

# Comportement hydrique de deux plantes fourragères cultivées au Sénégal (*Andropogon gayanus* et *Brachiaria brizantha*) en fonction des contraintes exercées par le milieu

J. Boyer<sup>1</sup>

**A**u Sénégal, la culture de certaines graminées réputées à hauts rendements fourragers exige la maîtrise de l'alimentation en eau, distribuée à grands frais sous forme d'irrigation par aspersion. Dans ces conditions, la connaissance et l'établissement de leur comportement hydrique sont indispensables si l'on veut rentabiliser l'eau apportée. A Sangalkam (presqu'île du Cap-Vert), plusieurs années d'observations ont pu montrer que la croissance saisonnière et les rendements en matière sèche étaient nettement influencés par deux facteurs climatiques : la demande évaporative et la température atmosphérique. Le premier agit sur les valeurs de la résistance épidermique à la diffusion de la vapeur d'eau et du potentiel de l'eau dans la vascularisation qui caractérisent respectivement les taux des échanges gazeux plante-atmosphère et l'état physique de résistance à la circulation de l'eau dans la plante. Le second influence fortement la fixation du CO<sub>2</sub> externe et les mécanismes biochimiques impliqués dans les phénomènes internes de carboxylation. Ces deux processus contribuent donc, séparément ou conjointement, à la réduction saisonnière des taux de croissance de ces plantes. Le choix des lignées doit donc s'opérer en tenant compte de leur sensibilité aux facteurs non modifiables du climat. *Mots clés* : Graminées fourragères - *Andropogon gayanus* - *Brachiaria brizantha* - Mouvements stomatiques - Potentiel hydrique interne - Facteurs climatiques - Irrigation - Croissance - Production de matière sèche - Efficience en eau - Plante en C<sub>4</sub>.

## INTRODUCTION

Les résultats que nous nous proposons d'exposer ici, font suite à des études commencées en 1975, au Sénégal, à la Station expérimentale de l'Élevage de Sangalkam (région du Cap-Vert) de l'ISRA (LNERV), et qui entrent dans le thème général d'une « étude écophysiological de la productivité de quelques graminées à hauts rendement fourragers cultivées au Sénégal ». Comme nous avons pu le montrer dans des études précédentes (5,6), la culture de ces graminées au Sénégal, introduites pour la plupart, exige en tout premier lieu la maîtrise de l'alimentation en eau, qui doit être le plus souvent distribuée à grands frais sous forme d'irrigation par aspersion.

1. Centre ORSTOM de Dakar-Hann, B.P. 1386, Dakar-Hann, République du Sénégal.

Les caractères phénologiques et écologiques de ces graminées sont en effet assez différents, mais toutes ont en commun d'être originaires de zones climatiques où la pluviométrie annuelle ne descend pas au-dessous de 750 mm (21,1). Dans ces conditions, la connaissance des bases écophysiological de l'utilisation de l'eau par ces plantes se révèle de toute première importance.

Les premières mesures ont été effectuées par évaluation simultanée de la transpiration et du potentiel de l'eau dans la vascularisation, par GROUZIS (9), puis BOYER et GROUZIS (6). De ces observations, qui portaient sur trois genres et espèces bien connus : *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha* et *Chloris gayana*, il est apparu qu'une des composantes les plus importantes de l'économie d'eau et de la productivité en matière sèche étant le rythme journalier de l'ouverture des stomates, cette méthode d'estimation était assez peu précise. La technique utilisée, dite « des rameaux coupés », présente en effet l'inconvénient de surestimer, et plus rarement de minimiser, la perte en eau réelle, suivant l'état hydrique des tissus (effet IWANOFF). Il était donc nécessaire de tester une autre méthode qui rendit mieux compte de l'état de l'eau dans la plante et la régulation de sa circulation dans le système sol-plante.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Milieu écologique

L'analyse des principales composantes climatiques et microclimatiques du milieu d'observation a été effectuée dans des études antérieures (6). Rappelons simplement que le régime des pluies, très aléatoire, est souvent inférieur à 500 mm par an, avec une répartition très irrégulière d'une année à l'autre pendant la courte saison humide d'hivernage, qui ne couvre le plus souvent que les mois de juillet à

J. Boyer

septembre. Dans ces conditions, des modules d'irrigation saisonniers sont appliqués en un ou deux apports par semaine, calculés d'après les données fournies par un bac d'eau libre (modèle Hydrologie/ORSTOM) à l'aide de la formule de RIOU (18), connue sous le nom de méthode du « bac corrigé » (6).

### Matériel végétal

Tenant compte des résultats précédemment obtenus (6,9), les mesures n'ont été effectuées que sur les deux genres et espèces présentant les différences les plus nettes dans les réactions aux contraintes exercées par le milieu : *Andropogon gayanus* et *Brachiaria brizantha*, *Chloris gayana* ayant un comportement intermédiaire. Toutes sont des plantes dites « en C<sub>4</sub> », ce qui constitue la règle chez ces graminées tropicales.

### Régime hydrique interne

La résistance à la diffusion de la vapeur d'eau à travers l'épiderme ( $r_e$ ) a été mesurée par la méthode porométrique, qui traduit principalement des possibilités d'échange de masse à travers les ostioles, donc de leur degré d'ouverture. Cette méthode a en outre l'avantage de s'effectuer sur des feuilles intactes non séparées du pied. Les mesures sont alors effectuées à l'échelle de la journée ou de la saison, afin de pouvoir établir les rapports possibles avec les conditions climatiques et les contraintes exercées par le milieu.

L'appareillage utilisé est le poromètre automatique Mod. Mk II de STILLES (20), MONTEITH et BULL (15). Son principe est le suivant : grâce à un circuit automatique de pompage, la vapeur d'eau émise par la feuille diffuse dans une petite enceinte (chambre porométrique) fixée à sa surface et initialement remplie d'air sec. Après étalonnage, la résistance stomatique à la diffusion de vapeur d'eau est estimée par mesure de l'humidité relative de l'air dans la chambre porométrique. Cet appareillage permet des mesures rapides et nombreuses à partir du moment où sont assurés une bonne étanchéité de la chambre et un équilibre satisfaisant entre les températures des tissus de la feuille et de l'air contenu dans cette enceinte (10,16). Il existe donc deux ordres de difficultés dans la réalisation pratique, sur le terrain, des mesures de ( $r_e$ ) :

- technologique : l'appareil est sensible aux variations des températures et de l'humidité relative de l'air. Il faut opérer dans un lieu abrité, de façon à en minimiser les variations au cours d'une même série de mesures, et dans une gamme d'humidité relative de l'air comprise entre 30 et 70 p.100. En dehors de ces valeurs l'appareil risque de n'être plus fiable, ce qui limite donc son champ d'utilisation en conditions naturelles ;

- technique : compte tenu de la géométrie des touffes et de la dimension des organes foliaires, il est nécessaire de déterminer une zone bien orientée et un niveau moyen représentatif dans cette zone, susceptible de traduire l'état hydrique du végétal et de minimiser la variabilité spatiale et stationnelle.

**TABLEAUX I** Valeurs de la résistance à la diffusion de la vapeur d'eau à travers l'épiderme des feuilles d'*Andropogon gayanus* ( $r_e$ ) exprimées en secondes par centimètre ( $s/cm^{-1}$ ) suivant la position de la feuille dans la touffe. Les valeurs portées représentent la moyenne de trois mesures sur chaque feuille.

Journée du 17.05.1978						Journée du 09.11.1978								
Heure	Site	$r_e$ ( $s/cm^{-1}$ )	Heure	Site	$r_e$ ( $s/cm^{-1}$ )	Heure	Site	$r_e$ ( $s/cm^{-1}$ )	Heure	Site	$r_e$ ( $s/cm^{-1}$ )	Heure	Site	$r_e$ ( $s/cm^{-1}$ )
10.45	1	1,1	14.57	1	1,8	9.54	1	0,9	13.50	1	2,1	16.15	1	1,5
10.50	2	1,8	15.03	2	3,0	10.00	2	2,0	13.56	2	3,3	16.22	2	2,8
10.58	3	1,7	15.10	3	2,8	10.06	3	1,7	14.02	3	3,5	16.29	3	2,4
11.04	4	2,5	15.15	4	3,9	10.15	4	2,6	14.10	4	4,3	16.35	4	3,8
11.12	5	1,6	15.22	5	2,6	10.28	5	1,8	14.15	5	3,6	16.40	5	2,6
11.19	6	2,7	15.31	6	4,5	10.30	6	3,0	14.22	6	5,6	16.48	6	3,6
11.25	7	1,2	15.37	7	1,6	10.36	7	1,3	14.28	7	1,7	16.55	7	1,7
11.30	8	1,9	15.45	8	3,1	10.42	8	2,0	14.35	8	3,2	17.02	8	2,5
	$\bar{X}$	1,8		$\bar{X}$	2,9		$\bar{X}$	1,9		$\bar{X}$	3,4		$\bar{X}$	2,6

Dans ce but, des séries de mesures ont été effectuées sur *Andropogon gayanus* ayant atteint un bon développement, soit dans la sixième semaine après la coupe précédente, et au cours de deux périodes différentes de l'année. Les résultats obtenus sont portés dans le tableau I. Les mesures ont été réalisées dans des secteurs et en des points représentés sur les figures 1 à 3. Ils montrent que la dispersion des valeurs peut être plus ou moins accentuée suivant les conditions climatiques et l'heure de la journée. La zone hachurée de la figure 2, située dans la partie supérieure du tiers médian de la touffe apparaît être la plus favorable. Chaque valeur de ( $r_p$ ) représente la moyenne de trois mesures aux trois niveaux principaux des feuilles tels qu'ils sont représentés sur la figure 3. Une fois l'appareil stabilisé, elles peuvent en effet être effectuées en moins de 5 min.

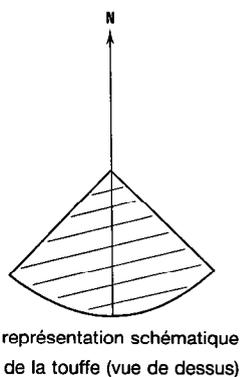


Fig. 1 - Secteur où sont effectuées les mesures (en hachuré)

Le potentiel hydrique interne constitue l'une des meilleures expressions de l'état de l'eau dans les végétaux. Avec l'ouverture des stomates, il conditionne l'intensité assimilatrice et, selon KRAMER (12), « il apparaît être le plus étroitement lié aux processus physiologiques et biochimiques qui contrôlent la croissance ». La plupart des auteurs mesurent le potentiel hydrique interne des tissus foliaires à l'état de vapeur par la méthode psychrométrique, très précise, mais exigeant un matériel sophistiqué, difficilement utilisable sur le terrain. Nous avons, comme dans nos précédentes mesures (6), caractérisé cet état par la mesure du potentiel de l'eau dans la vascularisation ( $\psi$ ) par la méthode dite « de la chambre de pression » de SCHOLLANDER et collab. (19). Outre la rusticité du matériel utilisé, certains auteurs admettent que les différences trouvées entre ces deux méthodes sont suffisamment faibles pour qu'il existe une très bonne corrélation entre ces deux grandeurs, chez les herbacées en particulier (5,7,8).

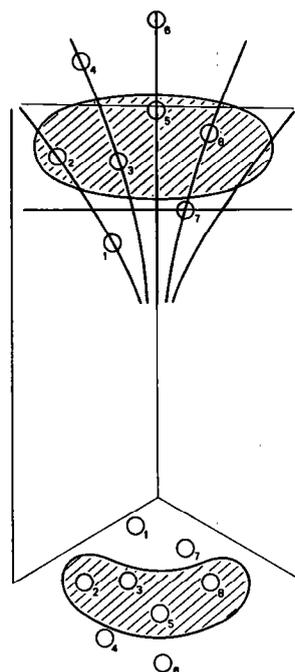


Fig. 2 - Répartition spatiale des points de mesure dans une touffe (en hachuré la zone la plus favorable pour obtenir des valeurs représentatives de l'état hydrique de l'ensemble de la touffe)

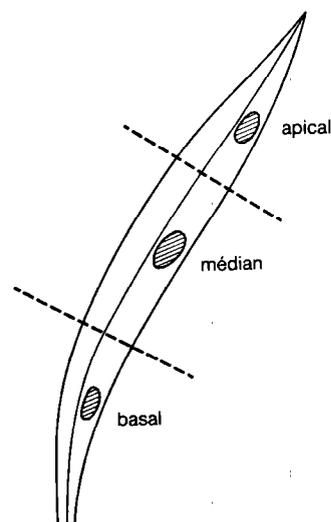


Fig. 3 - Niveaux des mesures de ( $r_p$ ) sur les feuilles

Dans le but d'établir des corrélations possibles entre les valeurs de ( $r_p$ ) et de ( $\psi$ ) les séries de mesures sont réalisées dans un intervalle de temps très court (quelques minutes) et sur un même organe foliaire.

J. Boyer

## Croissance et production de matière sèche

La production sur pied, déterminée pour chaque cycle d'exploitation par coupe des parties aériennes faites à 5-10 cm au-dessus du niveau du sol, est exprimée en kg de matière sèche (séchage à l'étuve à ventilation à 70 °C) produite par m<sup>-2</sup> de sol cultivé. Ceci permet en outre de calculer la vitesse moyenne journalière de croissance (en g de matière sèche).

## Efficience de l'utilisation de l'eau

Elle est calculée en faisant le rapport entre les valeurs de l'évapotranspiration, cumulées pendant toute la durée de chaque cycle d'exploitation, et de la production sur pied. On l'exprime en nombre de litres théoriquement nécessaires pour élaborer 1 kg de matière sèche.

## RÉSULTATS OBTENUS

### Valeurs simultanées de ces deux composantes du régime hydrique interne

Les différentes périodes les plus caractéristiques de l'année, au cours desquelles la croissance et la production de ces plantes varie notablement, ont été représentées par quatre journées types (les résultats sont schématisés par les graphiques de la figure 4. Chez les deux plantes retenues : *Andropogon gayanus* (Ag) et *Brachiaria brizantha* (Bb), les valeurs limites atteintes par le potentiel hydrique dans la vascularisation ( $\psi$ ) correspondent à des valeurs de ( $r_e$ ) comprises entre 3,0 et 5,0 s.cm<sup>-1</sup>.

L'étude graphique des relations existant entre ces deux composantes permet de confirmer ces valeurs. La figure 5 montre en effet que l'on retrouve, dans les courbes de la relation ( $\psi - r_e$ ), deux phases qui se distinguent nettement par une rupture de pente. Chez *A. gayanus*, elle se produit pour des valeurs de la résistance épidermique ( $r_e$ ) comprises entre 2,8 et 4,9 s.cm<sup>-1</sup>, -10,5 et -13,5 bars en ce qui concerne le potentiel hydrique. Pour *B. brizantha*, ces valeurs deviennent respectivement, pour les mêmes composantes : 2,9 à 5,1 s.cm<sup>-1</sup> et -14,0 à -17,5 bars. L'existence de ces deux phases peut être caractérisée par deux

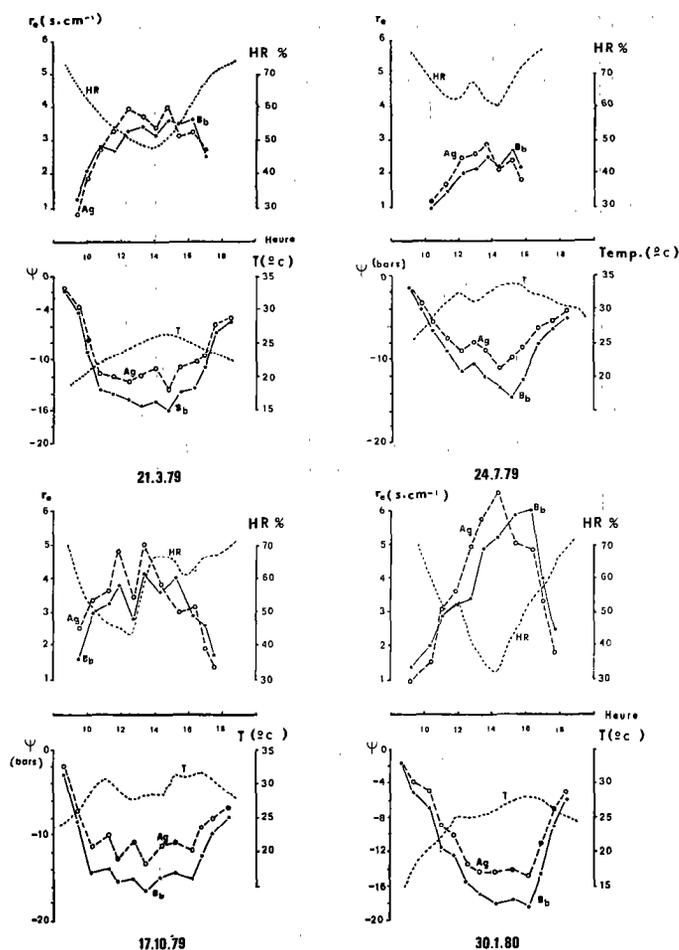


Fig. 4 - Valeurs simultanées de la résistance épidermique au flux de vapeur ( $r_e$ ) et du potentiel de l'eau dans la vascularisation ( $\psi$ ) chez *Andropogon gayanus* (Ag) et *Brachiaria brizantha* (Bb), au cours de quatre journées types de l'année à Sangalkam (région du Cap-Vert) T : température atmosphérique (°C) ; HR : humidité relative de l'air (%)

droites de régression dont la pente est très différente : la première est forte, avec une élévation lente des valeurs de ( $r_e$ ) et une diminution rapide des potentiels hydriques ( $\psi$ ). Ceci indique, chez les deux cultivars, que les stomates restent ouverts jusqu'à une valeur limite de ( $r_e$ ) d'environ 3,0 s.cm<sup>-1</sup>, qui marque le début d'un mouvement de fermeture qui se poursuit jusqu'à ce que cette composante atteigne une valeur voisine de 5,0 s.cm<sup>-1</sup>. Par contre, ils se différencient par l'évolution des valeurs de leur potentiel hydrique ( $\psi$ ). Chez *B. brizantha*, la pente est plus élevée au cours de cette phase, avec un abaissement corrélatif plus grand des valeurs de ( $\psi$ ).

Dans la seconde phase, l'évolution est sensible-

ment la même chez les deux cultivars, mais on note cependant que les valeurs de ( $\psi$ ) sont nettement plus basses pour les *B. brizantha* (-17 à -19 bars), alors qu'elles ne s'abaissent pas au-dessous de -15 bars chez *A. gayanus*.

Par conséquent, *Andropogon gayanus* apparaît le plus sensible au stress hydrique puisque les stomates se ferment pour des valeurs de ( $\psi$ ) comprises entre -10,5 et -13,5 bars. *Brachiaria brizantha*, en revanche, est moins sensible, puisque ces mêmes valeurs s'échelonnent entre -14,0 et -17,5 bars.

On peut donc penser que la différence de comportement hydrique de ces deux cultivars peut se répercuter de la façon suivante sur les échanges gazeux photosynthétiques, donc sur leur productivité en matière sèche :

- Dans la première phase d'élévation lente des valeurs de ( $r_p$ ), la pente des droites de régression ( $\psi - r_p$ ) est plus faible pour *A. gayanus*, ce qui traduit un meilleur transit de l'eau que chez *B. brizantha*, tout au moins dans de bonnes conditions d'alimentation hydrique. Cependant, les valeurs les plus basses de la composante ( $\psi$ ) pour laquelle débute la fermeture des stomates pour *B. brizantha* indique chez ce dernier qu'il est moins sensible au stress hydrique qu'*A. gayanus*. KLAR et collab. (11) observent à ce sujet sur trois lots de *Panicum max.* dont l'un est journellement bien alimenté en eau et les deux autres soumis à des cycles de sécheresse du sol plus ou moins sévères, que les lots préconditionnés à la sécheresse offrent des valeurs plus basses de ( $\psi$ ) que celui alimenté en eau, en particulier au moment où se ferment les stomates. Ils interprètent ce fait comme une meilleure adaptation à

la sécheresse des sujets préconditionnés, qui ont donc des possibilités de production plus élevées en période de stress hydrique que ceux journellement bien alimentés en eau.

- Dans la seconde phase d'élévation plus rapide des valeurs de ( $r_p$ ), et au cours de laquelle les stomates se ferment, les pentes des droites de régression sont très identiques dans les deux cas ; mais les valeurs nettement plus basses de ( $\psi$ ) observées chez les *B. brizantha* confirment bien qu'à valeur égale de cette composante, il est capable de maintenir ses stomates plus ouverts qu'*A. gayanus* en période de stress hydrique.

En fait, si les différences observées restent assez faibles, c'est parce que ces observations ont été effectuées sur des cultures régulièrement irriguées, et dont les sujets ne subissent qu'occasionnellement ou d'une façon tout à fait passagère les effets des stress hydriques. Comment ceci se traduit-il sur le plan de la production en matière sèche ?

### Relations possibles entre le comportement hydrique de ces graminées et leur production sur pied

Les résultats portés dans le tableau II représentent une période d'observation qui s'étend sensiblement sur une année complète d'exploitation (cycles numéros 26 à 33) soit du 6-2-1979 au 5-2-1980. L'examen des données relatives à la production en matière sèche (P), à la vitesse de croissance ( $V_c$ ) et à l'efficacité de l'utilisation de l'eau (E) montrent une sensible supériorité de *Brachiaria brizantha* sur *Andro-*

TABLEAU II Production en matière sèche P (kg/m<sup>2</sup>), vitesse de croissance  $V_c$  (g/J) et efficacité de l'utilisation de l'eau E (l/kg) chez deux cultivars pendant une année complète d'exploitation (8 cycles consécutifs).

Cycle	Date	<i>Brachiaria brizantha</i>			<i>Andropogon gayanus</i>		
		P (kg/m <sup>2</sup> )	$V_c$ (g/J)	E (l/kg)	P (kg/m <sup>2</sup> )	$V_c$ (g/J)	E (l/kg)
26	6-02-79 - 26-03-79	0,620	12,65	285	0,575	11,75	308
27	27-03-79 - 9-05-79	0,915	20,80	211	0,715	16,25	271
28	10-05-79 - 20-06-79	0,895	21,30	195	0,780	18,55	224
29	21-06-79 - 31-07-79	0,850	20,75	215	0,885	21,60	206
30	01-08-79 - 11-09-79	0,800	19,05	198	0,570	13,55	278
31	12-09-79 - 23-10-79	0,630	15,00	260	0,505	12,00	296
32	24-10-79 - 10-12-79	0,670	13,95	255	0,495	10,30	345
33	11-12-79 - 05-02-80	0,595	10,60	274	0,475	8,50	343
Total	06-02-79 - 05-02-80 (364 jours)	5,975	16,40	232	5,000	13,75	277

J. Boyer

*pogon gayanus*, au cours des périodes où s'exercent certaines contraintes du climat (basses températures, élévation de la demande évaporative, échauffement excessif des surfaces). Globalement, en effet, la production sur pied de *B. brizantha* est supérieure de près de 20 p.100 à celle de *A. gayanus*. Mais on peut constater que ceci se répercute assez irrégulièrement tout au long de l'année. Sauf pour le cycle n° 29 de début d'hivernage (21-6 au 31-7-1979), la production sur pied est toujours supérieure pour *B. brizantha*, ce qui entraîne corrélativement une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau (E).

Il ressort par conséquent de cet examen que ces différences dans la productivité des deux cultivars ne peuvent être uniquement rapportées aux différences, en outre faibles, de comportement hydrique qui existent entre eux. Néanmoins, il est probable qu'elles peuvent jouer un rôle non négligeable dans des conditions moins favorables que celles créées à Sangalkam, dans un but purement expérimental.

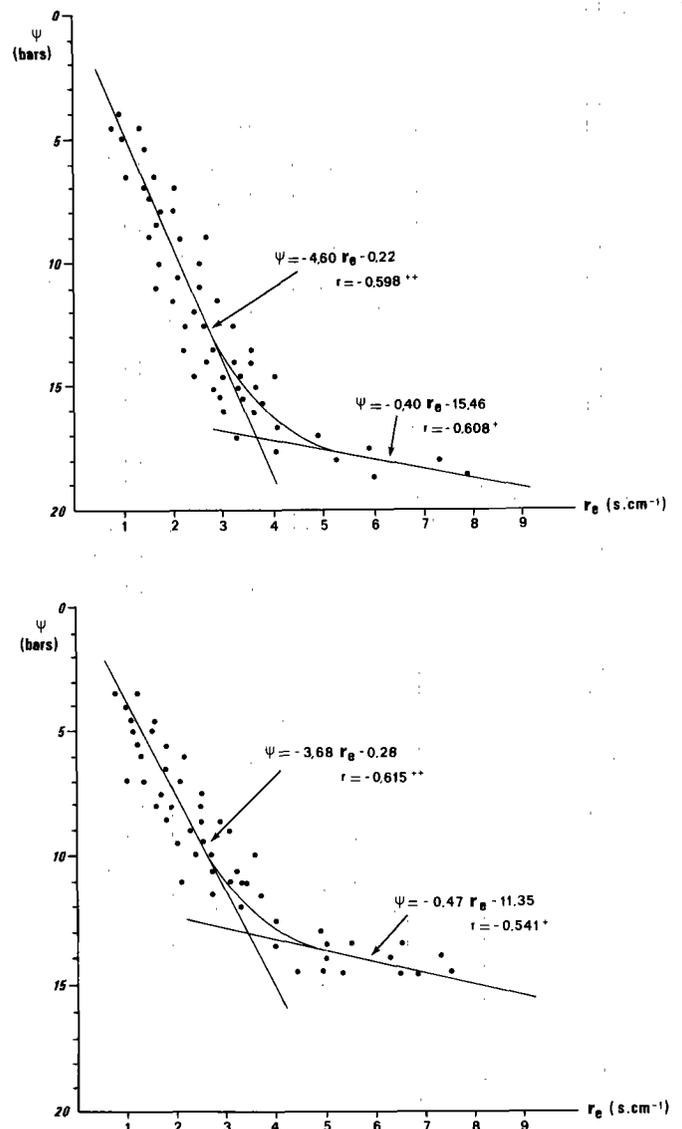
Dans ces conditions, en effet, deux hypothèses principales peuvent être retenues pour expliquer, en partie tout au moins, l'abaissement plus ou moins net des échanges gazeux chez ces deux cultivars, et par conséquent de l'activité de croissance.

- Déséquilibre dans l'alimentation en eau provoquant, au niveau des tissus assimilateurs, une fermeture des stomates qui se traduit alors par un ralentissement plus ou moins marqué des échanges gazeux photosynthétiques et par une chute de croissance. Dans les conditions de nos observations, où l'apport d'eau est en général suffisant, puisque les modules d'irrigation sont établis d'après les données fournies par le bac d'eau libre (formule de RIOU dite du « bac corrigé »), cette hypothèse est vraisemblable toutes les fois qu'il se produit une forte élévation de la demande évaporative. Les courbes représentant l'évolution des valeurs de la résistance épidermique ( $r_e$ ) montrent l'exemple d'une telle évolution au cours d'une partie de la journée du 17-10-1979 et surtout le 30-1-1980 (Fig. 4). Dans ces conditions, les mouvements de fermeture des stomates apparaissent plus précoces chez *A. gayanus* que chez *B. brizantha*. Chez ces derniers, la meilleure aptitude à supporter les stress hydriques se traduit par des valeurs plus basses du potentiel de l'eau dans la vascularisation ( $\psi$ ) induisant la fermeture des stomates et un maintien de l'activité assimilatrice.

- Blocage dans le métabolisme du  $\text{CO}_2$  : on sait en effet que ces deux graminées sont des plantes dites

« en  $\text{C}_4$  », dont l'enzyme de fixation du  $\text{CO}_2$  externe aurait son optimum d'activité pour des températures de l'ordre de 30 à 40 °C. Dans les conditions de Sangalkam, où il est très fréquent que les températures atmosphériques soient inférieures à 30 °C, il est vraisemblable que se produise une réduction de l'efficacité des mécanismes biochimiques impliqués dans les phénomènes internes de carboxylation. On constate en effet, pour le cycle 26 par exemple, période au cours de laquelle les températures atmosphériques restent le plus souvent voisines ou inférieures à 25 °C, une productivité plus faible qu'au cours des autres

Fig. 5 – Relations entre les valeurs du potentiel de l'eau ( $\psi$ ) et la résistance épidermique ( $r_e$ ) chez *B. brizantha* et *A. gayanus* à Sangalkam (région du Cap-Vert)



cycles, bien que les conditions matérielles d'exploitation y soient les mêmes. Ce phénomène est d'ailleurs un peu plus accentué chez *A. gayanus* que pour *B. brizantha*.

Il est donc probable que ces deux processus contribuent, séparément ou conjointement, au phénomène de réduction de la croissance. Les deux effets peuvent en effet s'ajouter, comme il est probable que ce soit le cas pendant la période de déroulement du cycle n° 33 (11-12-1979 au 5-2-1980), au cours duquel on peut constater les plus basses productivités sur pied de toute l'année. La chute est d'ailleurs nettement plus accentuée chez *A. gayanus* que chez *B. brizantha*.

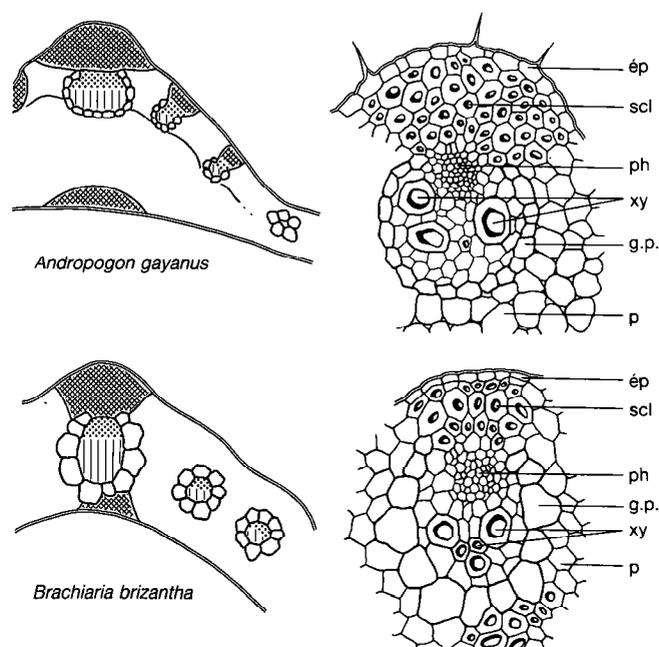


Fig.6 - Anatomie de la feuille de ces deux graminées  
 ép : épiderme - scl : sclérenchyme - ph : phloème  
 g.p. : gaine périvasculaire externe - xy : xylème  
 p : parenchyme (d'après GROUZIS, 1976)

Ces observations peuvent en outre être rapprochées des deux faits suivants. Le premier réside dans l'examen des aires géographiques naturelles de dispersion de ces deux graminées. *Andropogon gayanus* est largement répandu dans toutes les savanes de l'Afrique (d'après BOWDEN, 2, 3) et en général partout où l'action des basses températures et l'altitude ne limite pas sa distribution (14). *Brachiaria brizantha*, par contre, croît surtout en altitude (Afrique centrale, Madagascar), là où les moyennes thermiques sont nettement plus faibles (1,21). Le second est que l'examen histologique du limbe de leurs feuilles matures montre des différences assez nettes : chez *A.*

*gayanus*, GROUZIS (9) remarque en effet que les cellules de la gaine prévasculaire, au niveau desquelles s'effectuerait l'incorporation du  $\text{CO}_2$  au cycle Calvin, sont nettement moins développées que celles de *B. brizantha*, particulièrement au niveau de la nervure centrale (Fig. 6). Bien que toutes deux appartiennent au groupe des plantes dites « en  $\text{C}_4$  », on sait maintenant que ce classement n'est pas rigide et qu'il peut exister pour chacune d'elle une certaine « flexibilité physiologique » (17).

## DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSION

Le comportement hydrique de deux graminées réputées à hauts rendements fourragers : *Andropogon gayanus* et *Brachiaria brizantha*, a été caractérisé par examen simultané de la résistance épidermique à la diffusion de la vapeur d'eau ( $r_s$ ) et le potentiel de l'eau dans la vascularisation ( $\psi$ ). Dans les conditions de nos observations, l'évolution journalière des valeurs de ( $r_s$ ) montre que des mouvements de fermeture des stomates interviennent chaque fois que le régime des vents élève fortement la demande évaporative.

Dans ces conditions, les deux cultivars offrent un grand parallélisme de leur comportement hydrique. Cependant, on peut constater que le mouvement de fermeture des stomates s'amorce et se termine de façon un peu plus précoce chez *A. gayanus* que chez *B. brizantha*. Cette plus grande sensibilité aux stress hydriques d'*A. gayanus* se répercute par une diminution plus précoce des échanges gazeux photosynthétiques que chez *B. brizantha*. De même, les valeurs du potentiel hydrique dans la vascularisation ( $\psi$ ), observées à la fermeture des stomates, sont toujours plus élevées pour les *A. gayanus* que pour *B. brizantha*. Ce fait est reconnu comme indiquant une moins bonne adaptation aux effets de la sécheresse des premiers par rapport aux seconds. Ces deux faits peuvent être rapprochés des résultats obtenus au cours d'une année complète de production de ces deux cultivars : la production sur pied est presque toujours supérieure chez *B. brizantha*, avec une répartition saisonnière plus régulière que chez *A. gayanus*.

Néanmoins cette supériorité dans le comportement de *B. brizantha* est souvent peu nette, d'autant plus qu'il n'existe pas, dans les conditions de ces observations, de périodes de pénurie en eau suffisamment sévères pour induire des différences marquées dans les réactions de ces deux cultivars.

J. Boyer

On peut toutefois douter que l'écart global annuel de 20 p.100 qui sépare les valeurs de la production en matière sèche de ces deux cultivars, soit essentiellement dû aux différences relevées dans les valeurs des résistances épidermiques ( $r_e$ ) et des potentiels hydriques ( $\psi$ ). Le régime thermique saisonnier dans cette zone rend plausible l'hypothèse d'un blocage dans le métabolisme du  $CO_2$ , et les deux processus pourraient, séparément ou conjointement, contribuer au phénomène de réduction de la croissance. Bien qu'il s'agisse dans les deux cas de plantes « en  $C_4$  », il est bien certain que la sensibilité aux basses températures peut varier notablement d'une espèce à l'autre. Dans ce domaine, l'examen des aires de répartition naturelle de ces deux cultivars tendrait à montrer la meilleure tolérance de *B. brizantha* aux basses températures.

Cette étude n'apporte pas de conclusion très originale, mais elle permet tout de même de recommander

une méthode très simple permettant de tester à la fois la résistance du matériel végétal utilisé aux contraintes climatiques non modifiables du milieu, ainsi que l'efficacité de certaines techniques culturales comme l'irrigation, qui sont le plus souvent appliquées à grands frais. Confirmant en cela les observations de LUDLOW (13) sur *Panicum maximum*, on peut en effet admettre que chez ces graminées fourragères, et autres herbacées « en  $C_4$  », l'activité photosynthétique diminue beaucoup dès qu'on atteint un potentiel hydrique interne de  $-12$  bars et au-dessous de cette valeur.

L'appareillage utilisé pour effectuer cette mesure est intéressant car il peut être réalisé localement ; de plus, il est d'une conception et d'un maniement très simples. Il permet d'effectuer facilement un grand nombre de mesures sur le terrain, et comme il est d'un coût et d'un entretien relativement modiques, cela le met à la portée de tous les expérimentateurs. ■

**BOYER (J.).** Hydric behaviour of two Senegalese cultivated fodder plants (*Andropogon gayanus* and *Brachiaria brizantha*) facing their environmental constraints. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (3) : 443-451

In senegal, cropping of high-yield grasses requests strict water control considering its cost by spray irrigation. Under such conditions, knowledge and establishment of their hydric behaviour is an absolutely necessary step for a profitable payout of the delivered water. At Sangalkam Station (Cape Vert peninsula), observations over several years show that seasonal growth and dry matter contents are significantly influenced by two climatic factors, i.e. evaporative demand and atmosphere temperature. The first one acts on epidermic resistance values to vapor diffusion and hydric potential ; two characteristics of plant-atmosphere gaseous exchange levels and physical conditions of resistance to water circulation in the plant itself. The second is of major influence over external  $CO_2$  fixation and biochemical mechanisms involved in the internal phenomena of carboxylation. Thus, jointly, or separately, these two processes contribute to reduce the plant seasonal rate of growth. Sensibility to climate non-dependent factors must therefore be taken for consideration when selecting genetic strains. *Keys words* : Fodder grasses - *Andropogon gayanus* - *Brachiaria brizantha* - Stomatic motions - Internal hydric potential - Growth - Dry matter contents - Water efficiency -  $C_4$  level plants.

**BOYER (J.).** Comportamiento hídrico de dos plantas forrajeras cultivadas en Senegal (*Andropogon gayanus* y *Brachiaria brizantha*) en función de las coacciones del medio. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (3) : 443-451

En Senegal, el cultivo de ciertas graminéas reputadas por sus rendimientos forrajeros elevados, necesita el dominio de la alimentación con agua repartida costosamente bajo forma de irrigación por aspersión. En estas condiciones, el conocimiento de su comportamiento hídrico es indispensable si se quiere rentabilizar el agua traído. En Sangalkam (Península del Cabo Verde), varios años de observaciones mostraron que dos factores climáticos : la petición evaporativa y la temperatura atmosférica influyen mucho el crecimiento estacional y los rendimientos de materia seca. El primero ejerce acción sobre los valores de la resistencia epidérmica a la difusión del vapor de agua y del potencial del agua en la vascularización que caracterizan respectivamente las tasas de los cambios gaseosos planta-atmósfera y el estado físico de resistencia a la circulación del agua en la planta. El segundo influencia mucho la fijación del  $CO_2$  externo y los mecanismos bioquímicos implicados en los fenómenos internos de carboxilación. Ambos procesos contribuyen, separadamente o conjuntamente, a la reducción estacional de las tasas de crecimiento de dichas plantas. Así se debe elegir líneas al tomando en cuenta su sensibilidad a los factores no modificables del clima. *Palabras claves* : Gramíneas forrajeras - *Andropogon gayanus* - *Brachiaria brizantha* - Movimientos estomáticos - Potencial hídrico interno - Factores climáticos - Irrigación - Crecimiento - Producción de materia seca - Eficiencia de agua - Plantas en  $C_4$ .

## BIBLIOGRAPHIE

1. BOUDET (G.). Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. 2<sup>e</sup> éd. Paris, Ministère Coop., 1975. 224 p. (Coll. IEMVT, Manuels et Précis d'Elevage n°4).
2. BOWDEN (B. N.). Studies on *Andropogon gayanus* Kunth. Use in agriculture. *Emp. J. exp. Agric.*, 1963, **31** : 267-273.

3. BOWDEN (B. N.). Studies on *Andropogon gayanus* Kunth. An outline of its biology. *J. Ecol.*, 1964, **52** : 55-271.
4. BOYER (J.). Etude écophysiological de la productivité de quelques plantes fourragères au Sénégal (I et II). Dakar, ORSTOM, 1976, 12 et 20 p.
5. BOYER (J. S.). Leaf water potential measured with a pressure chamber. *Plant Physiol.*, 1967, **42** : 3-137.
6. BOYER (J.), GROUZIS (M.). Etude écophysiological 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. ORSTOM, sér. Biol.*, 1977, **12** : 49-267.
7. DEROO (H. C.). Leaf water potential of sorghum and corn, estimated with the pressure bomb. *Agron. J.*, 1969 **61** : 969-970.
8. DUNIWAY (J. M.). Comparison of pressure chamber and thermocouple psychrometer determinations of leaf water status in tomato plants. *Plant physiol.*, 1971, **48** : 106-107.
9. GROUZIS (M.). Transpiration, potentiel hydrique et résistance à la circulation de l'eau chez trois graminées fourragères tropicales. Dakar, ORSTOM, 1976. 27 p.
10. JONES (H. G.). Assessment of stomatal control of plant water status. *New Phytol.*, 1974, **73** : 851-859.
11. KLAR (A. E.), USBERTI (J. A.), HENDERSON (D. W.). Differential responses of guinea grass populations to drought stress. *Crop. Sci.*, 1979, **18** : 853-857.
12. KRAMER (P. J.). Plant and soil water relationships : a modern synthesis. New-York, McGraw-Hill, 1969. 482 p.
13. LUDLOW (M. M.). Effect of water stress on the decline of leaf net photosynthesis with age. *In* : Environmental and biological control of photosynthesis. The Hague, Netherl., W. JUNK, 1975. pp. 123-134.
14. MONNIAUX (G.). Structure génétique des populations naturelles d'*Andropogon gayanus* Kunth. au Sénégal. Dakar, ORSTOM, 1978. 103 p.
15. MONTEITH (J. L.), BULL (T. A.). A diffusive resistance porometer for field use. II- Theory, calibration, and performance. *J. appl. Ecol.*, 1970, **7** : 623-638.
16. PARKINSON (K. J.), LEGG (B. J.). A continuous flow porometer. *J. appl. Ecol.*, 1972, **14** : 643-647.
17. QUEIROZ (O.). Voies de fixations du CO<sub>2</sub> externe et leur signification adaptative et physiologique. *In* : Photosynthèse et production de matières organiques. Gif-sur-Yvette, Table ronde, CNRS, 1975. 7 p.
18. RIOU (Ch.). La détermination pratique de l'évaporation. Application à l'Afrique centrale. Mém. ORSTOM n° 80, 1975. 236 p.
19. SCHOLLANDER (P. F.), HAMMEL (H. T.), BRADSTREET (E. D.), HEMMINGSEN (E. A.). Sap pressure in vascular plants. *Science*, 1965, **148** : 339-346.
20. STILLES (W.). A diffusive porometer for field use. I- Construction. *J. appl. Ecol.*, 1970, **7** : 617-622.
21. TOUTAIN (B.). Principales plantes fourragères cultivées. Maisons-Alfort, IEMVT, 1973. 201 p. (Note de synthèse n° 3.)