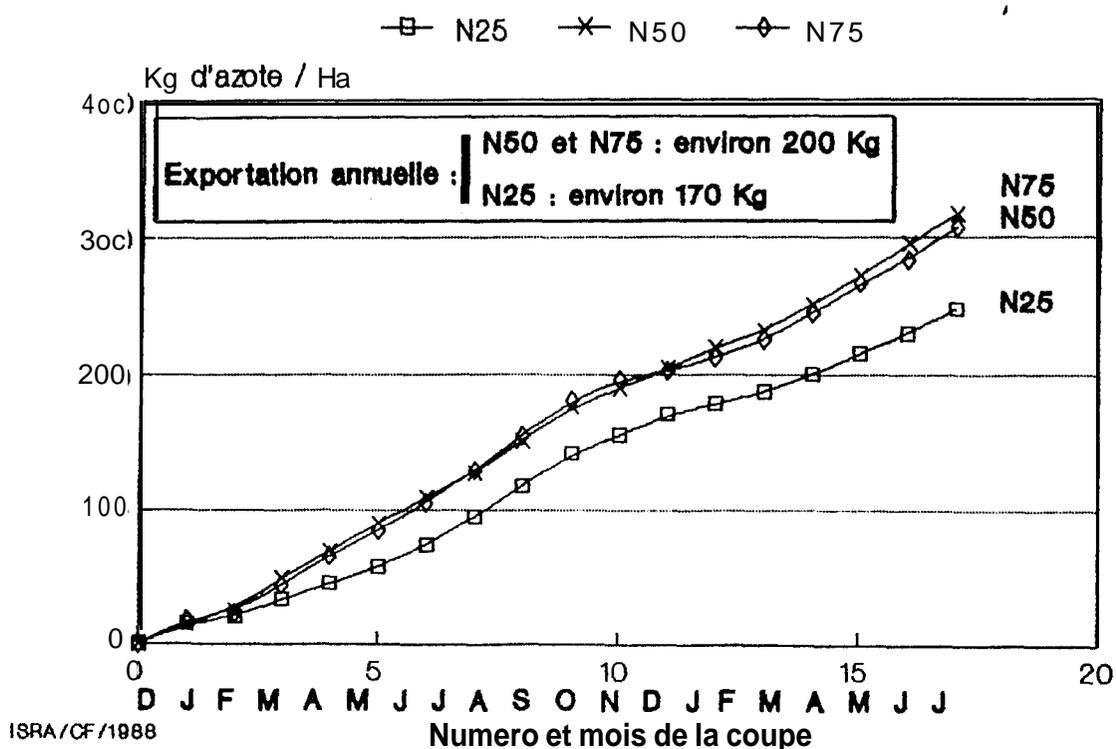


FIG. 24 Exportations cumulees de Calcium
panicum maximum cv T58



C. ETUDE DE LA PRODUCTION DE 4 *Panicum* HYBRIDES EN EXPLOITATION SEMI-INTENSIVE

Le développement de la production grainière est nécessairement un préalable indispensable à celui de la production fourragère. En ce qui concerne le *Panicum maximum*, l'implantation par éclatement de souches demande un travail important, celle par semis est plus aisée mais demande l'utilisation de clones à rendement grainier élevé. De plus les réalités sahéliennes, qui sont celles du Sénégal dans les zones traditionnellement vouées à l'élevage, obligent à rechercher des voies moins contraignantes dans les domaines des apports en eau et en engrais minéraux. Cette étude représente donc une évaluation de la production de matière sèche selon 2 rythmes de coupe (30 et 60 jours) de 4 cultivars réputés à haut rendement grainier en comparaison avec 2 témoins, dans des conditions d'exploitation semi-intensive.

Les *panicum* ont été implantés par repiquage avec un écartement de 25 x 25 cm. Après 2 à 2 mois et demi, une fauche de régularisation est réalisée. Chaque coupe est suivie d'une fertilisation azotée de 25 unités en saison froide, 75 unités en saison sèche chaude et de 50 unités en saison des pluies. L'apport de phosphore et de potassium est de 0-35-50 à chaque coupe.

Lors de l'essai 1985-1986, l'exploitation a lieu tous les 2 mois (parcelles élémentaires de 2 m², 10 répétitions). L'irrigation est réduite à 800 mm par an (1600 mm usuellement) et se répartit de la façon suivante :

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total
mm H ₂ O	35	40	60	60	70	85	95	95	80	70	60	50	800

L'essai 1987-1988, a lieu avec coupe tous les mois (récolte de parcelles de 20 m², 5 répétitions). L'irrigation est cette fois optimale avec 1600 mm H₂O.an⁻¹.

C1. Description des clones utilisés

Provenant de Côte d'Ivoire, les clones utilisés résultent d'hybridations et se caractérisent selon DUBOS et NOIROT (1980) par :

- un rendement grainier important, supérieur à 200 kg.ha⁻¹,
- une intensité et un groupement de floraison bons ou très bons,
- une teneur en matière sèche élevée,
- un rapport feuilles/tiges généralement supérieur à 70 %

Les cultivars témoins sont issus d'une prospection ORSTOM en Tanzanie (T58) ou d'une fécondation libre et spontanée (C1 issu de T21). Les hybrides importés sont et ont pour origine :

- 2A4 issu de l'hybridation 1S1 x Cl,
- 2A5 " " 1S1 x Cl,
- 2A22 " " 1S3 x Cl,
- 1A50 " " 51T x G3.

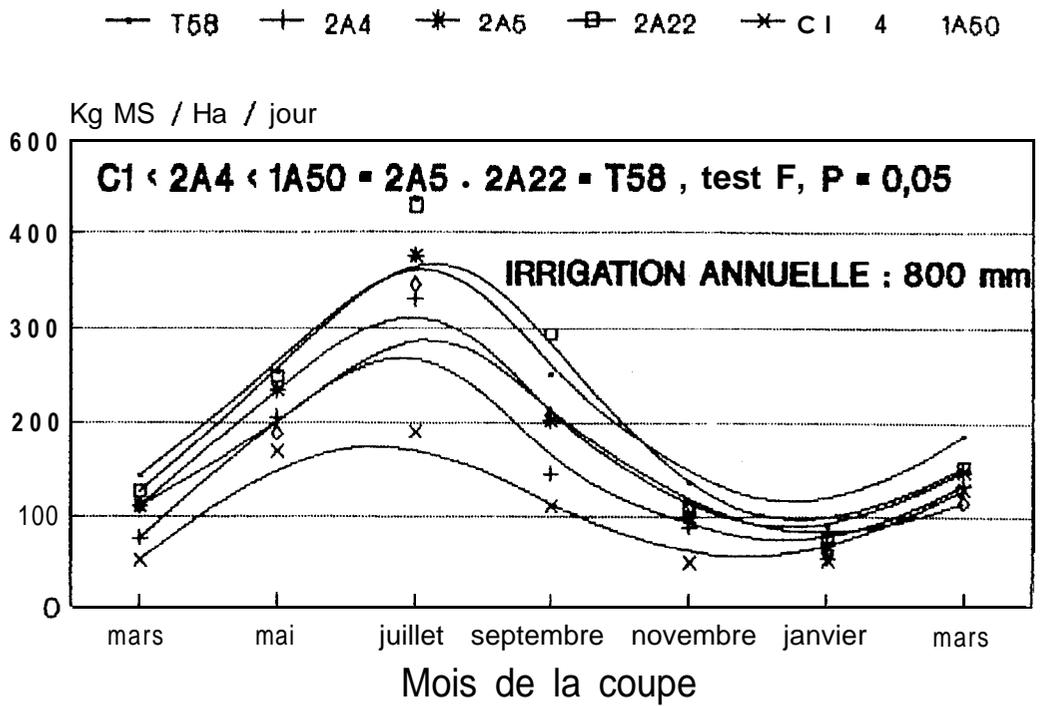
C2. Production de matière sèche

Les résultats de l'essai 1985-1986 correspondant à une coupe tous les deux mois et à une irrigation limitée (800 mm annuels) sont exposés dans la figure 25. Il semble qu'il faille dans un premier temps, observer la forte surestimation des rendements mesurés, résultant probablement de l'utilisation de surface de prélèvement beaucoup trop faible (2 m²), et de la non élimination des lignes de bordure. Cette surestimation peut être supérieure à 50 %, mais elle n'empêche pas toutefois de comparer la production de ces cultivars. L'analyse de variance montre le classement variétal suivant : Cl < 2A4 < 1A50 = 2A22 = T58. Il semble donc que 3 cultivars (1A50, 2A22 et T58) soient plus à même d'assurer une bonne production de matière sèche avec une irrigation limitée. Des observations complémentaires réalisées sur une parcelle non irriguée de 5000 m² de T58 ont montré durant 4 années la très bonne résistance à la sécheresse de cette variété (pérennité assurée en l'absence d'irrigation), puisqu'elle assure uniquement durant l'hivernage une production de 7 à 8 tonnes de matière sèche par hectare.

La production de matière sèche tout au long de l'essai 1987-1988 (coupe tous les mois et irrigation optimale de 1600 mm par an) ne présente aucune différence significative entre les différents clones testés (figure 26). Il semble que les différences de production entre ces clones ne se manifestent que lors de contraintes externes fortes (irrigation limitée, figure 25). Le maximum de production journalière est toujours assurée de mai à octobre, mais il faut noter une nette diminution des capacités de production dès la deuxième année, résultant probablement du mode semi-intensif d'exploitation utilisé qui à court terme risque de poser un problème d'épuisement du sol. Enfin le grand nombre de déterminations de la teneur en matière sèche réalisées autorise une classification hautement significative des clones (tableau II). A nouveau le témoin Cl se distingue par sa teneur élevée en MS, de même que le clone 2A5.

FIG. 25

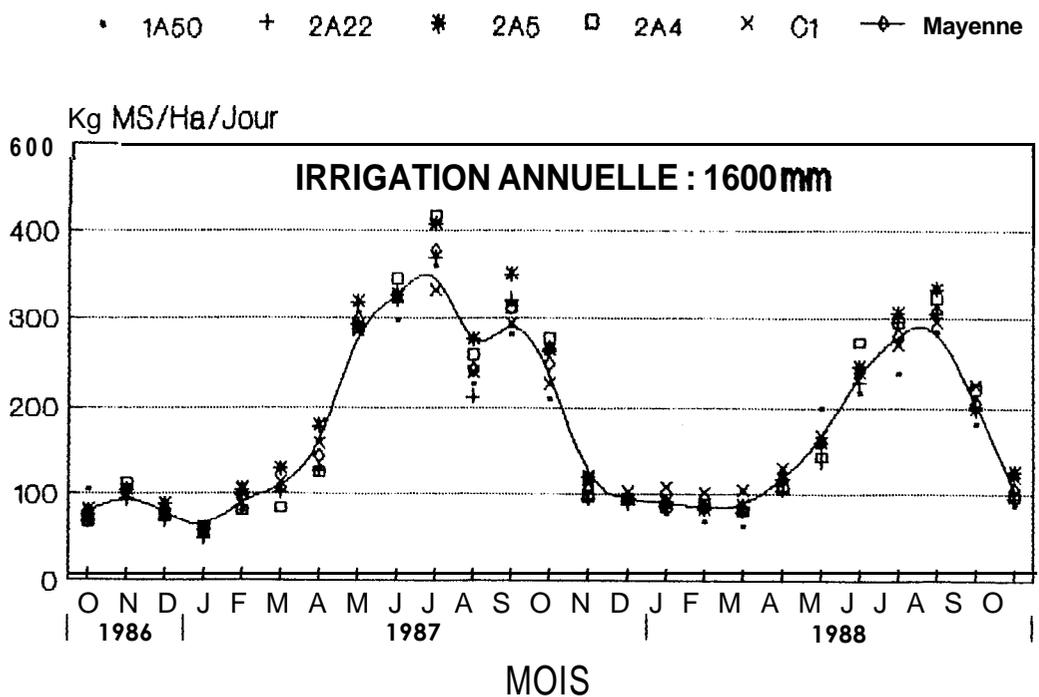
PANICUM HYBRIDES 1985-1986
Production journaliere de MS



ISRA/CF/1988

FIG. 26

PANICUM HYBRIDES 19864988
Production journaliere de MS



ISRA/CF/1988

CULTIVAR	%MS	ICP(0,05)
C1	23,5	0,35
2A5	22,9	0,37
2A4	22,4	0,36
1A50	22,3	0,34
2A22	22,3	0,34

TABLEAU II : Teneur moyenne en matière sèche et intervalle de confiance (IC, test t, P = 0,05, n = 408) déterminés pour l'ensemble des coupes (Essai 1987-1988).

D. ETUDE DE LA COLLECTION DE 80 CLONES

En 1984 et 1985, la collection de *Panicum maximum* a fait l'objet de diverses observations et mesures telles que : production annuelle sur pieds, tallage, pourcentage de feuilles, durée et intensité de floraison, teneur en matière azotée totale. Ne sera donné ici que le classement des 20 meilleurs clones pour chaque critère, afin d'avoir une annexe synthétique pour d'éventuelles recherches sur cette collection.

- Plus forte production sur pied : K182, T11, K218, K172, K17, K176, K149, K181, T89, K177, T88, T3, T27, T23, T29, T24, K170, K133, K71 et T17 ont une production supérieure à 2,64 kg MS par touffe et par an.
- Tallage le plus élevé : T7, T9, T18, T21, T61, T109, T110, K17, K25, K141, K109...
- Plus fort pourcentage de feuilles : T11, T27, T23, T24, T17, T46, T67, T72, T65, T116, T18, T21 et K88 ont un pourcentage de feuilles supérieur à 70 %. K181, T89, T88, T29, K71, T84, T106, T80, T71, T62, T45 et T104 ont un pourcentage de feuilles supérieur à 65 %
- Floraison :
 - 9 à 10 mois par an : K218, K107, T57, T56, T98, K173, K169, K158, T115, T6, K105, K25, K31, T9, K48, T13 et T7.
 - 6 à 8 mois par an : K171, K176, K149, K177, K170, K133, K155, K54, T102, K141, KK16, K153, K154, KK15, K151, K178, KK17, K142 et KK13.
 - 4 à 5 mois par an : K182, K172, K62, K144, K150, K162, K55, T110, K17, K58, et T61.
 - 2 mois par an : T11, T88, T3, T29, T24, K71, T84, T46, T106, T67, T45, T65, T116, T69, T83, T18, T74, T109, K51, T64, T21 et K88.
 - Pas de floraison : K181, T89, T27, T23, T17, T80, T71, T72, T62, T104 et T97.

E. ESSAI DE PRODUCTION GRAINIÈRE

Devant l'impératif de développer une technique de production grainière de *Panicum maximum*, un essai grainier portant sur le clone T58 a été implanté en juillet 1984, par éclatement de souches et repiquage (écartement 75 x 75 cm), Une fertilisation 100-50-150 est apportée à l'installation et une fauche de régularisation a été réalisée le 15 août. Les traitements portaient sur la date d'ensilage après l'apparition de la première panicule. Chaque récolte de graines est réalisée avec 3 parcelles élémentaires de 25 m². Les résultats obtenus (tableau III) montre que la date d'ensilage revêt une importance particulière sur la production de graine, les dates les plus tardives correspondant à la plus forte récolte.

Ensilage à	Production
To + 10 jours	187 kg.ha ⁻¹
To + 12 jours	280 kg.ha ⁻¹
To + 14 jours	200 kg.ha ⁻¹
To + 16 jours	313 kg.ha ⁻¹
To + 18 jours	327 kg.ha ⁻¹
To + 20 jours	355 kg.ha ⁻¹

TABLEAU 3 : Production grainière en Kg.ha⁻¹ (valeurs moyennes, n = 3) du *Panicum maximum* cv T58 en fonction de la date d'ensilage (to = date d'apparition de la première panicule).

4. CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES

A. CONCLUSION GÉNÉRALE

Depuis une dizaine d'années, l'essentiel des recherches menées par le service des cultures fourragères du L.N.E.R.V. sur *Panicum maximum*, a concerné l'étude de l'optimisation de la production de matière sèche dans des conditions d'exploitations intensives ou semi-intensives. La détermination des rythmes d'exploitation, des conditions de fertilisation et d'irrigation permettant une production maximale, constitue un premier acquis. La sélection de cultivars à hautes performances fut le 2^{ème} volet des recherches.

Devant les réalités des conditions d'élevage en milieu sahélien, de telles cultures fourragères à haut rendement, nécessitant une irrigation permanente, peuvent sembler limitées à quelques exploitations pilotes. Cependant des alternatives existent. L'intégration de cultures de *Panicum maximum*, à haut pouvoir nématocide (MANDRET, ROBERGE et OURRY,

1989) au sein d'exploitations maraîchères est à envisager. De plus, devant la **très bonne résistance** de cette **espèce à la sécheresse**, l'irrigation permanente ne constitue plus une obligation. Cultivé sous pluies, le *Panicum maximum* peut fournir 7 à 8 tonnes de **matière sèche** par hectare et par an. La pérennité de cette espèce n'implique qu'une implantation et qu'un binage la première année, d'où des travaux culturaux **considérablement réduits**. A titre de comparaison, le niébé ou l'arachide nécessitent implantation et binages chaque année, leur rendement n'est que de 1 à 2 tonnes de fanes par hectare, alors que leur valeur alimentaire est beaucoup plus faible que celle du *Panicum maximum*.

B. PERSPECTIVES DE RECHERCHES ET VULGARISATION

A la ferme de Sangalkam un nombre important de recherches peuvent être entreprises. La sélection de clones parentaux performants ouvrent la voie à de nouvelles hybridations mais elle implique obligatoirement de rechercher la collaboration d'un généticien. D'autre part, devant les excellentes capacités de résistance à la sécheresse du cultivar T58, il serait important d'engager un programme de recherche sur l'exploitation **sous** pluie de cette **espèce**, ce qui nécessitera de cerner les possibilités des cultivars à haut rendement, déjà retenus et de déterminer les conditions optimales d'exploitation requises. La fertilisation azotée étant un des principaux facteurs limitant la production, il conviendrait de poursuivre l'étude par marquage ^{15}N , en fonction de la forme et de la dose de l'engrais apporté, en collaboration avec l'I.N.R.A. d'Angers.

Une étude économique de la rentabilité d'une culture de *Panicum maximum* soit semi-intensive soit sous pluies doit être menée afin de **déterminer l'évolution du marché** du foin au Sénégal. L'embouche ovine durant les mois précédents la fête de la Tabaski, pourrait constituer un atout spéculatif non négligeable. Il importe donc pour étudier l'intérêt commercial et le prix moyen mensuel du foin de *Panicum maximum*, d'obtenir un stock important de balles de foin de bonne qualité, grâce à l'exploitation en 1989, des grandes parcelles de la ferme expérimentale de Sangalkam. La vente, 3 fois par mois sur plusieurs marchés du Cap Vert, du foin ainsi récolté permettra de cerner l'intérêt commercial, et la spéculation annuelle **qui est possible grâce** aux fêtes religieuses de fin de saison **sèche**.

La sortie de la technicité acquise à Sangalkam devient impérieuse. Dans un cadre d'exploitation intensive, certaines sociétés pilotes sont prêtes à implanter en irrigué, 20 à 40 ha de plantes fourragères à haut rendement (S.O.C.A., production laitière intensive, 5 km de Sangalkam). Dans ce cadre, une association légumineuses tropicales-*Panicum maximum*-*Brachiaria mutica* peut être envisagée.

En milieu paysan, un projet de convention C.A. F.O. E.L. en collaboration avec la Faculté de Sciences Agronomiques de Gembloux (correspondant M. Léon Mathieu) et portant sur les

hautes bassins de la Gambie (Régions de Velingara et de Kolda) pourrait porter sur la vulgarisation en milieu paysan des meilleures variétés de niébés fourragers sélectionnés à Sangalkam en 1988, par comparaison avec l'implantation de *Panicum maximum* en cultures sous pluies. Un tel projet de convention devra être déposé avant le 30 juin 1989

Enfin la réalisation de ces différents projets, passent préalablement et obligatoirement par la poursuite et le suivi du programme semencier que ce soit au sein de la ferme de Sangalkam, des centres D.P.C.S. ou encore au sein des entreprises privées engagées dans ce programme (S.O.S.E.D.R.A.A. à Bambylor).

5. BIBLIOGRAPHIE

A. DU SERVICE CULTURE FOURRAGER

- BABENE, D., 1986. Rapport de stage de perfectionnement sur le *Panicum maximum*. Ref N°06/CF. L.N.E.R.V., Dakar Hann.
- BOYER, J., ROBERGE, G. et FRIOT, D., 1985. Etude écophysiological de la productivité de quelques graminées à haut rendement fourragers cultivées au Sénégal. II. Variation de leur valeur fourragère en fonction du rythme d'exploitation et de la fumure minérale. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 38, 4, 339-352.
- BOYER, J. et ROBERGE, G., 1985. Etude écophysiological de la productivité de quelques graminées à haut rendement fourragers cultivées au Sénégal. I. Influence des conditions matérielles d'exploitation sur les valeurs en matière sèche de la production sur pied et de l'efficacité de l'utilisation de l'eau. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 38, 4, 320-338.
- DIAYE, C. N., 1982. Etude d'une graminée irriguée et fertilisée dans la région du Cap Vert (Sénégal) : productivité et valeur alimentaire de *Panicum maximum*. Mémoire de fin d'étude. ENSAA, Dijon, 144pp.
- PIOP, J.M.L., 1983. Approche de la sélection des graminées par la digestibilité *in vitro* (cas de 3 *Panicum*) et par les conductances stomatiques foliaires et les relations des paramètres hydriques foliaires (cas de 4 *Cenchrus*). Mémoire présenté pour la confirmation de chercheur. réf N°56/CF. L.N.E.R.V., Dakar Hann.
- MANDRET, G., OURLY, A. et ROBERGE, G., 1989. Effet de la nutrition azotée et de la température sur la croissance de *Brachiaria mutica*. Proposé à la *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*
- MANDRET, G., ROBERGE, G. et OURLY, A., 1989. Le *Panicum maximum* dans l'association maraichage élevage au Sénégal. *Int. Grassld. Congress*, Nice, Octobre 1989.
- FERROT, C., 1987. Analyse des données climatiques recueillies à Sangalkam de 1975 à 1986. L.N.E.R.V., DAKAR, 12 pp.
- RICHARD, D., FRIOT, D., GUERIN, H. et ROBERGE, G., 1987. L'ingestibilité des graminées fourragères cultivées en zone tropicale. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 27, 1B, 195-196.
- RICHARD, D., GUERIN, H., ROBERGE, G. et FRIOT, D., 1987. La valeur nutritive du *Panicum maximum* K187b. Symp. sur l'alimentation des ruminants en milieu tropical humide. I.N.R.A., Pointe à Pitre, 2-6 juin 1987.
- ROBERGE, G. et BOYER, J., 1985. Mission d'évaluation des Cultures Fourragères. Comparaison de 3 clones de *Panicum maximum* avec des niveaux de fertilisation azotée différents. Réf N35/CF. L.N.E.R.V., Dakar Hann.
- ROBERGE, G. et FERROT, C., 1987. Comparaison du rendement en matière sèche du *Panicum maximum* irrigué en milieu tropical sec et humide. L.N.E.R.V., Dakar Hann.

- ROBERGE, G., 1980. Note technique sur *Panicum maximum*. L.N.E.R.V., Dakar Hann.
- ROBERGE, G., 1986, Gestion raisonnée d'une prairie de *Panicum maximum* dans la zone des niayes. Réf N°72/CF. L.N.E.R.V., Dakar Hann.
- ROBERGE, G. et DENIS, J.P., 1985. Paturage direct d'une parcelle de culture fourragère irriguée au Sénégal : méthode de suivi et résultats. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop. 38, 4, 313-319.

B. EXTERIEURE

- BERNHARD-REVERSAT, F., 1980. Note sur l'influence du régime thermique et hydrique sur l'ammonification et la nitrification dans un sol de savane sahélienne. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Pédol., 18, 2, 147-152.
- DUBOS, B. et NOIROT, M., 1980. Essais multilocaux de comportement et de multiplication grainière des variétés sélectionnées de *Panicum maximum*. CRZ N°16 PAT, Cent. rech. zoot., Bouaké, Cote d'Ivoire.
- HORRELL, C.R. and BREDON, R.M., 1963. Management studies with *Panicum maximum* in Uganda. 1, Effect of cutting interval and nitrogen fertilizer on yield. Empire Journ. of Exper. Agric., 31, 124, 334-342.
- OURRY, A., GONZALEZ, B. et BOUCAUD, J., 1989. Osmoregulation and rôle of nitrate during regrowth after cut of ryegrass (*Lolium perenne*). Physiol. Plant., sous presse.
- PERNES, J., RENE, J., RENE-CHAUME, R., LETENNEUR, L., ROBERGE, G. et MESSEGER, J.L., 1975. *Panicum maximum* (Jacq.) et l'intensification fourragère en Cote d'Ivoire. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 28, 2, 239-264.
- RICHARD, D., 1987. Valeur alimentaire de quatre graminées fourragères en zone tropicale. Th. Doct 3ème cycle, Univ. Paris VI, 314 pp.
- SALETTE, J. et LEMAIRE, G., 1981. Sur la variation de la teneur en azote de graminées fourragères pendant leur croissance : formulation d'une loi de dilution. C.R. Acad. Sci., Paris, 292, 875-878.
- SALETTE, J.E., 1971. Seasonal pattern of forage growth and related characters in humid tropical conditions. In SALETTE J.E., CHENOST, M., Colloque sur l'intensification de la production fourragère en milieu tropical humide et son utilisation par les ruminants. I.N.R.A., Guadeloupe, 93-99.
- WANG, G.C., 1961. Growth flowering and forage production of some grasses and legumes in response to different photoperiods. J. Agric. Assoc. China, 36, 27-52.
- WEST, S.H., 1970. Biochemical mechanism of photosynthesis and growth depression in *Digitaria decumbens* when exposed to low temperature. In Proc. XI Int. Grassld. Cong., 514-517.