

Agrostologie.

NOVEMBRE 1989

Nov. 1989

2V0000139

EFFET DE LA NUTRITION AZOTEE ET DE LA TEMPERATURE

SUR LA CROISSANCE DE BRACHIARIA MUTICA.

G. MANDRET, A. OURRY et G. ROBERGE

2V0000139

RESUME

Cultivé en irrigué sur la ferme de l'ISRA a SANGALCAM au Sénégal, la graminée tropicale *Brachiaria mutica* est étudiée par l'intermédiaire de courbes de croissance réalisées au cours de la saison sèche froide (SSF : novembre-mars), de la saison sèche chaude (SSC: mars-mi juillet) et de la saison des pluies (SDP : mi juillet -octobre). En saison sèche froide la productivité est faible du fait des températures minimales très basses, contrairement à la saison des pluies, où la minéralisation de l'azote semble plus importante. La meilleure croissance enregistrée lors de la saison des pluies peut s'expliquer par une minéralisation de l'azote plus importante pendant cette saison qu'en saison sèche. Les courbes de dilution de l'azote dans la matière sèche, qui sont présentées, concordent en SSC et SDP avec certains résultats obtenus par d'autres chercheurs pour des graminées fourragères de régions tempérées. Cette étude souligne, en plus, l'intérêt d'introduire lors de la saison sèche froide,

des plantes fourragères en zone semi-aride. Elles sont en effet exigeantes vis-à-vis de la température.

MOTS CLES : *Brachiaria mutica*, rendement, températures minimales, fertilisation azotée, répartition saisonnière, cultures irriguées.

INTRODUCTION

En zone sahélienne la sécheresse provoque depuis plusieurs années l'appauvrissement progressif des parcours pastoraux. Au Sénégal, les importantes variations climatiques qui ont été enregistrées depuis 20 ans (Ferret, 1987) montrent à quel point il est nécessaire d'étudier les potentialités des cultures fourragères irriguées. Une expérimentation a donc été mise en place sur une graminée tropicale : *Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf en 1986. L'objectif était d'observer la répartition saisonnière de la productivité de *B. mutica*, en relation avec différents niveaux de fertilisation azotée. En tant que plante pérenne, cette graminée était soumise à des alternances de coupes et de repousses qui nécessitaient une étude minutieuse de la croissance. Selon Lemaire et Salette (1984) ; Caloin et Yu (1986), la variation des besoins en azote au cours de la croissance doit être respectée si on désire optimiser l'utilisation des engrais azotés. Nous avons tenu compte de ces observations dans l'exploitation des résultats en traitant les données sur 3 saisons :

- saison sèche froide SSF (novembre à mars)
- saison sèche chaude SSC (mars à mai/juillet)
- saison des pluies SDP (mi-juillet à octobre)

MATERIEL ET METHODE

1 - CONDUITE DES ESSAIS ET DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX

Les essais ont été mis en place sur la ferme expérimentale de Sangalcam (ISRA-LNERV-Cap Vert) en 1980. Le *Brachiaria mutica* avait été implanté en 1978 par boutures (40x40cm) sur un sol sabio-limoneux (20 % de limon) avec un Ph d'environ 5,3.

Avant chaque essai saisonnier, une coupe de régularisation fut faite à 12 cm. La fertilisation consistait en 75 unités de phosphore (P2O5) et 150 unités de potassium (K2O) par hectare. L'azote était apporté sous la forme d'urée avec trois niveaux : 150, 75 et 0 unités par hectare.

L'irrigation, calculée en fonction des composantes climatiques, définies par Boyer et Grouzis en 1977, et de l'ETP estimé par la méthode dite du bac corrigé (décrite par Boyer et Roberge en 1985), était de 4mm par jour entre août et mars et de 5mm par jour entre avril et juillet.

Les courbes de croissance de *B. mutica* ont été établies pour 3 traitements :

- a- Saison sèche froide (SSF), de novembre à mars avec une coupe de régularisation en décembre. Les récoltes eurent lieu après 38, 45, 55, 67 et 80 jours de repousse. Les températures de la saison sont caractérisées par la relation suivante :

$$ST \text{ Min} = 14,91 T \text{ Rep}, R > 0,9999, n = 5$$

où ST Min = Somme des Températures
T Rep = Temps de Repousse(jours)

- b-. Saison sèche chaude (SSC), de mars à mi-juillet avec une coupe de régularisation en mars. Les récoltes eurent lieu après 35, 47, 55, 64, 69, 85 et 97 jours de repousse. Les températures de la saison sont caractérisées par la relation :

$$ST \text{ Min} = 20,10 T \text{ Rep}, R > 0,9997, n = 7$$

- c-. Saison des pluies (SDP), de mi-juillet à octobre avec une coupe de régularisation en juillet. Les récoltes ont été effectuées après 31, 38, 45, 52, 59, 75 et 88 jours de repousse. Les températures de la saison sont caractérisées par la relation :

$$ST \text{ Min} = 25,53 T \text{ Rep}, R > 0,9999, n = 7$$

2 - METHODES ANALYTIQUES

La production de matière sèche enregistrée par récolte

correspond à la moyenne des productions obtenues sur 6 répétitions pour les traitements SSC et SDP et 4 répétitions pour le traitement SSF.

Les prélèvements de matière verte ont été séchés pendant 48 heures à 60°, pour ne pas affecter l'analyse des éléments principaux N, P, K et Ca. Les teneurs en azote sont mesurées par la méthode de Kjeldahl, alors que le phosphore et le potassium sont dosés par spectrométrie de flamme et le calcium par spectrométrie d'absorption atomique.

Le coefficient apparent d'utilisation (CAU) de l'engrais azoté apporté est calculé suivant la formule :

$$\text{CAU \%} = \frac{Q_n - Q_0}{E} \times 100$$

Q_n = Quantité d'azote prélevée par la plante sur les traitements fertilisés.

Q_0 = Quantité d'azote prélevée par la plante sur le témoin.

E = Quantité d'azote apportée par la fertilisation.

Le CAU ne peut prétendre à une précision similaire au coefficient réel d'utilisation obtenu avec un isotope stable de l'azote. mais il fournit une valeur très approchée.

Les analyses bromatologiques des différents prélèvements sont réalisées par calcination au four à 600° pour les cendres {matières minérales totales}, et par double hydrolyse acide et basique sous ébullition à reflux et détermination de la matière organique restante pour la cellulose brute (méthode de Weende). La valeur fourragère obtenue par l'intermédiaire de tables dites hollandaises, n'est donnée qu'à titre indicatif, mais on obtient ainsi des valeurs qui nous permettent d'apprécier la qualité des fourrages tropicaux.

RESULTATS

1 - COURBES DE CROISSANCE

L'ensemble des résultats concernant la production de matière sèche pour les trois saisons étudiées est présente dans la figure 1.

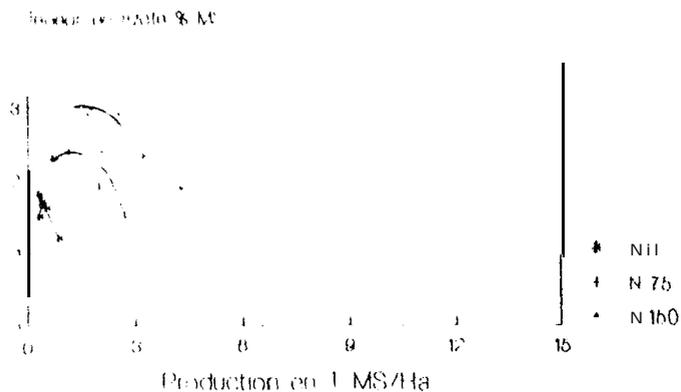
FIGURE 1

Il apparait très nettement que la productivité de *B. mutica* est considérablement ralentie du fait des températures basses en SSF. A l'inverse, elle est maximale en saison des pluies. Ainsi pour le niveau azoté 0, il faudra 80 jours pour obtenir 900 Kg de MS/Ha en SSF, contre 55 jours en SSC et 14 jours en SDP. De même, on obtient chronologiquement pour les trois saisons des valeurs de l'ordre de 3,7 ; 5,9 et 11,3 tonnes de MS/Ha, au terme de 60 jours de repousse,

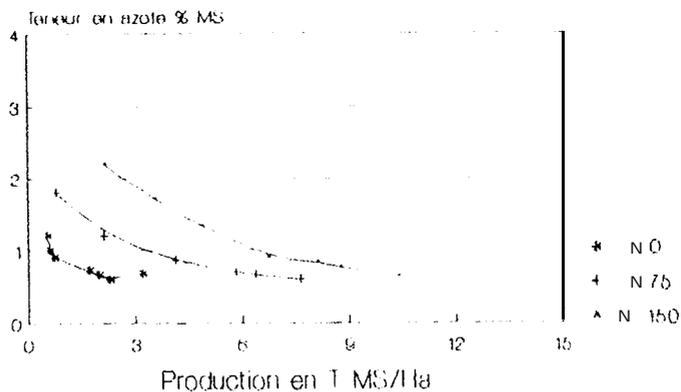
Brachiaria mutica

Dilution de l'azote dans la MS

Saison Seche Froide



Saison Seche Chaude



Saison des Pluies

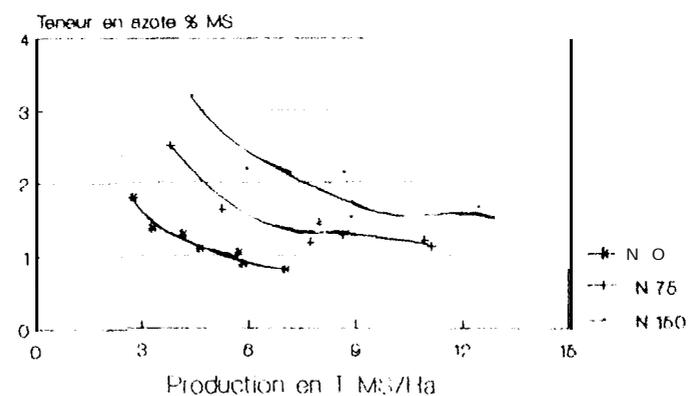
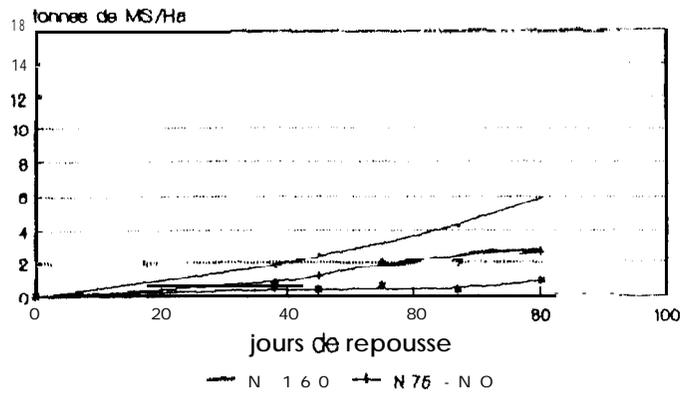
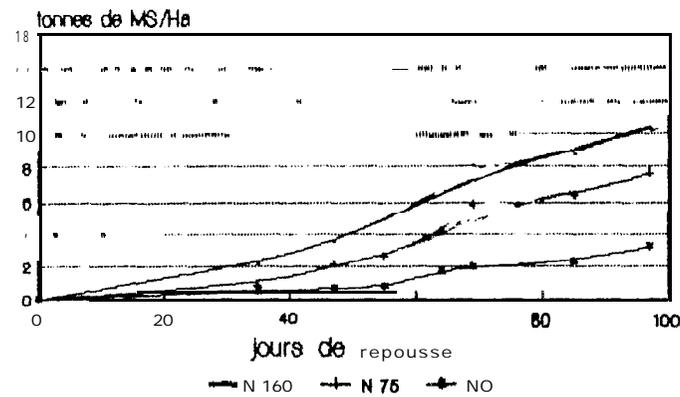


Figure 2
 Brachiaria mutica
 Courbes de croissance
 Saison Seche Froide



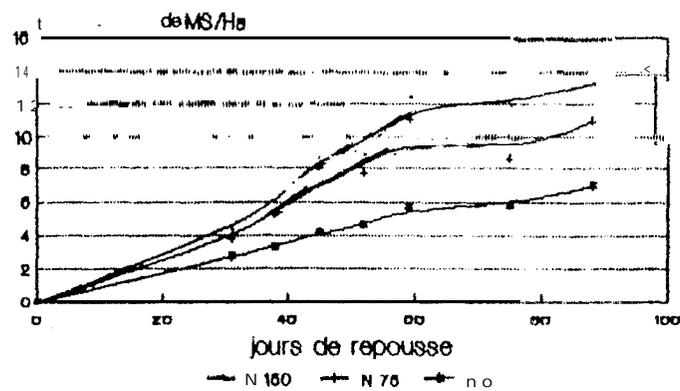
IBRA/LNERV 1981

Saison Seche Chaude



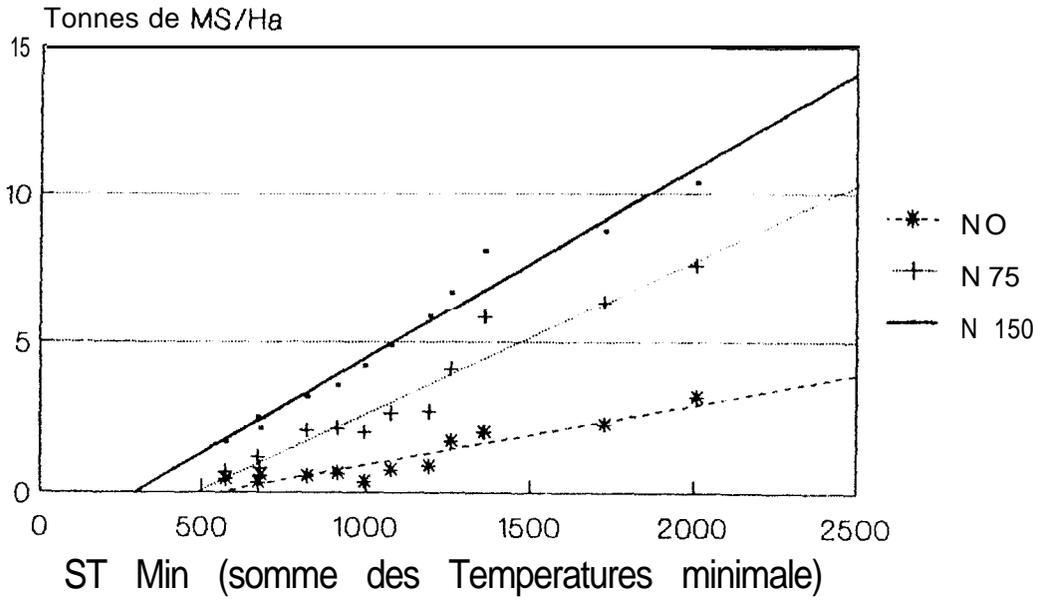
IBRA/LNERV 1981

Saison des pluies



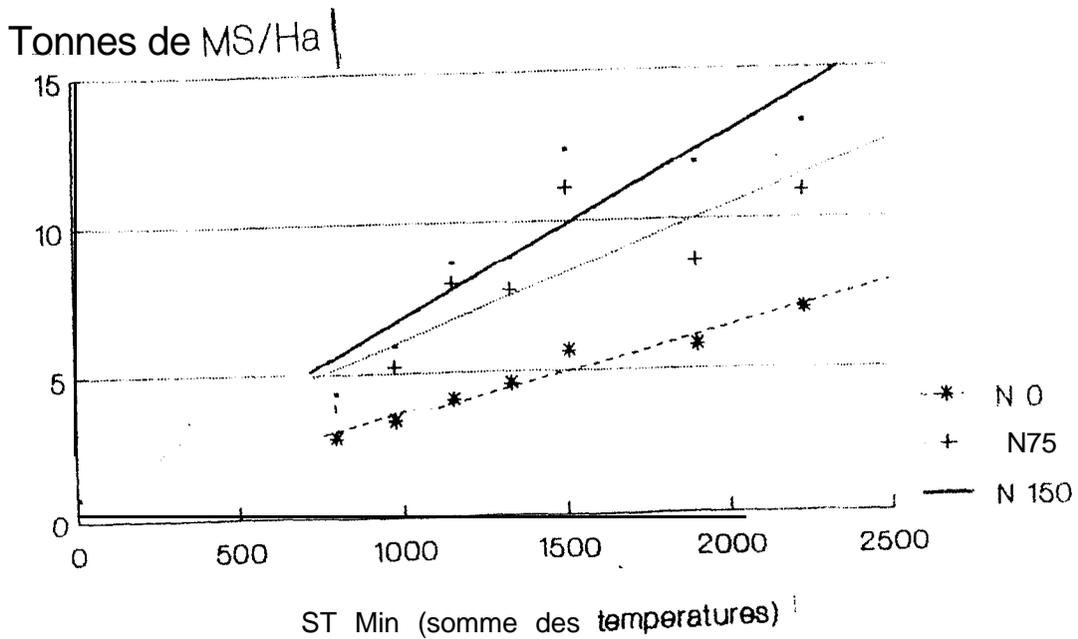
IBRA/LNERV 1981

Figure 3
 Brachiaria mutica SSF + S sc
 Effet **Temperatures/Production**



ISRA/LNERV/1981

Brachiaria mutica SDP
 Effet **Temperatures/Production**



ISRA/LNERV/1981

lorsqu'on apporte 150 unités d'azote par hectare. La réponse à l'apport d'une fumure azotée est significative quelle que soit la saison, et se manifeste par un départ en croissance plus rapide que celui du témoin. En saison sèche chaude par exemple, la production de la première tonne de matière sèche par hectare est obtenue après 24, 36 et 69 jours pour des doses d'azote respectives de 150, 75 et 0 unités.

Sans fertilisation azotée, la croissance reste importante durant la saison des pluies, ce qui peut résulter: soit d'une plus grande dilution de l'azote dans la matière sèche, soit d'une plus grande disponibilité en azote. La croissance enregistrée lors de la SDP sans engrais azoté est ainsi supérieure à celle obtenue avec 75 unités d'azote en SSF.

Si la croissance est ralentie en saison sèche froide, la dilution de l'azote dans la matière sèche y est par contre moins importante qu'en saison des pluies.

Le premier facteur limitant la croissance semble bien être la température, avant même la nutrition azotée, car si on compare les deux saisons sèches, avec comme référence le niveau 0, on s'aperçoit qu'à niveau azote égal (75 unités). la hausse des températures permet une production supérieure de 37 points (187 p. cent) en SSC à celle de SSF (150 p cent).

Les courbes des valeurs fourragères (UF/Ha), que nous n'exposerons pas ici, sont, à titre indicatif très similaires à celles de la croissance en début de repousse, mais atteignent une phase de plateau entre le 65ème et le 75ème jour pour décroître ensuite. Les valeurs fourragères exprimées en UF par Kg de matière sèche ne sont pas significativement différentes quelques soient les niveaux azotés, à temps de repousse égal. Elles culminent, à 0,69 en début de croissance pour atteindre des valeurs d'environ 0,55 UF après 60 jours de repousse.

2 - TENEURS ET PRELEVEMENT D'AZOTE

L'évolution des teneurs en azote durant la saison sèche chaude et la saison des pluies correspond à ce qu'ont pu décrire certains auteurs sur d'autres graminées fourragères. Salette et Lemaire (1981), Caloin et Yu (1986) ont élaboré une loi de dilution de l'azote dans la matière sèche, de la forme : $N \% = a MS^{-3}$ qui est vérifiée par les résultats obtenus en SSC et SDP sur *B. mutica* (figure 2).

FIGURE 2

On observe lors de la SSF une augmentation des teneurs en azote durant la production des 2 à 3 premières tonnes de matière sèche, lorsqu'une fertilisation azotée est apportée. On peut raisonnablement penser que les faibles températures influent sur la capacité photosynthétique de la plante, limitant la fourniture de squelettes carbonés de ou une

dilution de l'azote de la plante.

Les valeurs du CAU sont généralement supérieures à celles du coefficient de l'azote d'utilisation. Ceci pourrait provenir du recyclage de l'azote racinaire vers les feuilles, remobilisations d'autant plus importantes que la graminée est soumise à une coupe des parties aériennes (Ourry et al., 1988a et c) et que le niveau d'azote est non limitant (Ourry et al., 1988b). Il reste cependant très clair qu'en saison des pluies, le *B. mutica* exploite beaucoup mieux, à la fois, l'azote du sol et celui issu de l'engrais.

Une corrélation entre teneurs en azote et teneurs en potassium a été recherchée, mais elle ne nous a pas paru satisfaisante. Le potassium est au cours de la croissance légèrement dilué dans la matière sèche, mais de façon beaucoup moins importante que l'azote. Aucune différence significative n'a pu être obtenue, ni entre les trois niveaux de fertilisation azotée, ni entre les trois saisons. ~~TABLEAU 1~~

Pour le phosphore et le calcium, si aucune différence significative n'existe entre les 3 niveaux azotés expérimentés, il n'en est pas de même entre saisons. Les teneurs les plus élevées étant toujours obtenues en SSF.

3 INFLUENCE DES TEMPERATURES MINIMALES SUR LA PRODUCTION DE MATIERE SECHE

Afin de rechercher des explications aux différences de production entre les trois saisons étudiées, nous avons essayé divers types de corrélations avec le régime thermique. La plus satisfaisante est obtenue avec: la somme des températures minimales (figure 3). Les données concernant la SSF et la SSC ont été réunies (figure 3) ce qui montre très clairement que la production en SSF est limitée par effet thermique. Les pentes des droites ainsi obtenues diminuent en même temps que la fertilisation azotée. Ce qui traduit le déplacement du facteur limitant vers un effet azote.

Durant la saison des pluies, les corrélations calculées sont moins bonnes et différentes des saisons sèches. Ceci résulte d'une plus grande disponibilité du sol en azote, mais aussi d'une meilleure exploitation de l'engrais azoté apporté. Les températures minimales pendant cette saison sont suffisamment élevées pour ne pas retarder la croissance. Par contre, les températures élevées en SDF pourraient avoir un effet bénéfique sur les processus de minéralisation intervenant dans le sol.

Le régime hydrique auquel sont soumises les plantes, ne présente pas de variations significatives au cours de l'année ce qui correspond aux études in vitro de Bernhard-Reversat (1980) sur plusieurs types de sols du Sénégal où la production d'azote minéral semble peu dépendante du facteur

eau en SDF .

Le régime hydrique ne peut suffire à lui seul pour expliquer les différences entre les saisons quant à la fourniture d'azote par le sol. Il est possible que les températures minimales élevées durant la SDF soient responsables de la plus grande disponibilité de l'azote dans le sol.

Les températures minimales semblent donc avoir un effet direct sur le métabolisme et la physiologie du *Brachiaria mutica* pendant les saisons sèches, alors qu'en saison des pluies elles agiraient sur la capacité de minéralisation de l'azote.

CONCLUSION

L'ensemble des résultats rapportés sur la croissance de *B. mutica* met en évidence l'intérêt des cultures fourragères intensives. Celles-ci expriment des potentialités de production particulièrement bonnes lorsque la température minimale moyenne est supérieure à 20°.

La croissance en saison sèche froide (novembre à mars) est limitée par effet thermique, ce qui justifierait pleinement l'introduction au Sénégal de graminées voire de légumineuses de régions tempérées, moins exigeantes vis-à-vis des températures.

L'utilisation d'engrais azotés en saison sèche chaude (avril à mi-juillet) paraît essentielle face à la faible disponibilité en azote du sol. Par contre, en saison des pluies (mi-juillet à octobre) la charge d'azote apportée n'a pas besoin d'être très élevée. Le comportement de *B. mutica* durant cette saison pourrait être expliqué par un certain nombre d'hypothèses qui ne sont en aucun cas exclusives mais complémentaires :

- L'excellent prélèvement d'azote, que ce soit à partir du sol ou de l'engrais, peut résulter d'une activité métabolique racinaire intense, c'est-à-dire soit d'une croissance de cet organe, soit d'une augmentation de la capacité d'absorption rendue possible par effet de puits au niveau des parties aériennes (Ourry et al. 1988d).

- Les températures élevées permettent une activité microbienne intense qui provoque une augmentation importante de l'ammonification et de la nitrification dans le sol (Bernhard-Reversat, 1980). Corrélativement, on peut supposer

durant les saisons sèches que l'activité microbienne puisse s'orienter essentiellement vers une réorganisation de l'azote minéral favorisée par des teneurs plus élevées en matières organiques. résultant d'une sénescence partielle du système racinaire.

- La plus faible disponibilité du sol en azote durant les saisons sèches pourrait par simple effet de carence, provoquer une croissance racinaire importante (Ennik et Baan Hofman, 1983 ; Ourry et al., 1988b) qui concurrencerait le développement aérien quant à l'utilisation des squelettes carbonés.

L'ensemble de ces hypothèses demande, bien sûr, à être vérifié et justifierait l'étude, dans les mêmes conditions, de différentes espèces tropicales. afin de préciser si les observations réalisées sur cette espèce sont ou non généralisables.

BIBLIOGRAPHIE

- 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
- BOYER, J. et GROUZIS, M., 1977. Etudes Ecophysiological de la productivité de quelques graminées fourragères cultivées au Sénégal. I Influence de certains facteurs du milieu sur le comportement hydrique et la croissance. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Biol., 12, 4, 249-267
- BOYER, J. et ROBERGE, G., 1985. Etude écophysiological de la productivité de quelques graminées fourragères 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
- CALOIN, M. et YU, O., 1986. Relation entre dilution de l'azote et cinétique de croissance chez les graminées. Agronomie, 6, 2, 167-174
- ENNIK, G.C. et BAAN HOFMANN, T., 1983. Variation in the root mass of ryegrass types and its ecological consequences. Neth. J. Agric. Sci., 31, 325-334
- GUIRAUD, G., 1984. Contribution du marquage isotopique à l'évaluation des transferts d'azote entre les compartiments organiques et minéraux dans les systèmes sol-plante. Thèse Doct. Etat Sci. Nat., Paris, 335p.
- LEMAIRE, G. et SALETTE, J., 1984. Relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélèvement d'azote pour un peuplement de graminées fourragères. I Etude de l'effet du milieu. Agronomie, 4, 5, 423-430
- OURRY, A., BOUCAUD, J. et SALETTE, J., 1988a. Métabolisme de l'azote chez le Ray-grass. I Etude par marquage ^{15}N des remobilisations d'azote durant la repousse. Agronomie, sous presse
- OURRY, A., BOUCAUD, J. et SALETTE, J., 1988b. Métabolisme de l'azote chez le Ray-grass. II Effet d'une carence azotée sur les remobilisations d'azote durant la repousse. Agronomie, sous presse
- OURRY, A., BOUCAUD, J. et SALETTE, J., 1988c. Nitrogen mobilization from stubble and roots to new growing leaves during regrowth of ryegrass. J. Exp. Bot., sous presse
- OURRY, A., BOUCAUD, J. et DUYME, M., 1988d. Sink control of nitrogen uptake and assimilation during the after-tut growth of ryegrass. proposée à Physiol. Plant.
- PERROT, C., 1987. Analyses des données climatiques recueillies à Sangalkam de 1975 à 1986. Dakar, L.N.E.R.V., I.S.R.A., 21 p.
- 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...