

ETUDE DE LA TURGESCEANCE FOLIAIRE ET LA PRODUCTION DE MATIERE SECHE CHEZ QUATRE GRAMINEES FOURRAGERES

BOUDELAA M. (1) , BENYOUCEF L.(1) ,
BOUTEBBA A. (1) et BOUSSERRA S.(2)

RESUME

Le poids spécifique des feuilles, c'est à dire le poids des feuilles par unité de surface foliaire, ainsi que la turgescence foliaire à différents stades de croissance phénologiques ont été étudiés chez quatre graminées fourragères:

Lolium multiflorum Lamk, *Lolium multiflorum* var "multimo", *Festuca elatior* L, *Phalaris nodosa* L

Les résultats obtenus montrent une réelle sensibilité de ces deux paramètres aux changements climatiques. La plus grande valeur du poids spécifique observée chez la fétuque peut être attribuée au poids des feuilles plus important. Par contre, en ce qui concerne l'adaptation à la sécheresse, ce sont le ray-grass var. "multimo" et l'alpiste qui s'avèrent mieux disposées à un stress hydrique, en obtenant les meilleures teneurs d'eau dans les feuilles.

Mots clés : Poids spécifique des feuilles, turgescence foliaire, adaptation, production fourragère, climat.

INTRODUCTION

L'amélioration quantitative des paturages a pour base la productivité d'espèces fourragères. Malheureusement, en Algérie, la production fourragère se révèle tous les ans insuffisante par manque de pluie du à l'action directe du climat. Par conséquent, il est très important de rechercher des espèces bien adaptées aux conditions de stress

hydrique.

Naturellement, les végétaux sont dotés de mécanismes de lutte contre la sécheresse et les déperditions d'eau dues aux phénomènes de transpiration. Ces adaptations se traduisent par une série de modification au niveau cellulaire, subcellulaire et moléculaire qui sont dépendantes du patrimoine génétique des espèces [1]. Aussi, la capacité des plantes de garder une turgescence

positive quand le potentiel d'eau diminue est une caractéristique adaptative importante pour le stress hydrique [2].

Plusieurs travaux concernant l'adaptation à la sécheresse et ses relations avec l'activité photosynthétique des plantes ont été réalisés [3][4][5][6][7].

Ce présent travail étudie la turgescence foliaire et la production de matière sèche de 4 graminées fourragères: le ray grass (*Lolium multiflorum* Lamk et *L. multiflorum* var. "multimo") la fétuque (*Festuca elatior* L.), l'alpiste (*Phalaris nodosa* L.) en fonction des stades de croissance.

L'objectif est de déterminer la variation de ces 2 paramètres en fonction des périodes climatiques.

1- MATERIEL ET METHODES

1-1- Climat : la station expérimentale de Fetzara où l'étude a été réalisée est caractérisée par un climat méditerranéen avec une pluviométrie annuelle comprise entre 600 et 700 mm/an et une température annuelle moyenne de 17,5°C [8]. Le tracé du diagramme de Gaussen et Bagnouls (données climatiques sur une moyenne de 25 années de 1945 à 1971) (Fig. 1) permet de distinguer une saison sèche s'étalant en moyenne de Mai à Septembre (5 mois) et une saison humide d'Octobre à Avril (7 mois) [9]. Cette observation révèle un déficit hydrique, accessible par le calcul de l'E.T.P. de 387 mm pour la région de Berrahal [10].

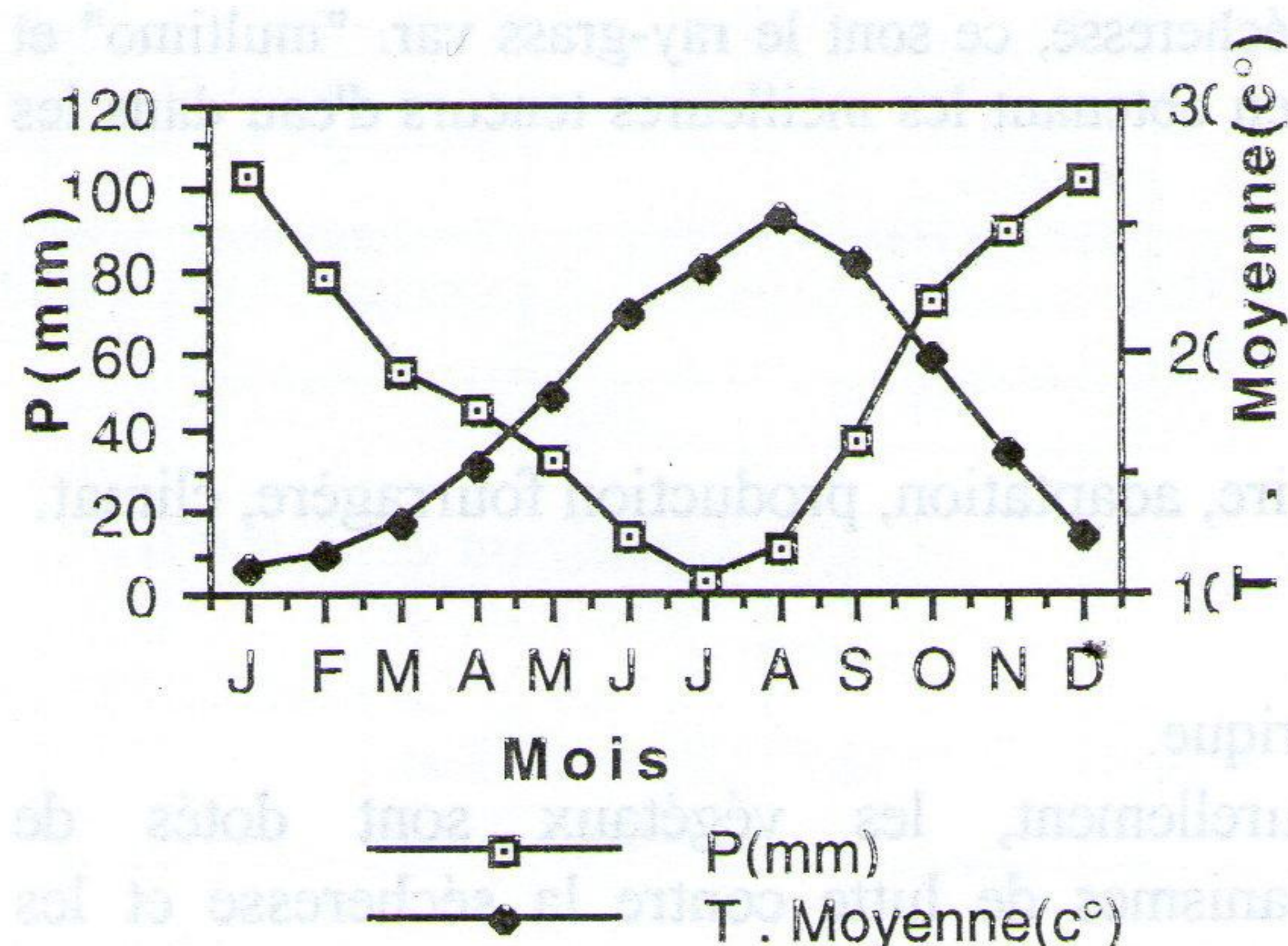


Fig. 2: Diagramme ombrothermique de la région du lac Fetzara

1-2- Plan de culture

Le semis a été effectué en ligne le 15/01/94 sur un sol de texture sallo-argilo-limoneuse [9]. Le dispositif expérimental est un bloc à double répétition. Chaque parcelle est constituée de 2 lignes de 1 m. linéaire. La distance entre les lignes est de 40 cm et entre les parcelles est de 80 cm.

1-3- Caractères mesurés

1-3-1- Turgescence cellulaire des feuilles (R.W.C.)

20 feuilles culminaires par espèces ont été excisées à 11 heures du matin, pesées pour déterminer le

poids frais (F.W.), ensuite placées dans une éprouvette graduée contenant de l'eau distillée pendant 5 heures; ce qui permet de calculer le poids de turgescence des feuilles (T.W.). Le poids sec (D.W.) est utilisé pour déterminer le R.W.C. (Relative Water Content) [7] comme suit :

$$RWC = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100$$

1-3-2- Le poids spécifique des feuilles (P.S.F.)

On a mesuré la surface foliaire d'un sous-échantillon de 20 (les mêmes feuilles qui ont servi à la détermination du R.W.C.) à l'aide d'un planimètre et en même temps on a déterminé le poids sec après passage à l'étuve à 80°C. pendant 48 heures [11]. On a ainsi pu facilement calculer le poids spécifique des feuilles à partir du rapport: Poids sec/ surface foliaire [12].

1.3.3. Calcul statistique

Pour le P.S.F. une étude statistique a été réalisée par l'analyse de la variance à un critère de classification au seuil ($\alpha = 5\%$; $\alpha = 1\%$; $\alpha = 0,1\%$) [13] à l'aide d'un logiciel : Le Minitab.

2. Résultats et discussion

2.1. Résultats

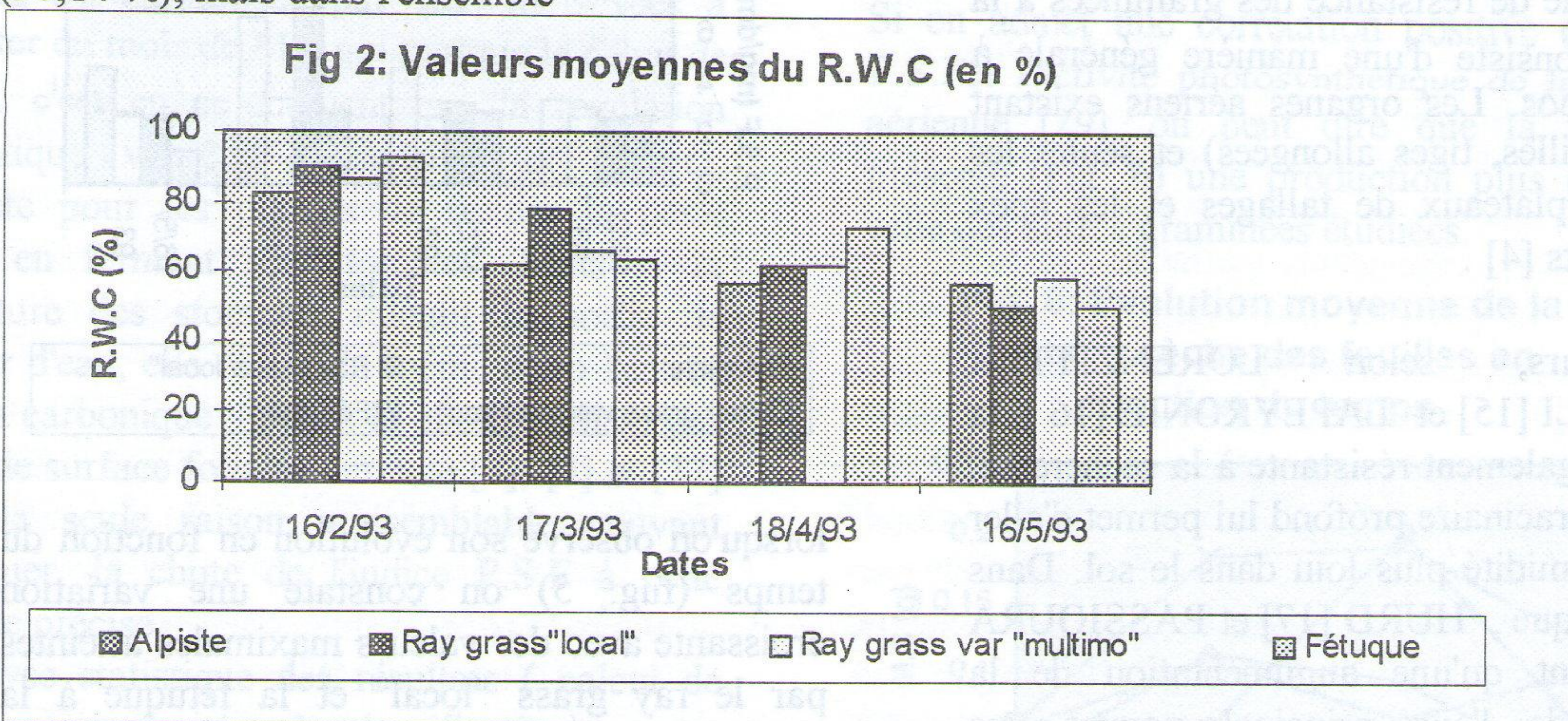
2.1.1. Turgescence des tissus foliaires (R.W. C.)

Quatre mensurations à intervalle d'un mois (16/02, 17/03, 18/04, 16/05/94) ont été effectuées afin de déterminer la teneur relative en eau des tissus foliaires et de voir son évolution en fonction des saisons de croissance des plantes.

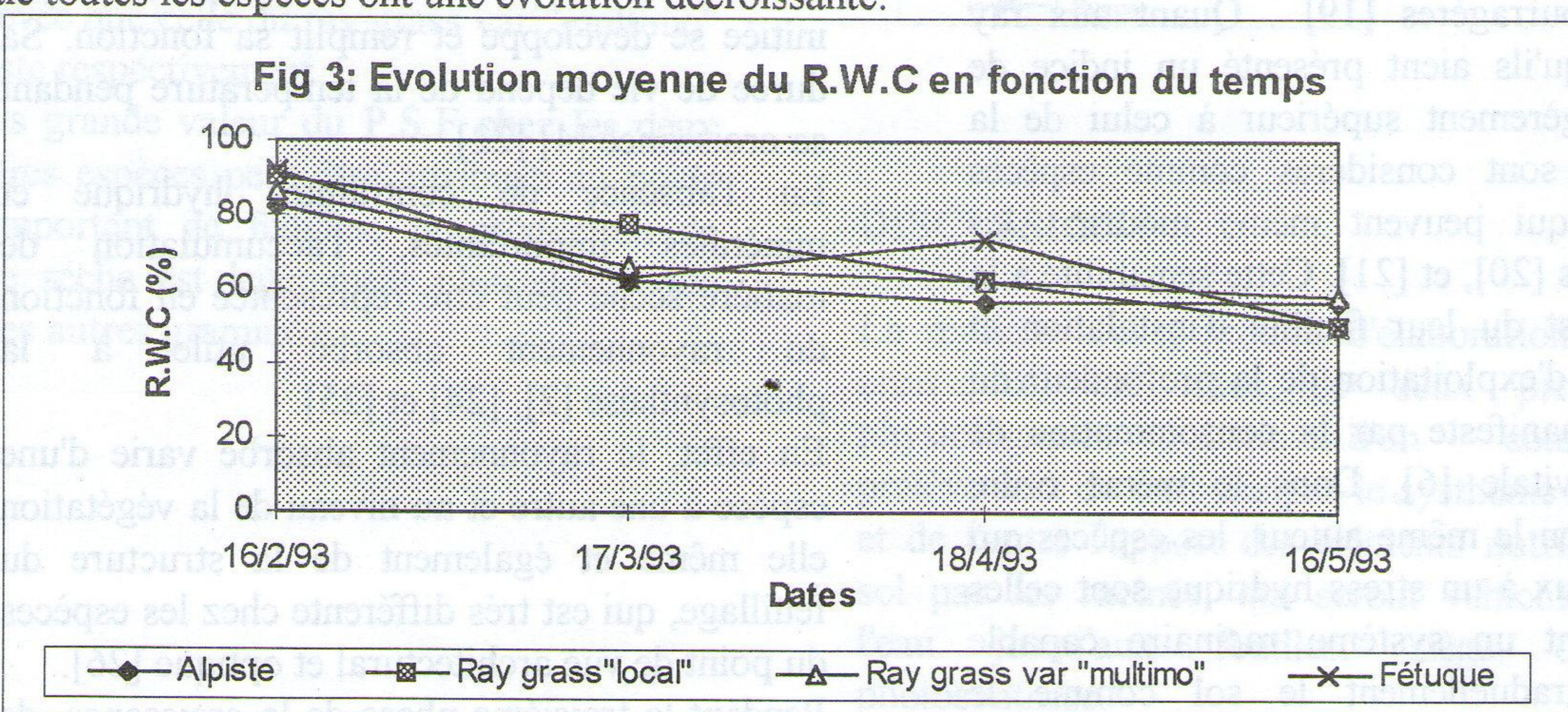
On peut observer (Fig. 2) que le meilleur taux de R.W.C. au stade levée (1ère mesure, du 16/02) a été atteint par la fétuque (92,4 %) suivi du ray grass (90,14 %), mais dans l'ensemble

toutes les espèces étudiées ont été caractérisées par une teneur relative supérieure à 80 %. Par contre, à la quatrième période on constate que c'est le ray grass var " mutimo" et l'alpiste qui se sont distingués par les meilleurs teneurs en eau dose dans les feuilles avec respectivement 58,2 et 57,13 %.

Le ray grass " local " et la fétuque ont obtenu le plus faible taux (50,1 %).



Par ailleurs, la variation des teneurs du R.W.C (Fig. 3) en fonction des différentes dates de prélèvements, autrement dit; en allant de l'hiver vers la fin du printemps; montre que d'une manière générale toutes les espèces ont une évolution décroissante.



En se basant sur les valeurs de la quatrième mensuration effectuées en Mai (16/05) considéré comme mois sec. Il est clair que ce sont les espèces, ray grass var. "multimo" et alpiste qui s'avèrent mieux prédisposées à un stress hydrique, car une fois la sécheresse commencée la plante va essayer de réduire sa transpiration en agissant sur la régulation stomatique [3] et [4]. La seconde réaction de la plante quand le déficit hydrique est encore modéré, c'est de ralentir la croissance aérienne: réduction de la surface foliaire [14] et plus encore réduction du système aérien [6]. La dernière forme de résistance des graminées à la sécheresse consiste d'une manière générale à entrer en repos. Les organes aériens existant meurent (feuilles, tiges allongées) et seules les racines, les plateaux de tallages et les apex restent vivants [4].

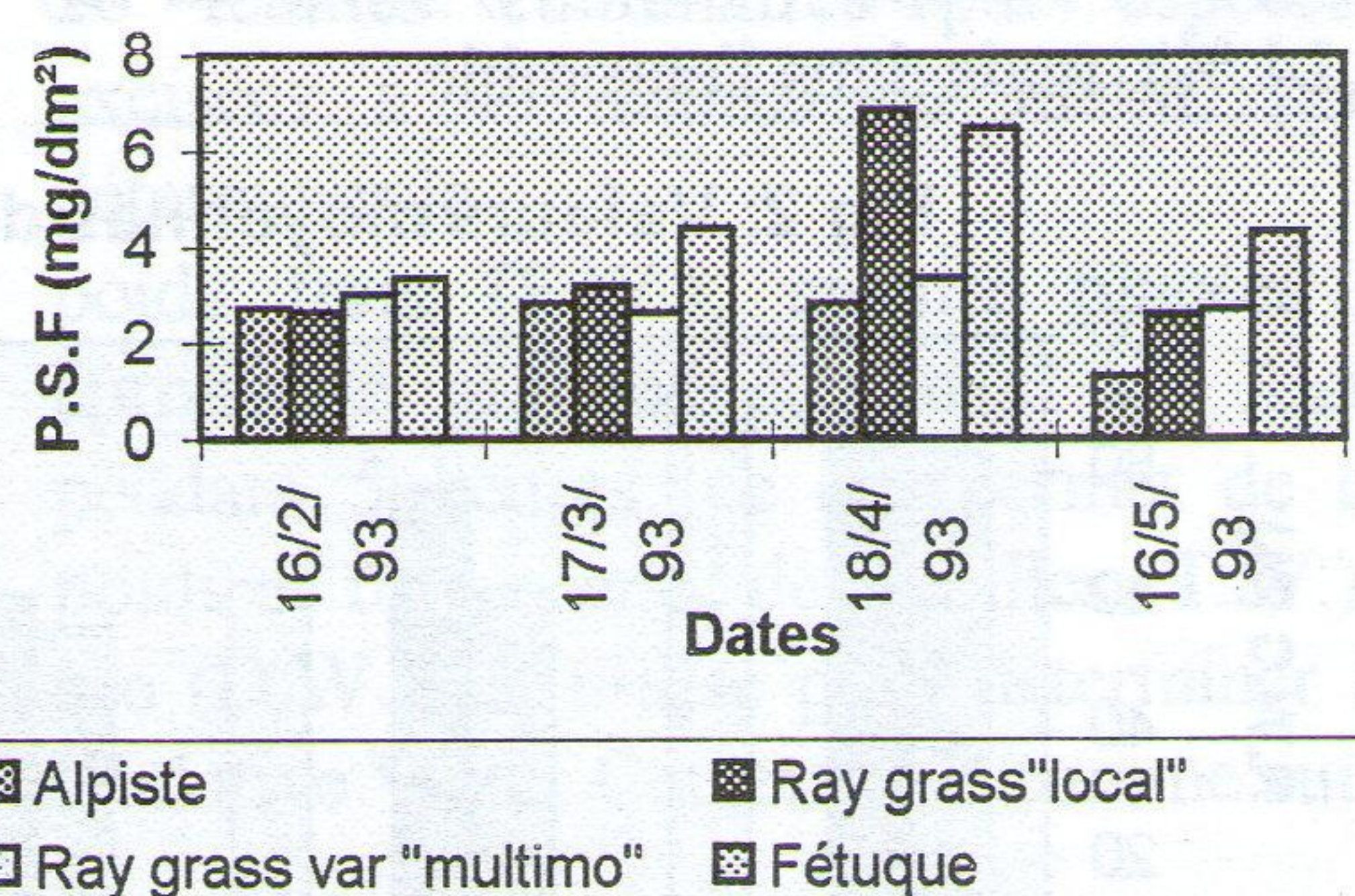
Par ailleurs, selon LORENZITTI, et FACCINELLI [15] et LAPEYRONIE [16], la fétuque est également résistante à la sécheresse. Son système racinaire profond lui permet d'aller chercher l'humidité plus loin dans le sol. Dans la même optique, HURD [17] et PASSIOURA [18] montrent qu'une augmentation de la profondeur de l'axe principal permet une meilleure adaptation à cette contrainte.

En conditions d'été moyennement sec, la fétuque est capable d'assurer une certaine production verte plus longtemps que les autres graminées fourragères [19]. Quant aux ray grass bien qu'ils aient présenté un indice de R.W.C, légèrement supérieur à celui de la fétuque, ils sont considérés comme espèces vulnérables qui peuvent même mourir les années sèches [20], et [21]. Cette sensibilité à la sécheresse est due à leur facilité d'installation et leur rapidité d'exploitation de la profondeur du sol qui se manifeste par la consommation de toute l'eau vitale [6]. Dans le même ordre d'idée, et selon le même auteur, les espèces qui résistent mieux à un stress hydrique sont celles qui possèdent un système racinaire capable d'explorer graduellement le sol comme le dactyle.

3.1.2. LE POIDS SPECIFIQUE DES FEUILLES (P.S.F)

L'examen des résultats (Fig. 4) nous montre que le P.S.F est variable chez les espèces étudiées, est ceci pour les quatre dates de prélèvements des feuilles. Par contre,

Fig. 4: Valeurs moyennes du P.S.F (mg/dm²)



lorsqu'on observe son évolution en fonction du temps (Fig. 5) on constate une variation croissante avec des valeurs maximales atteintes par le ray grass "local" et la fétuque à la troisième date (18/04) puis une diminution brutale pour toutes les espèces en fin de période. Pour faire la lumière sur ces résultats, on peut dire que la feuille est un système qui permet la synthèse de la matière sèche (MS). La feuille initiée se développe et remplit sa fonction. Sa durée de vie dépend de la température pendant sa croissance [4] [22].

En l'absence de contraintes hydrique et minérales importantes, l'accumulation de matière sèche peut être représentée en fonction du rayonnement absorbé utile à la photosynthèse [2], [24] et [25].

En effet, le rayonnement absorbé varie d'une espèce à une autre et au niveau de la végétation elle-même et également de la structure du feuillage, qui est très différente chez les espèces du point de vue architectural et optique [26].

Pendant la troisième phase de la croissance, de la levée jusqu'à la montaison, on note que les valeurs de P.S.F enregistrées, concernant les quatre espèces étudiées, sont d'une façon

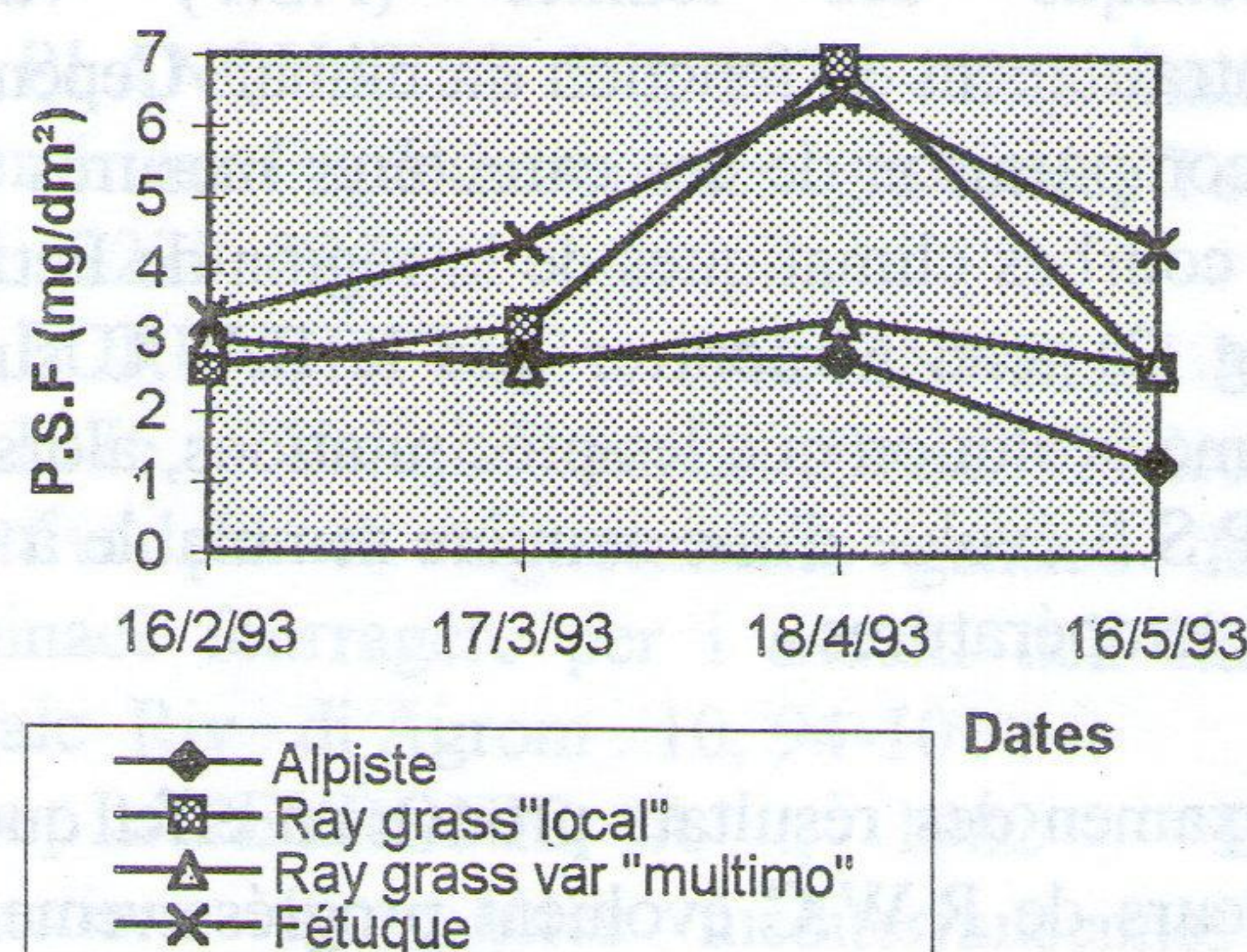
globale, en progression constante: Ceci peut être expliqué par le fait que les les plantes se développent dans une période climatique où les conditions sont favorables (hiver doux avec des précipitation suivi d'une amélioration des températures journalières à l'approche du printemps).

Par contre, durant la quatrième phase de développement des plantes, c'est à dire la Mi-Mai, on a remarqué que l'indice P.S.F a chuté d'une manière notable. Cette chute est certainement causée par des besoins en eau qui se font sentir, sachant que la région du lac Fetzara est caractérisée par cinq mois secs à compter du mois de Mai qui marque le début de stress. c'est en ce moment que la régulation stomatique va être déclenchée et celle-ci, consiste pour les plantes de freiner la perte d'eau en fermant ses stomates. Mais si la fermeture des stomates ralentit la sortie de vapeur d'eau, elle réduit du même coup l'entrée du gaz carbonique (CO₂): la photosynthèse par unité de surface foliaire diminue [3], [4] et [27] c'est la seule raison vraisemblable pouvant expliquer, la chute de l'indice P.S.F à cette période précise.

L'analyse statistique des résultats (calcul de variance à un critère de classification) montre bien l'existence de différences très hautement significatives entre les espèces. La figure 5, montre bien que la valeur du P.S.F chez la fétuque et le ray grass "local" est sensiblement très élevée que celle du ray grass var "multimo" et alpiste respectivement.

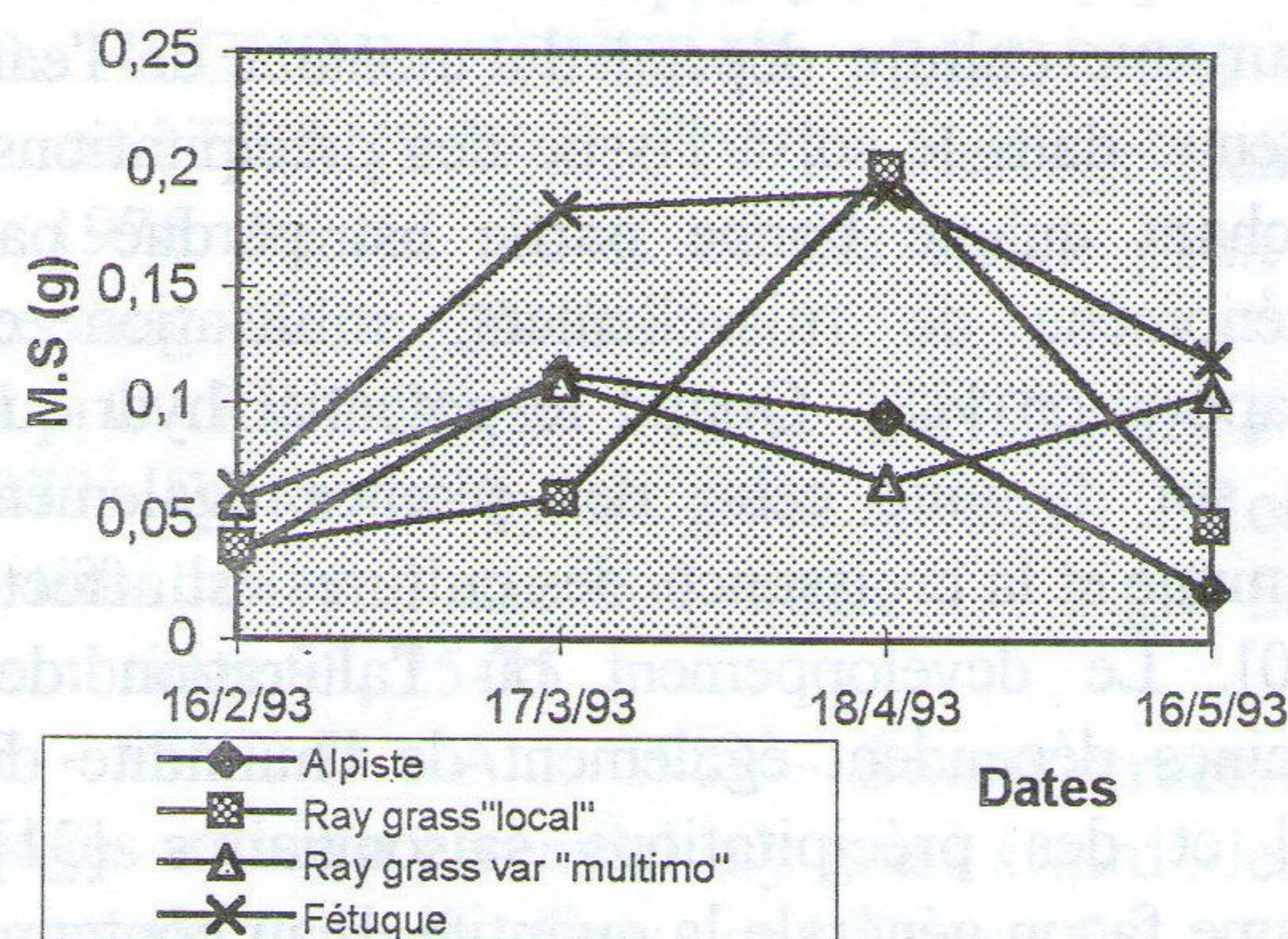
La plus grande valeur du P.S.F chez les deux premières espèces peut être attribuée au poids plus important de feuilles; la production de matière sèche est légèrement plus élevée que celle des autres graminées.

Fig. 5: Evolution moyenne du P.S.F en fonction du temps



Si on admet une corrélation positive entre le P.S.F et l'activité photosynthétique de la partie aérienne [29], on peut dire que la fétuque présente (Fig. 6) une production plus élevée à celle des autres graminées étudiées.

Fig. 6: Evolution moyenne de la matière sèche des feuilles en fonction du temps



DISCUSSION :

La matière sèche, produit d'élaboration de la croissance, est issue de deux processus physiologiques distincts. d'un côté le prélèvement du carbone par le système aérien, et de l'autre l'apport des éléments nutritifs du sol par les racines, qui seront véhiculés par l'eau jusqu'aux feuilles: siège de la photosynthèse.

L'analyse des résultats obtenus montre une réelle sensibilité des paramètres étudiés aux changements climatiques. L'observation des figures 3 et 5 nous fait connaître que la

turgescence foliaire (R.W.C) et le poids spécifique des feuilles (P.S.F) varient contrairement en fonction du climat. Cependant la comparaison de ces caractères mesurés avec les courbes climatiques de la région de Fetzara, (Fig. 2) tend à montrer que le R.W.C suit la même évolution que les précipitations, alors que le P.S.F évolue d'une manière semblable à celle des températures.

L'examen des résultats prouve en effet que les valeurs de R.W.C évoluent progressivement et d'une façon décroissante avec la variation du temps. De l'hiver, date de la première mensuration (16/02) vers la fin du printemps, date de la dernière mensuration (16/05).

Ces données trouvent leur explication dans la maîtrise des connaissances sur les relations hydriques : sol-plante-atmosphère, qui ont permis de préciser que l'état hydrique de la plante n'est qu'un reflet presque parfait de celui du sol [3]. En effet, la quantité d'eau nécessaire pour une culture dépend du montant de l'eau retenue dans le sol à l'issue des précipitations, sachant qu'une bonne partie est perdue par phénomène de ruissellement, infiltration et évaporation [18]. Quand le potentiel hydrique du sol diminue celui des plantes également diminue et la croissance des cultures est affecté [30]. Le développement où l'altération des racines dépendent également de l'humidité du sol et des précipitations saisonnières [31]. D'une façon générale la quantité d'eau contenue par une plante est

toujours le résultat d'un équilibre entre, l'alimentation hydrique, le plus souvent au dépend de l'eau du sol d'une part et la déperdition d'eau par transpiration d'autre part [32]. En outre, il apparaît logique que la turgescence foliaire décroît quand la hauteur des précipitations diminue.

Par ailleurs, la variation croissante et constante de l'indice de production (P.S.F) peut être expliqué par le fait que les plantes évoluent dans une période favorable à la croissance. La disponibilité satisfaisante de l'eau et l'amélioration des températures procurent aux

tissus végétaux une bonne activité métabolique. Par contre, la chute des valeurs de l'indice (P.S.F), à la dernière mensuration (16/05) peut être attribuée non pas aux températures qui n'ont même pas atteint le seuil favorisant une croissance optimale, mais au déficit hydrique qu'a accusé ce mois de Mai, considéré comme sec.

En effet, ANH THU et al [3], rapportent que lorsqu'on assèche progressivement le sol la photosynthèse nette diminue et l'intensité de cette réduction étant fonction du degré d'assèchement. KREIG [33] a observé des réductions significatives dans le nombre total des feuilles quand le sol manque d'eau. Par contre BOYER [34], a trouvé que lorsque le potentiel d'eau des feuilles diminue, l'activité photosynthétique diminue également. Celle-ci est un facteur déterminant pour la croissance et la productivité des végétaux chlorophylliens.

L'action de la carence hydrique sur la photosynthèse peut être due à une modification des résistances à la diffusion du gaz carbonique vers l'intérieur des feuilles par la fermeture des stomates [3], [34]. La perte de l'activité chloroplastique qui accompagne une diminution de la photosynthèse est due à une chute du nombre de réaction de photophosphorylation et transport d'électrons [34]. Ces réactions énergétiques sont associées aux changements de composition des membranes des thylakoides.

Des travaux effectués par YOUNIS et al [35], sur les pertes de photophosphorylation exposées à des teneurs

d'eau faible, montrent que c'est l'enzyme ATP synthétase (Coupling factor) qui change de composition dans les membranes des thylakoides, qui dans de nombreux cas semble liée à la production de l'énergie (transformation de l'ADP en ATP)

Bibliographie

- 1 - DEMARLY Y ,1984 - Mécanismes génétiques de l'adaptation chez les végétaux Bull, Soc 131 Actuel . Bot (1) 125 - 135 .
- 2 - TURNER N - C, 1979 - Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants Interscients, New York, NY, pp 343 -372 .
- 3 - ANH THU PT et VIERA DASILVA, D, B, 1977- Action des déficits hydriques sur la photosynthèse et la respiration des feuilles du cotonnier . Ed Gauthier -Villars pp 183 - 202;
- 4 - GILLET M , 1980 - les graminées fourragères . Description, fonctionnement application à la culture de l'herbe . Ed Gauthier - Villars 306p .
- 5 - RACIO A, 1985- Water retention capability of *tritium durum* . cultivars receiving 2 different water regimes . Genet . Agri 39, 409-416 .
- 6 - TOMAS H ., 1986 - Water use characteristics of *Dactylis glomerata* L and *Lolium multiflorum* L plants .
- 7 - RASCIO A , SORRENTINO G, CEDOLA M . C, PASTOR D, WITTNER G, 1987 Osmotic and Elastic adjustment of durum wheat leaves under drought stress conditions Genet . Agri . 41 : 427-436 .
- 8 - SELTZER P ., 1946 - Le climat d'Algérie .Ed le typo-litho et Jules caroussel . 219 p .
- 9 - BOUDELAA M, 1992 - Contribution à l'étude biométrique de trois populations locales de graminées fourragères . Thèse de Magistère Université d'Annaba, 96p .
- 10 - DEBELAIR G, 1981 6 Biographie et aménagement de la plaine de la Mafragh de Annaba . Thèse Doc .3^{ème} cycle 143p .
- 11 - CORNET M ., 1984 - Détermination de la teneur en matière sèche des fourrages Ser.Ed Star. ITCF. 05029 1-3 .
- 12 - NOITAKIS B ., 1986 - Le poids spécifique des feuilles : Un indice de production de 4 graminées fourragères . Rev . Agron . 6 (1) 115-117
- 13 - DAGNELIE P ., 1984- Théories et Méthodes statistiques . Tome 2 .Applications agronomiques .Ed . press Agron GEMBLOUX 463 . P
- 14 - PLANQUAERT P ., 1979 - Exploitation des prairies : Exploitation des graminées Tech. Agri . 2230, 22-30.
- 15 - LORENZETTI F ., FALCINNELLI M . M., 1976 - Valutazione di specie variere e direttive per il miglioramento genetico delle graminacee fourragère per i asciuti dell Italia centrale Riv . di Agrom . 10, 94-101 .
- 16 - LAPEYRONIE A ., 1982 - Les productions fourragères méditerranéennes . Caractères botaniques et Biologiques Ed . Larousse et Maisonneuve 452 p .
- 17 - HURD E. A ., 1968 - Growth of roots of seven varieties of spring wheat at high and low moisture levels . Agron . J . 201-205 .
- 18 - PASSIORA J.B, 1993 - Roots and drought resistance Agri . Water . Manager ., 7 : 265-280 .
- 19 - LEMAIRE G ., 1978-Dactyle ou Fétuque élevée Rev . Four . N° 23, 3-6 .
- 20 - HUGHS R ., JONES EL ., RUSHTOW W H , and EVANS W B ., 1977 - Herbage yields in 1976 Annual report of the welch plant . breeding station .39-43 .
- 21 - GARWOOD E . A and SINCLAIR J ., 1979 - Water use by six grass species . 2 Root distribution and use soil water J . Agri Sci Cambridge 93, 25-35 .
- 22 - VINE D . A ., 1983 - Sward structure changes within a perennial ray grass sward : leaf appearance and death . Grass and Forage Sci ., 38, 23-42 .
- 23 ECKAEDT F.F., BERGER A ., METHY M ., HEIM G ., SAUVEZON R ., 1977 Interception de l'énergie rayonnante, échange de CO₂, régime hydrique et production chez différents types de végétation sous climat méditerranéen .Ed . Gauthiers Villas . Géobio . Ecol . Aménag . 1-76 .
- 24 - GALLAGER J. N and BISCOE P.V 1978 -Radiation absorption growth and yield of cereals .J . agri . Sci . 91, 41-60 .
- 25 - GOSSE G ., VARLET GRANCHER E,C BONHOMME R ., CHARTIER M ., ALLIRAND J M ., LEMAIRE G ., 1986

Production maximale de matière sèche et rayonnement solaire intercepté par un couvert végétal . Rev. Agron. (6/1) 47-56.

26 - DURU M ET LANGLET A ., 1989 - Modélisation of permanent grassland growth in spring .

Indicators for diagnosis and forecasting of dry matter yield . Int . Grass . Congress : 10/4 1989 Nice .

27 - FARQUHAR GD ., WONG . SG and EVANS JR ., 1988 - Photosynthetic and gas exchange 46-62 .

28 - GIMENEZ C ., MITCHELL - V . J and MANZOD . W ., 1992 -Regulation of photosynthe rate of two sunflower hybrids under water stress . Plant, Physio 98 : 516-524

29 -FREY M . N and MOSS D . N ., 1976 - Variation in RUDP ase activity in barley . Crop . Sci ., 16 : 209-213 .

30 - KANEMASU ET ., STEINER J .L , BIERE A .W WORMAN F . D and STONE J.F ., 1983 - Irrigation in the great plains . Agri . Water . Manage, 7 : 175-178 .

31 - SCHMIDT J . W ., 1983 - Drought resistance and wheat breeding Agri . Water . Manage, 7 : 181-194 .

32 - MAZLIAK P ., 1981 - Physiologie végétale . Tome 1 : Nutrition minérale Ed . Herman Coll etudes et methode .

33 - KREIG D . R ., 1983 - photosynthetic activity during stress Agri . Water . Manage, 7 : 249-248 .

34 - BOYER J . S, 1983 - Subcellular mecanisms of plant response to low water potentiel .

Agri . Water . Manage, 7 : 239-248 .

35 - YOUNIS H . M , BOYER J.S and GOVINDJ E.E 1979 - Conformation and activity of chloroplast coupling factor exposed to low chemical potential of water in cells . Biochim . Biophys . Acta, 548 : 328-340 .

(1) I.S.N., Université de Annaba BP12 Annaba 23000 Algérie.

(2) Station expérimentale de l'I.T.B.O. Hadjar diss-Annaba-Algérie.