

ÉTUDE DU RYTHME DE VÉGÉTATION DE GRAMINÉES FOURRAGÈRES : CAS DE LA MOYENNE MONTAGNE

L'INTÉRÊT D'UNE BONNE CONNAISSANCE DU RYTHME DE VÉGÉTATION DES GRAMINÉES FOURRAGÈRES EN FONCTION DES FACTEURS CLIMATIQUES EST MULTIPLE :

- déterminer, pour un lieu donné où les facteurs climatiques sont connus, les possibilités de production d'une espèce aux différentes époques, la variabilité de cette production et donc le niveau des risques pour l'utilisateur ;
- choisir l'espèce la mieux adaptée à des plans d'affouragement commandés par la spéculation animale choisie ;
- après avoir complété ces études avec des fumures différenciées, optimiser la fertilisation en fonction de la production attendue et des contraintes climatiques.

Des études ont été conduites en plaine sur la pousse de printemps pour des graminées pures ou des prairies permanentes par LEMAIRE et SALETTE (1981, 1982, 1984), montrant l'action prépondérante des températures. En montagne, F.X. de MONTARD (1981) a analysé le comportement d'une prairie permanente du Cantal au cours de la saison de pousse, aboutissant à une série de lois d'action de divers facteurs climatiques.

Les résultats présentés ici ont été acquis sur le domaine I.N.R.A. de Bourg-Lastic (Puy-de-Dôme), situé à 840 m d'altitude. Le climat de type montagnard atlantique se caractérise par une température moyenne annuelle de 7,6 °C, une pluviométrie moyenne de 1 200 mm, assez bien répartie avec, cependant, des déficits d'été assez fréquents. Le sol, développé sur micaschistes, est de type brun acide de pH voisin de 5,5.

Les observations météorologiques utilisées pour l'interprétation des résultats ont été la pluviométrie, les températures, l'ensoleillement (calcul du rayonnement global). L'évapotranspiration maximum (E.T.R.M.) a été calculée à partir de la formule du Turc : $E.T.R.M. = E.T.P. \text{ Turc} \times 1,2$. Pour le calcul de l'évapotranspiration réelle (E.T.R.), on a tenu compte d'une réserve facilement utilisable de 60 mm, valeur qui fournissait les meilleures corrélations entre disponibilités en eau et production ; la validité d'une estimation de cet ordre de grandeur a été confirmée par l'étude de profils hydriques à la sonde à neutrons réalisés sur une parcelle voisine par la Station d'Agronomie de Clermont-Ferrand.

L'étude a porté principalement sur la fétuque élevée Clarine, de 1978 à 1982, avec un protocole permettant d'estimer les productions (matière sèche et azote) par périodes de 6 semaines, avec des décalages de 14 jours, la première exploitation ayant lieu à la montaison. Il s'y ajoutait des exploitations à l'épiaison, avec ou sans déprimage, suivies également d'exploitations toutes les 6 semaines. La fumure azotée était de 80 kg N/ha avant le départ de la végétation, puis de 50 kg N/ha après chaque coupe.

Il était prévu des essais parallèles en sec et en irrigué, mais l'irrigation n'a pu être réalisée que certaines années (1979, 1980, 1981).

A partir de 1981, des essais de ray-grass anglais, cultivar Cropper, ont été mis en place dans le cadre du sous-réseau F.A.O. des herbages de plaine. Le protocole vise à un contrôle des pousses par séquences de 28 jours, avec des décalages de coupe d'une semaine. La fumure azotée était régulière d'avril à septembre, de 50 kg N/ha chaque mois. Parallèlement, des essais de fétuque élevée Clarine et de dactyle Prairial ont été conduits avec un protocole un peu différent, mais permettant des comparaisons entre ces trois espèces.

I - RÉSULTATS DE LA FÊTUQUE ÉLEVÉE CLARINE

1. Production de matière sèche

On peut distinguer, dans la production au cours de l'année, trois phases pour lesquelles le comportement est différent :

1. la pousse de printemps, allant du démarrage de la végétation à l'épiaison (phase reproductrice) ;

2. une phase intermédiaire comprenant la pousse qui suit immédiatement l'interruption de la phase reproductrice, lors de la montaison ou de l'épiaison ;

3. les repousses ultérieures d'été-automne.

Enfin, nous verrons l'effet d'une exploitation précoce, ne détruisant pas les apex, en « déprimage ».

a) Pousse de printemps

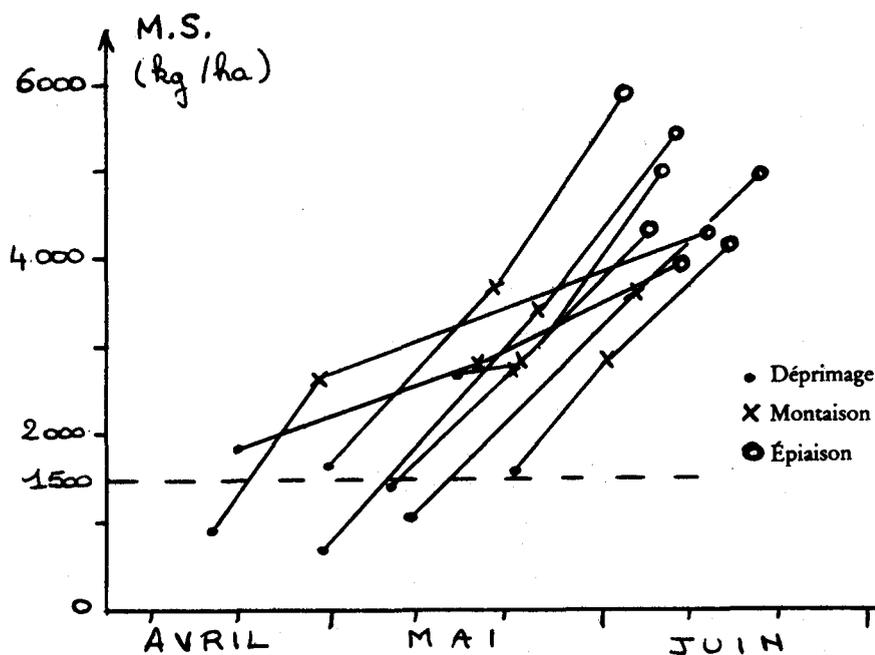
Au printemps, on observe des variations importantes entre années, tant pour la date de départ de végétation que pour la vitesse de croissance (figure 1). Ainsi, la date à laquelle la masse végétale atteint 1,5 t. M.S. (quantité souvent retenue pour un déprimage) s'est située entre fin avril et fin mai, avec comme date moyenne le 12 mai et un écart type de 7,6 jours.

SALETTE et LEMAIRE ont montré, dans des essais conduits en plaine, que le démarrage et la vitesse de réalisation de la pousse de printemps étaient en bonne corrélation avec les sommes de températures cumulées soit à partir de la dernière exploitation d'automne, dans les climats marquant peu d'arrêt de végétation en hiver, soit à partir du 1^{er} janvier si l'arrêt est plus marqué.

Dans le cas présent, nous avons recherché la corrélation entre la quantité de matière sèche présente au moment du déprimage et les sommes des températures cumulées à partir de la dernière exploitation, l'automne précédent, ou de dates allant du 1^{er} novembre au 1^{er} mars.

On a utilisé les sommes des températures moyennes journalières sous abri supérieures à 0 °C. Ces sommes peuvent mal refléter la réalité au

FIGURE 1
PRODUCTION DE MATIÈRE SÈCHE OBSERVÉE AU PRINTEMPS
 (sur 8 années)



niveau des plantes, en présence de neige. Mais, à Bourg-Lastic, celle-ci ne persiste que pendant les périodes les plus froides et a finalement peu d'effet pour des températures positives.

Les résultats sont présentés tableau I. La corrélation la plus élevée est obtenue par la sommation à partir du 1^{er} janvier : près de 90 % de la variance de la production au déprimage sont ainsi expliqués.

34 On peut penser que la période où les jours commencent à rallonger, qui correspond à peu près au début du développement reproducteur

*Rythme de végétation
 des graminées fourragères*

TABLEAU 1
CORRÉLATIONS OBSERVÉES ENTRE LA PRODUCTION DE
MATIÈRE SÈCHE AU DÉPRIMAGE DE LA FÊTUQUE ÉLEVÉE
CLARINE ET PLUSIEURS FACTEURS CLIMATIQUES
 (sur n années)

	r	n
- la date de déprimage (nombre de jours depuis le 1/1)	0,28	8
- la somme de degrés jours (seuil 0°)		
. depuis la coupe précédente	0,42	6
. depuis le 1/11	0,54	8
. depuis le 1/12	0,74	8
. depuis le 1/1	0,88	8
. depuis le 1/2	0,72	8
. depuis le 1/3	0,48	8
. depuis le 1/4	0,40	8

(NIQUEUX et ARNAUD, 1981), coïncide aussi avec l'initiation de la croissance.

Si l'on étudie les productions à la montaison et à l'épiaison, on constate que, par rapport aux sommes de températures, les vitesses de croissance restent, entre ces stades, très proches de la valeur trouvée précédemment.

En utilisant globalement les données de production aux stades déprimage, montaison, épiaison, on aboutit à la régression suivante, établie sur 8 années :

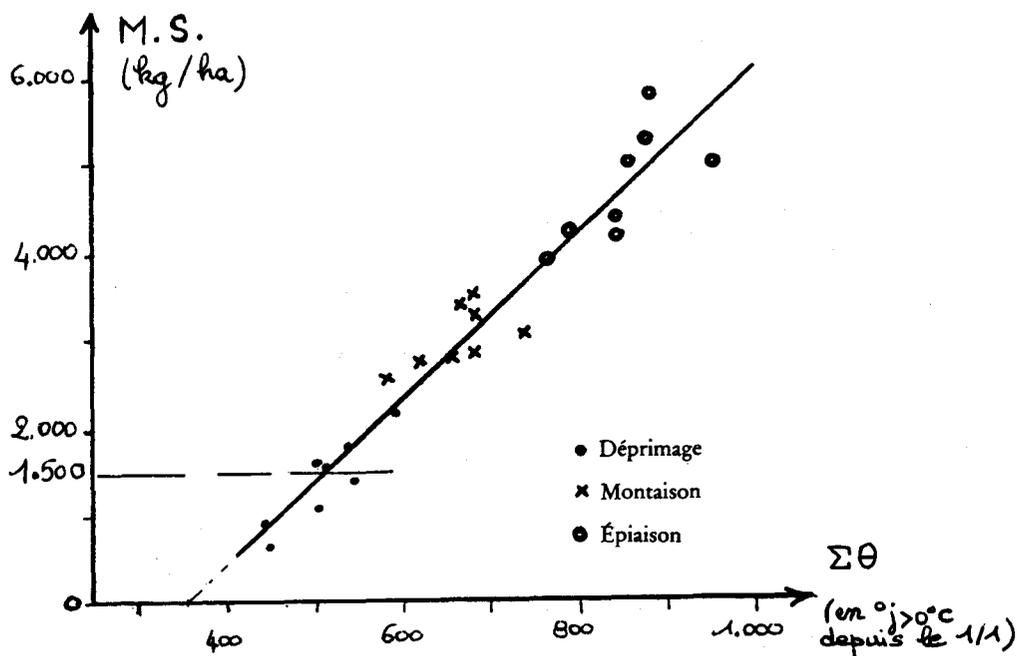
$$P_{\text{kg M.S.}} = 9,61 (\Sigma \theta - 355) \quad n = 24 \quad r = 0,961$$

La vitesse de croissance observée, 9,6 kg M.S./°j, est du même ordre de grandeur, quoiqu'un peu plus faible, que celle observée sur des fêtuques élevées en d'autres lieux : Ludelle et Clarine à Lusignan (11,4), Clarine,

dans un réseau I.T.C.F. conduit par RAPHALEN dans l'Ouest : 10,7 (PAYEN, LEMAIRE, SALETTE, 1982).

En fait, la valeur 9,6 est la moyenne de production de peuplements d'âges variés (2 en A1, 3 en A2, 2 en A3, 1 en A4) et sur deux parcelles du Domaine. Les résultats obtenus entre 1982 et 1984 : 11,2 kg M.S./°j, se rapprochent de ceux de Lusignan, bien qu'ils aient été obtenus avec une fumure azotée un peu plus faible (75 au lieu de 80 kg). Il est possible qu'une fumure azotée plus importante aurait permis d'atteindre dans tous

FIGURE 2
PRODUCTION DE MATIÈRE SÈCHE OBSERVÉE AU PRINTEMPS
EN FONCTION DES SOMMES DE TEMPÉRATURES



les cas une valeur proche du maximum obtenu à Lusignan avec 120 kg d'azote.

Le démarrage apparent théorique de la végétation (intersection de la droite de régression avec l'axe du temps) se situerait à environ 355 °j après le 1^{er} janvier, valeur qui a été réalisée à Bourg-Lastic, pendant la période 1978-1983, entre le 5 avril et le 9 mai (moyenne 20 avril). En Normandie, au Pin au Haras, sur une prairie permanente à démarrage « précoce » (grâce au vulpin), LAISSUS trouve pour le démarrage apparent une somme de 300 °j.

Les dates de réalisation du stade déprimage, ramenées à leurs valeurs en degrés-jours, donnent une moyenne de 514 °j, avec un écart type de 25, soit, en tenant compte de la valeur des températures journalières à cette époque, l'équivalent d'environ 3 jours (figure 2).

b) Phase intermédiaire

Le cycle reproducteur est, dans cet essai, interrompu soit à la montaison, soit à l'épiaison. La phase intermédiaire couvre les 6 semaines suivant cette première coupe ; sa vitesse de croissance moyenne est très inférieure à celle de la phase reproductrice. Entre le déprimage et l'épiaison, la vitesse de croissance est en moyenne sur 5 ans de 107 ± 13 kg M.S./ha/j. ; pour la première pousse végétative, elle est de 72 ± 14 kg après coupe à la montaison, et de 52 ± 10 kg après coupe à l'épiaison. Les fortes variations entre années n'ont pu être reliées de façon nette ni avec les températures, ni avec l'évapotranspiration réelle. Il est possible que des différences dans l'alimentation azotée, liées à la nitrification de printemps, jouent un rôle important pour cette pousse à fort rendement. D'ailleurs, cette pousse justifierait sans doute, pour réaliser les potentialités du peuplement, une fertilisation azotée supérieure à celle fournie (50 kg N/ha).

Les pousses suivantes ont, une année donnée, des vitesses de croissance pratiquement identiques, à date égale, que la première exploitation ait eu lieu au stade montaison ou au stade épiaison : on est déjà dans la « phase végétative ».

c) Phase végétative

Pendant cette phase, qui commence avec la deuxième pousse après coupe à la montaison (soit 6 semaines après la montaison), on observe une bonne corrélation entre la production et les facteurs climatiques dominés par les disponibilités en eau. On a étudié la relation entre production de matière sèche sur des séquences de 42 jours et les facteurs E.T.M., E.T.R. et longueur du jour.

L'évapotranspiration réelle explique 65 % de la variance de la production. L'introduction de l'E.T.M. n'apporte qu'une faible augmentation de la précision (3 %). Par contre, une correction efficace est obtenue en introduisant la longueur moyenne du jour pendant la période de pousse : 82 % de la variance sont ainsi expliqués. Il semble qu'il y ait une diminution de l'efficacité de l'eau pour la production de matière sèche récoltable au cours de la saison, cette efficacité passant de 1,4 kg par m³ d'eau consommée en août à 0,6 kg en octobre.

Pour 5 années d'observation (33 résultats), on aboutit à la régression suivante :

$$P = 9,94 \text{ E.T.M.} - 10,91 (\text{E.T.M.} - \text{E.T.R.}) + 6,95 \text{ Lj} - 78,32,$$

P en kg de matière sèche par jour (sur 42 jours de pousse),
E.T.M. et E.T.R. en mm par jour (sur 42 jours de pousse),
Lj : longueur moyenne du jour sur la période de pousse.

Cette évolution avec la longueur du jour, serait liée, d'après GILLET et LEMAIRE (communication personnelle GILLET, 1985), à la variation du rayonnement global plutôt qu'à celle de la photopériode.

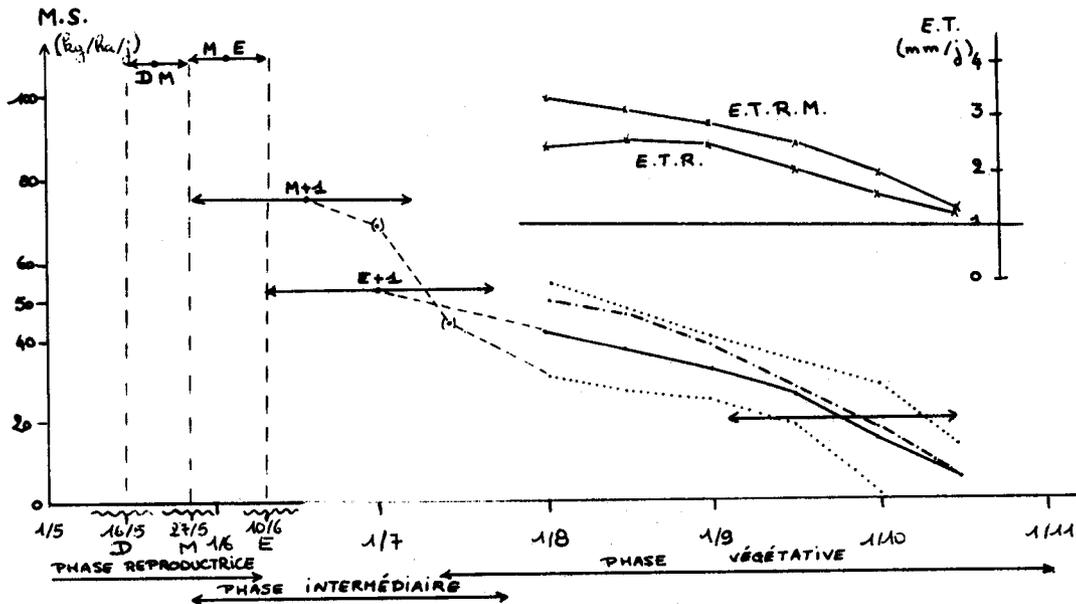
Dans la pratique, on peut utiliser une relation plus simple, ne faisant intervenir que l'E.T.R. et la date de coupe. On a une précision équivalente avec la relation :

$$P = 9,60 \text{ E.T.R.} - 0,28 \text{ J} + 82,17,$$

J : date de la coupe en nombre de jours après le 1^{er} janvier.

Les valeurs moyennes de la production et des facteurs E.T.M. et E.T.R. sont reportées sur la figure 3. On a aussi indiqué la zone couverte par la moyenne ± 2 écarts types.

FIGURE 3
VITESSE DE CROISSANCE DE LA FÊTUQUE ÉLEVÉE CLARINE
 (Bourg Lastic 1978 - 1982)



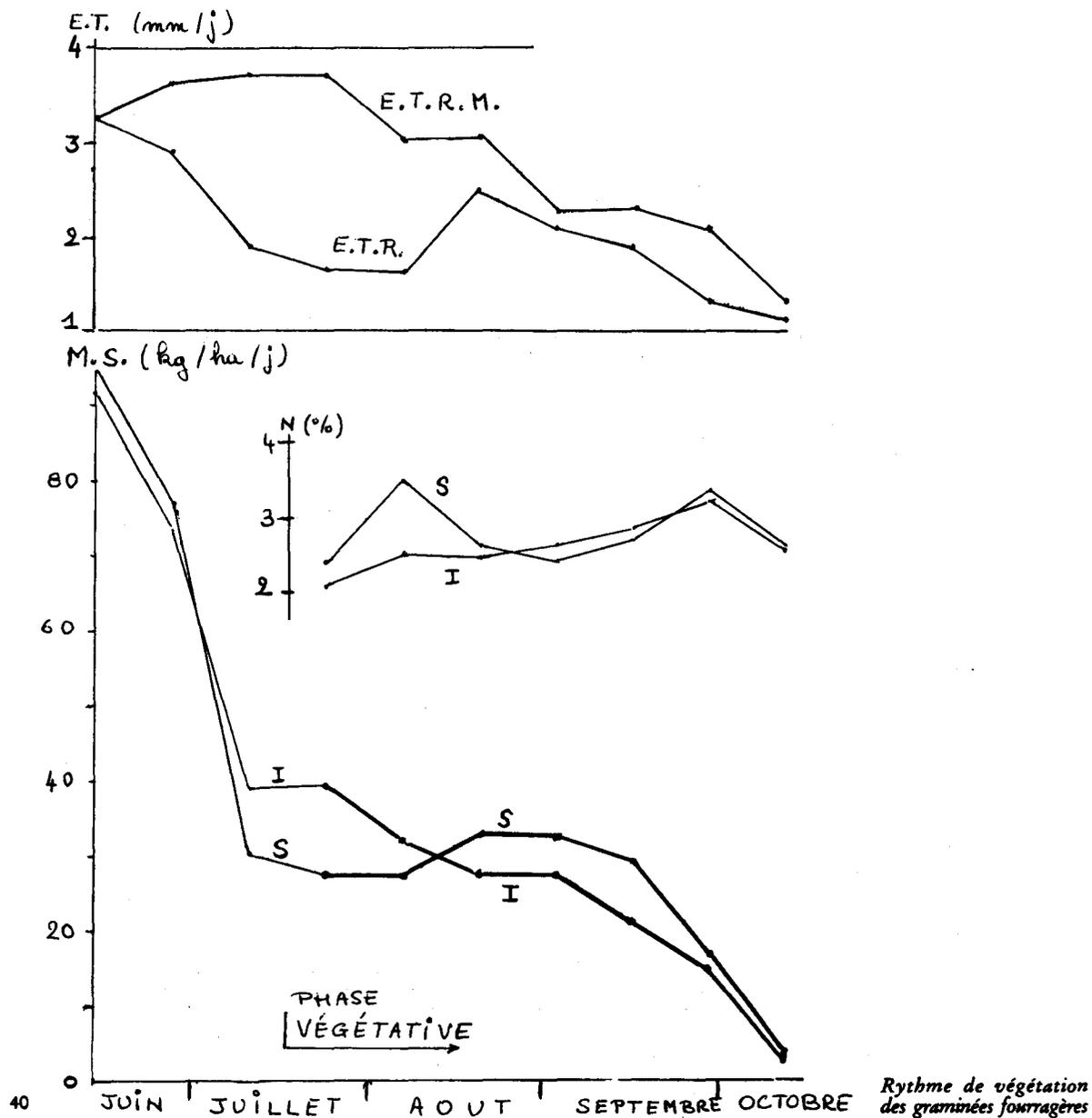
La vitesse est mesurée sur les périodes : déprimage - montaison ; montaison-épiaison ; puis sur des pousses de 42 jours. Les dates indiquées pour le déprimage (D), la montaison (M) et l'épiaison (E) sont des dates moyennes ; par contre, pour la phase végétative, il s'agit de dates réelles.

— production calculée en l'absence de déficit hydrique

..... production moyenne ± 2 écarts-types

M + 1, E + 1 : coupes suivant la montaison ou l'épiaison

FIGURE 4
INVERSION DES NIVEAUX DE PRODUCTION
EN CULTURE SÈCHE (S) ET EN CULTURE IRRIGUÉE (I)
APRÈS UNE PÉRIODE DE STRESS HYDRIQUE
 (fétuque élevée Clarine, 1979)



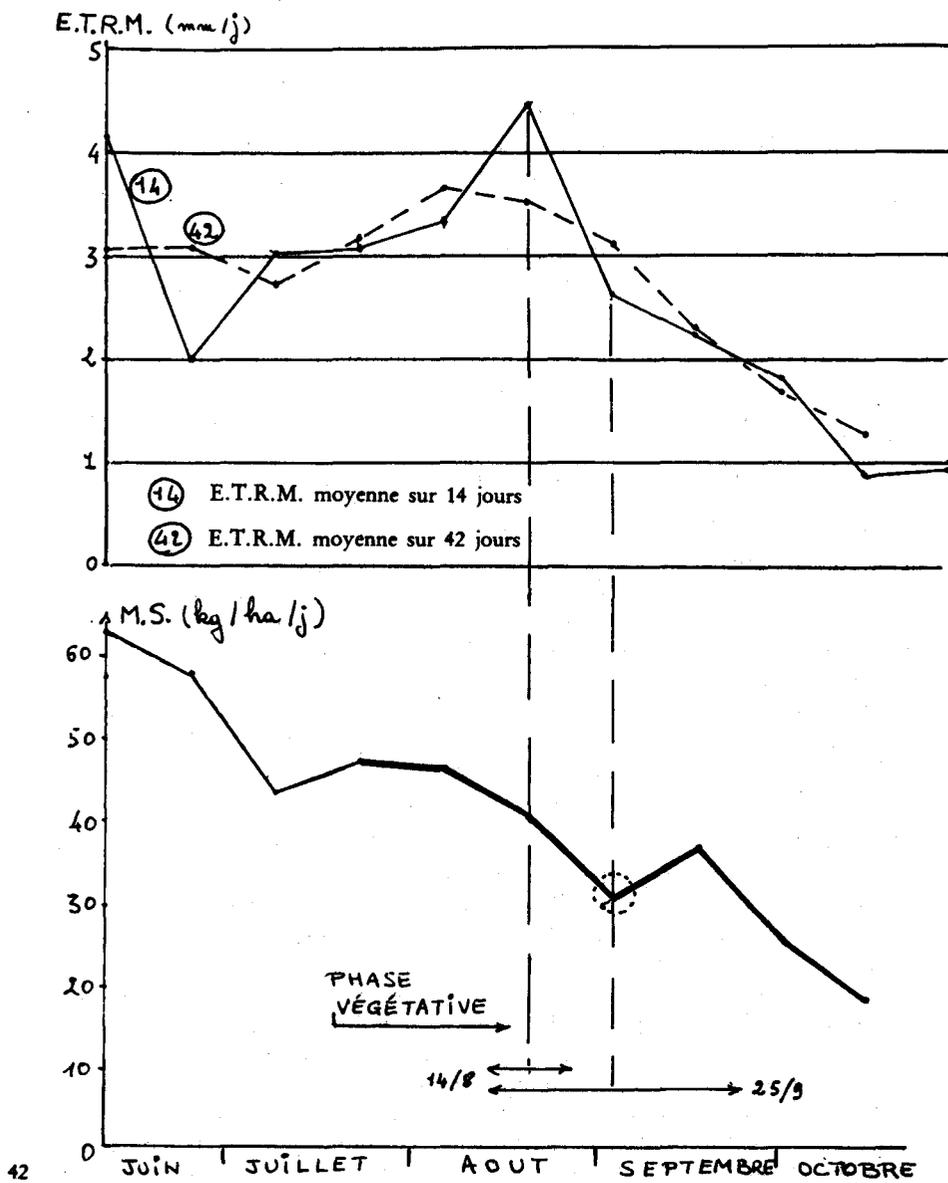
Pendant tout l'été, la production moyenne varie de 50 kg M.S./ha/j environ à la mi-juillet, à 15 kg au début d'octobre. Mais, suivant les années, les variations à un moment donné peuvent atteindre 10 kg en plus ou en moins.

Les productions de certaines coupes s'écartent des valeurs prévues par la régression. Deux phénomènes permettent généralement d'expliquer ces variations.

Après une période de sécheresse, la reprise de la pousse se produit avec une vitesse de croissance supérieure à celle attendue d'après les facteurs climatiques du moment. Le phénomène est très net en 1979 sur une parcelle semée en 1978 (figure 4). L'irrigation de l'un des blocs ayant permis une compensation intégrale du déficit hydrique, important cette année-là, on a pu constater que lors du rétablissement d'une pluviométrie normale, la production des parcelles en culture sèche a dépassé celle des parcelles irriguées. Le même phénomène de « rattrapage » a été observé en 1983. Un tel phénomène a été constaté sur diverses espèces de graminées, bien qu'il ne semble pas général et ne se produise qu'après une sécheresse relativement légère (CARLETO, LAUDE, 1974). Il a été signalé sur fétuque élevée (HORST, NELSON, 1979). Les causes pourraient être de deux ordres : supplément d'azote disponible sur les parcelles en culture sèche par suite d'une moindre production pendant la période de déficit hydrique, et effet de stimulation de la plante, suite à une période d'activité réduite, grâce à un niveau plus élevé de réserves en glucides solubles.

Dans un seul cas une chute de production pendant une pousse ne semble pas pouvoir être attribuée à un déficit hydrique. En 1981 (figure 5), on observe une chute de production sur la période du 14/8 au 25/9, alors que l'irrigation corrige intégralement le déficit hydrique. Ceci semble en rapport avec des conditions exceptionnellement chaudes et sèches au début de cette période. L'E.T.R.M. entre le 14/8 et le 28/8 est de près de 4,5 mm/j, valeur exceptionnelle dans les conditions locales. L'humidité relative est très basse : elle est inférieure à 40 % pendant près du tiers des heures diurnes. Avec des températures moyennes de l'ordre de 18 °C pendant ces heures, le déficit de saturation de l'air dépasse les 8 g/m³ que ROBELIN (communication personnelle) considère comme la limite au-delà de laquelle la plante, même bien alimentée en eau, ne peut plus

FIGURE 5
CHUTE DE PRODUCTION CAUSÉE PAR UNE PÉRIODE
CHAUDE ET SÈCHE EXCEPTIONNELLE
 (fétuque élevée Clarine irriguée, 1981)



*Rythme de végétation
 des graminées fourragères*

répondre intégralement à la demande climatique. Un tel frein à la croissance semble exceptionnel dans les conditions de Bourg-Lastic.

2. Matière azotée

Les teneurs en azote ont été mesurées sur les exploitations de 1978 à 1982.

a) Phase reproductrice

Le prélèvement d'azote au cours du premier cycle est étroitement lié à l'accroissement de la matière sèche. La liaison est très étroite jusqu'à la montaison, plus variable selon les années de la montaison à l'épiaison. Pour l'ensemble des données, les quantités d'azote et de matière sèche mesurées les différentes années lors des stages déprimage, montaison et épiaison, sont liées par la relation :

$$(1) \text{ Log } N = 3,549 + 0,653 \text{ Log M.S.} \quad n = 24, \quad r = 0,96,$$
$$\text{ou } N = 34,8 \text{ M.S.}^{0,653}$$

N en kg/ha ; M.S. en t/ha

Cette relation est très proche de celle observée en plaine (LEMAIRE et SALETTE, 1984), mais à un niveau ici plus bas. Pour Clarine, à Lusignan, on a en effet :

$$N = 47,9 \text{ M.S.}^{0,676}$$

Les teneurs en azote déduites de (1) sont :

$$N \% = 3,48 \text{ M.S.}^{-0,347}$$

Au moment du déprimage, les teneurs sont élevées : $3,07 \pm 0,33$ %. Elles baissent : $2,53 \pm 0,16$ à la montaison, $1,96 \pm 0,12$ à l'épiaison.

b) Phase intermédiaire

Le prélèvement d'azote par hectare au cours de la première pousse après montaison est plus élevé que pour une pousse après épiaison, respectivement 1,6 et 1,2 kg N/ha/jour. La quantité d'azote exportée est plus élevée, 67 kg au lieu de 48, mais avec une teneur plus faible, 2,2 au lieu de

2,5 %. Il est possible que cette dernière différence découle d'une alimentation azotée insuffisante provoquant une limitation des prélèvements ; l'état physiologique des plantes exploitées à montaison semble en effet permettre une forte croissance pour la pousse qui suit la montaison. On constate du reste qu'en totalisant les quantités d'azote exportées à la montaison et à la coupe suivante ou bien à l'épiaison et à la coupe suivante, on aboutit à des valeurs très proches : 140,4 et 135,5 kg en moyenne.

c) Phase végétative

Sur l'ensemble des coupes de la phase végétative (en excluant la dernière pousse de l'année au cours de laquelle il y a parfois un arrêt total de la végétation), on trouve une relation étroite entre quantité de matière sèche exportée et azote assimilé :

$$\text{Log N} = - 2,968 + 0,828 \text{ Log M.S.} \quad n = 53, \quad r = 0,98,$$

$$\text{ou } N = 0,0514 \text{ M.S.}^{0,828},$$

$$\text{et } N \% = 5,14 \text{ M.S.}^{-0,173},$$

N et M.S. en kg/ha/j.

Il y a une baisse des teneurs en azote dans les récoltes correspondant à une forte pousse : la teneur varie de 5,1 % pour des récoltes sur des cycles où la pousse est de 20 kg M.S./ha/j, soit 0,84 t en 6 semaines, à 2,5 % lorsque la pousse a été de 70 kg/ha/j, soit une production de 2,9 t, les exportations correspondantes étant de 26 et 72,5 kg.

Ainsi, il y a une compensation partielle pour la qualité des fourrages : les teneurs en M.A.T. sont d'autant plus élevées que la production est faible, ceci pour des pousses de durée égale et recevant une même fertilisation azotée, relativement élevée.

La production de matière sèche pendant la période végétative étant indépendante de celle réalisée pendant le premier cycle augmenté de la première exploitation suivante, la quantité d'azote exportée sur l'année varie peu selon que la première exploitation a eu lieu à la montaison ou à l'épiaison. La quantité d'azote exportée a varié de 200 à 250 kg suivant les

années, correspondant à 1250-1560 kg de M.A.T. pour 230 kg d'apport d'azote par la fertilisation.

3. Influence du déprimage

L'exploitation à l'épiaison a été effectuée selon deux modalités : sans déprimage (cas pris en compte dans le paragraphe précédent) ou après déprimage entre 1 t et 1,5 t de matière sèche présente.

Une modification du système de fertilisation azotée en cours d'essai a procuré des informations supplémentaires. Sur les parcelles semées en 1977 et 1978 (exploitées jusqu'en 1982), on a apporté 80 unités d'azote au départ de la végétation, puis 50 après chaque exploitation, déprimage compris, alors que sur les parcelles semées en 1981, les apports sont de 75 unités au départ de végétation, nuls après le déprimage et de 50 unités après les autres exploitations.

La figure 6 résume les résultats. Elle montre les effets de la fertilisation azotée au cours de la pousse menant à l'épiaison :

— l'effet du déprimage sur la production de matière sèche jusqu'à l'épiaison est toujours négatif ;

— pendant la même période, l'effet sur la production de matière azotée est positif avec une forte fertilisation (50 kg d'azote apportés après déprimage), négatif dans le cas contraire.

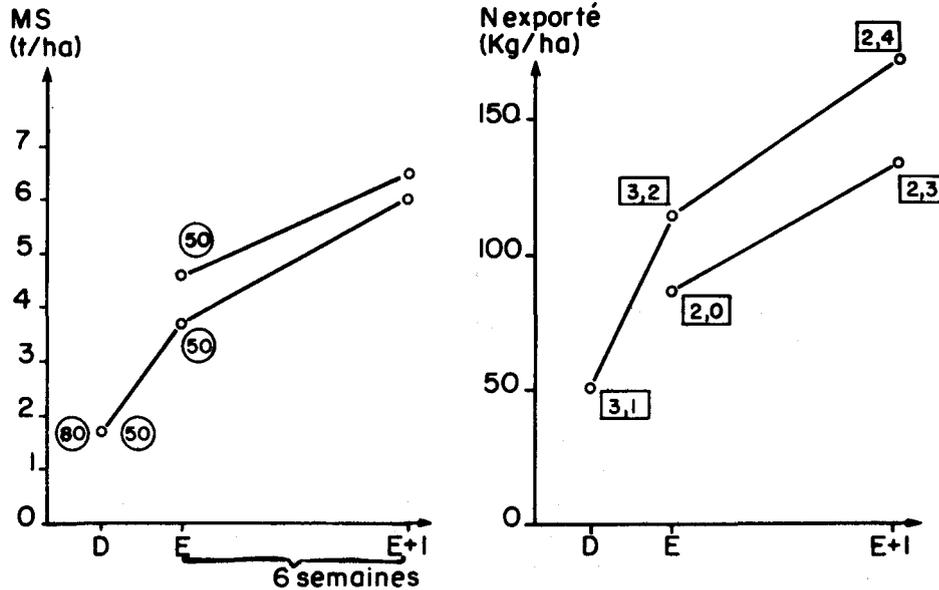
Sur la production de matière sèche de la pousse suivant l'épiaison (E + 1), le déprimage suivi d'une fertilisation entraîne un léger avantage par rapport à une exploitation à l'épiaison. En l'absence d'apport d'azote après déprimage, l'effet est légèrement négatif. Il en est de même pour les quantités d'azote exportées. Quant aux taux d'azote dans la matière sèche à l'épiaison et à l'exploitation suivante, ils sont toujours supérieurs lorsqu'il y a eu déprimage.

Aucun arrière-effet du déprimage n'est décelable sur les pousses ultérieures (phase végétative).

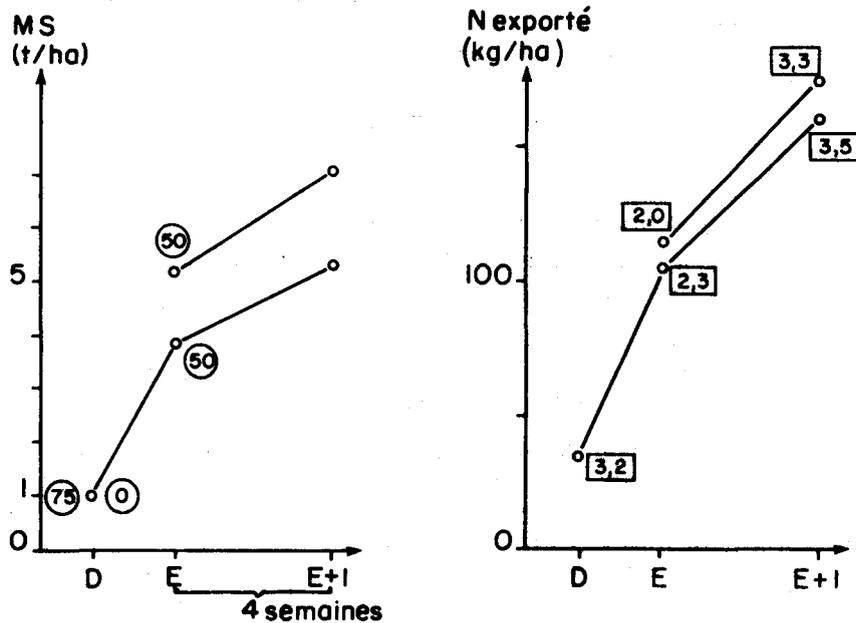
FIGURE 6

PRODUCTIONS DE MATIÈRE SÈCHE ET D'AZOTE CUMULÉES
AU PREMIER CYCLE ET À L'EXPLOITATION SUIVANTE,
AVEC OU SANS DÉPRIMAGE, SELON LA FERTILISATION

I : avec apport d'azote après déprimage (de 1978 à 1982)



II : sans apport d'azote après déprimage (1982 à 1984)



⊙ : apport d'azote (kg/ha)

[2,3] : % d'azote dans la M.S.

46 D : Déprimage E : Épiaison

E+1 : Coupe suivant épiaison

*Rythme de végétation
des graminées fourragères*

II - COMPARAISON DU COMPORTEMENT DE TROIS ESPÈCES : FÊTUQUE ÉLEVÉE, DACTYLE, RAY-GRASS ANGLAIS

Les observations portent seulement sur trois années (1982, 1983, 1984). Les résultats doivent donc être considérés avec réserve. On peut cependant noter quelques ressemblances ou différences de comportement.

1. Pousse de printemps

Le départ en végétation est un peu plus tardif pour le dactyle Prairial que pour la fétuque élevée Clarine : point 0 à 420 °j après le 1/1, en moyenne sur trois ans.

Pour le ray-grass Cropper, on constate une forte variation entre années : en « dates », le démarrage de végétation est plus tardif que pour la fétuque en 1982 et 1983, plus précoce en 1984. En « sommes des températures après le 1/1 », les résultats sont discordants ; la coïncidence est parfaite si on part du 1/2 : on retrouverait un effet des températures plus tardif, comme cela a été observé pour les dates d'épiaison.

Les vitesses de croissance sont du même ordre en 1982 et 1984, plus variées en 1983 (en kg de matière sèche par degré-jour) :

	1982	1983	1984
Clarine	11.4	11.1	11.1
Prairial	12.1	13.5	10.4
Cropper	12.2	8.1	10.9

2. Phase végétative

La figure 7 montre les variations de comportement des trois cultivars, en rapport avec les conditions climatiques.

En 1982, le déficit hydrique a été modéré, mais l'E.T.M. exceptionnellement basse, ce qui a affecté la production de Clarine et de Prairial, alors que celle de Cropper s'est maintenue.

En 1983, un très fort déficit hydrique avec des E.T.M. élevées a amené un effondrement des productions, Cropper étant le cultivar le plus affecté.

FIGURE 7
PRODUCTIONS COMPARÉES D'UNE FÊTUQUE ÉLEVÉE,
D'UN DACTYLE ET D'UN RAY-GRASS ANGLAIS

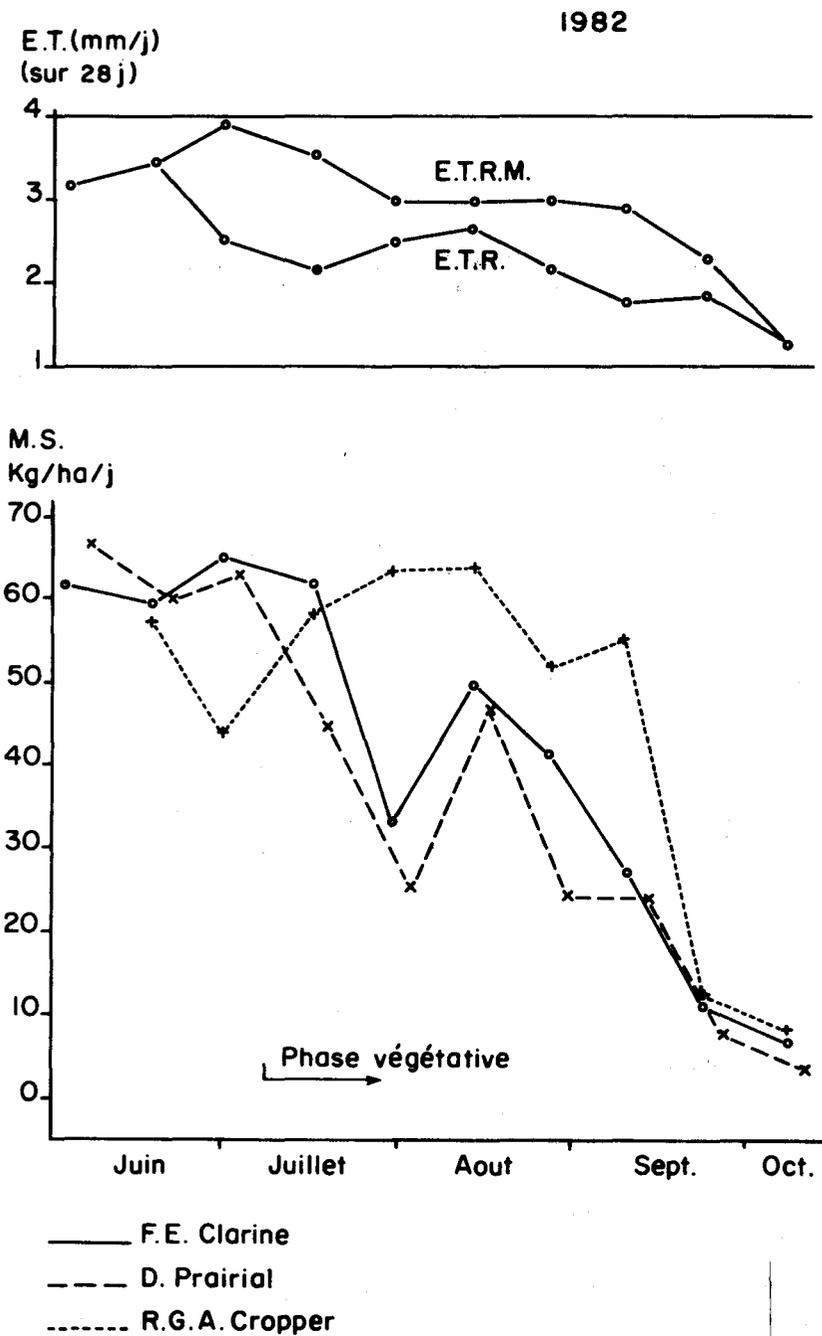


FIGURE 7
 PRODUCTIONS COMPARÉES D'UNE FÊTUQUE ÉLEVÉE,
 D'UN DACTYLE ET D'UN RAY-GRASS ANGLAIS
 (suite)

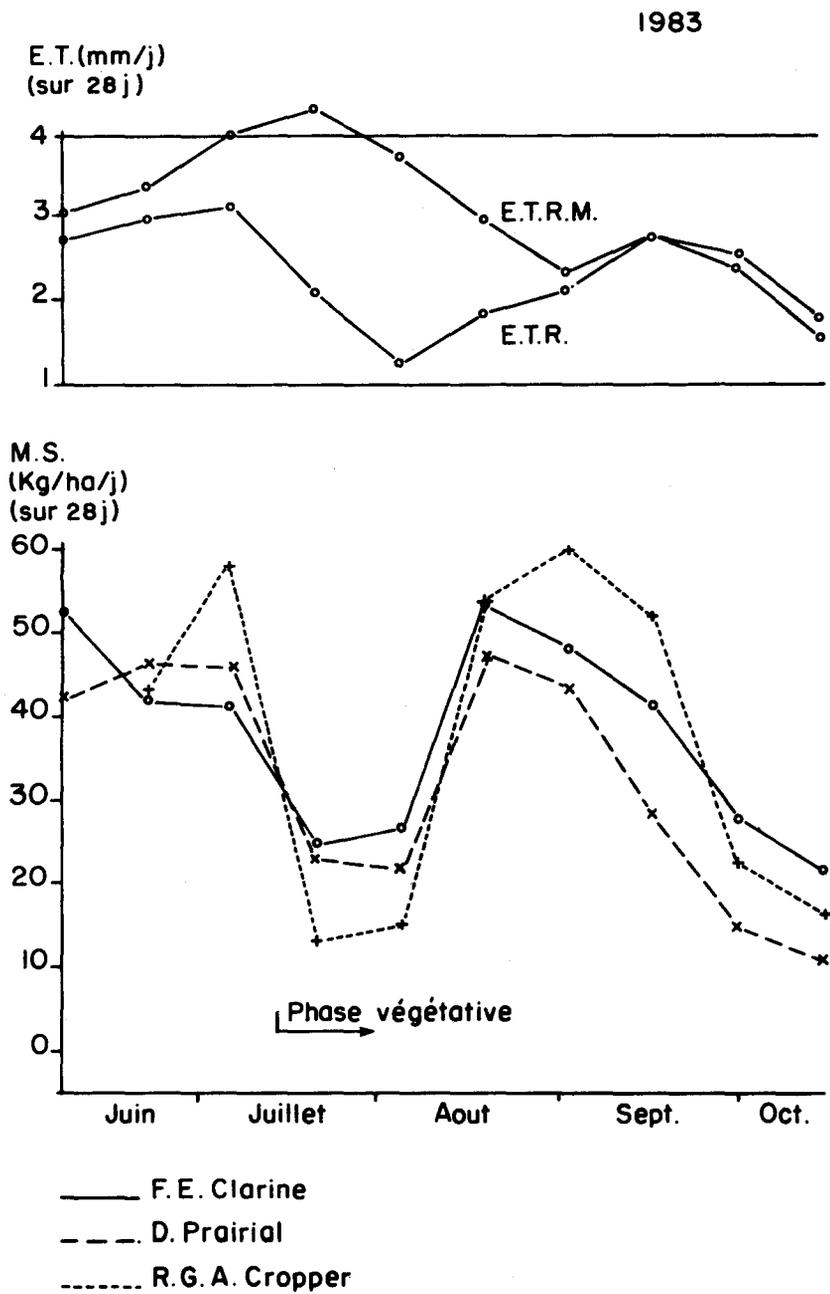
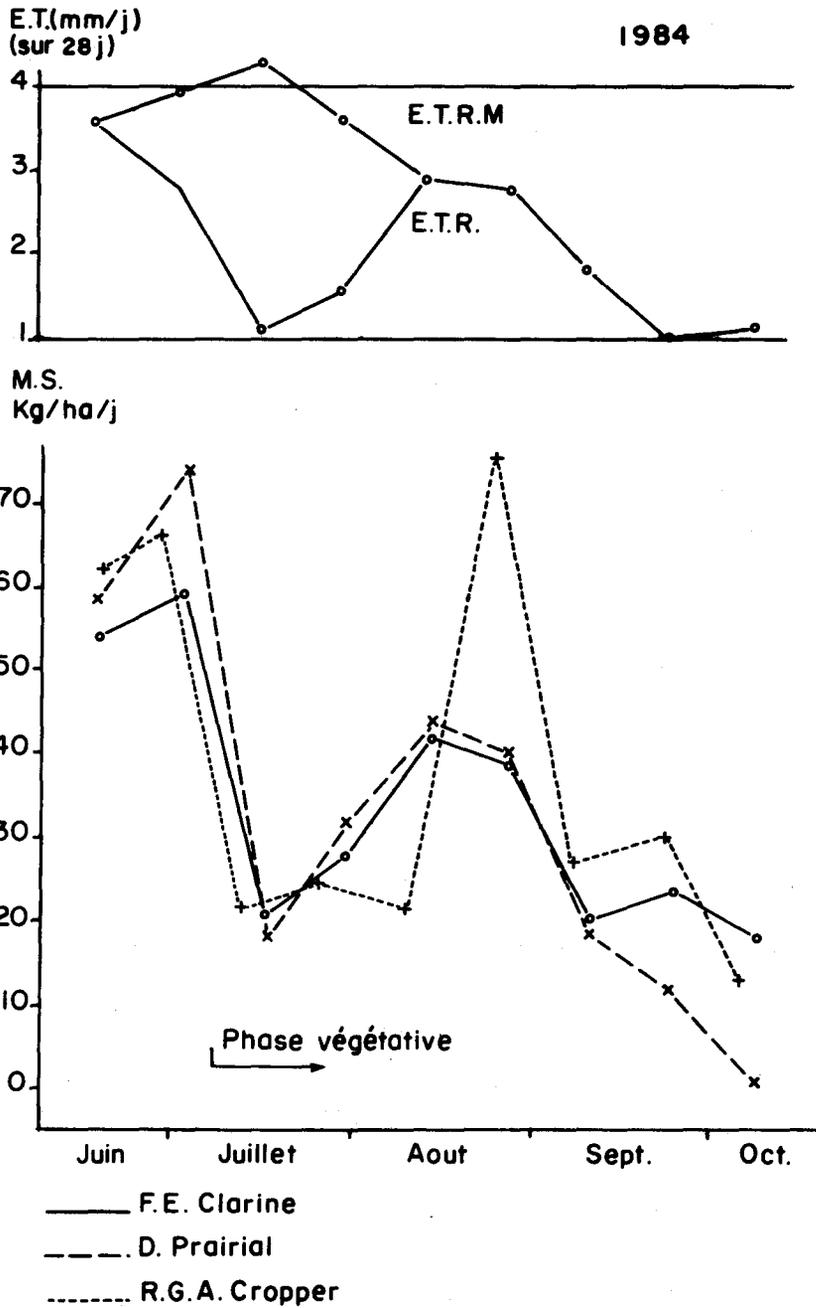


FIGURE 7
PRODUCTIONS COMPARÉES D'UNE FÊTUQUE ÉLEVÉE,
D'UN DACTYLE ET D'UN RAY-GRASS ANGLAIS
 (suite)



Par contre, la reprise de production d'automne a été supérieure chez le ray-grass.

En 1984, la situation est comparable : températures élevées et fort déficit hydrique en juillet, mais de plus courte durée qu'en 1983. La chute de production de Cropper est du même ordre que celle des autres espèces, mais plus prolongée. Lorsque l'alimentation en eau est rétablie, la remontée de production du ray-grass est très marquée.

On peut résumer ainsi ces comportements :

- en cas de sécheresse et de températures élevées, les productions d'été du dactyle et de la fétuque élevée sont meilleures que celle du ray-grass ;
- le ray-grass anglais « récupère » mieux après une période de sécheresse ;
- enfin, la végétation de la fétuque élevée dure généralement un peu plus longtemps que celle des autres espèces en automne.

CONCLUSION

Ces essais ont montré que les équations établies par LEMAIRE et SALETTE en conditions de plaine, équations reliant la vitesse de croissance au premier cycle aux sommes des températures, restaient valables en moyenne montagne. Les légères différences observées dans les vitesses de croissance de la fétuque élevée peuvent être expliquées par une fertilisation azotée un peu au-dessous de l'optimum dans la présente étude : la dose de 75 ou 80 kg apportée devrait probablement être légèrement augmentée. L'irrégularité des résultats pour la pousse qui suit l'exploitation à montaison ou à épiaison est sans doute aussi le reflet d'une fertilisation insuffisante : les taux de croissance élevés pour cette pousse justifieraient une fertilisation nettement supérieure aux 50 kg apportés (pour une durée de repousse de 42 j).

en moyenne montagne La production pendant la phase végétative apparaît étroitement liée aux disponibilités en eau. Même dans ce climat réputé régulièrement ar- 51

rosé, les différences de production entre années peuvent dépasser 20 kg M.S./ha/j.

L'étude du déprimage a montré la prudence qui s'impose dans l'appréciation de cette pratique : si une parcelle déprimée, puis coupée à l'épiaison, donne toujours moins de matière sèche qu'une parcelle non déprimée, les quantités de matières azotées totales produites peuvent s'inverser entre les deux traitements suivant la fertilisation azotée apportée.

L'étude comparative des trois espèces : fétuque élevée, dactyle, ray-grass anglais confirme la plus grande stabilité de production des deux premières, tant au premier cycle qu'au cours de l'été, lorsque des déficits en eau se produisent. L'effondrement de la production estivale du ray-grass ne nuit du reste en rien à la reprise de sa végétation en automne. L'intérêt alimentaire du ray-grass anglais ne doit pas faire oublier ce risque d'irrégularité de production qui, même en moyenne montagne « humide », est souvent important.

M. NIQUEUX et R. ARNAUD,
*I.N.R.A., Station d'Amélioration des Plantes
de Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).*

LISTE DE MOTS-CLÉS

Auvergne, azote total, courbe de croissance, déprimage, donnée climatique, fourrage, gramineae, modélisation, moyenne montagne, variations saisonnières.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CARLETTO A. et HORTON M. LAUDE (1974) : « Evaluating growth potential after drought stress, *Crop Sci.*, 14, 224-227.

HORST G.L. et NELSON C.J. (1979) : « Compensatory growth of tall fescue following drought », *Agron. J.*, 71, 559-563.

- LEMAIRE G. et SALETTE J. (1981) : « Conséquences du rythme de croissance de l'herbe sur la conduite du pâturage au printemps. Possibilités de prévisions », *Fourrages*, 85, 23-27.
- LEMAIRE G., SALETTE J. et LAISSUS R. (1982) : « Analyse de la croissance d'une prairie naturelle normande au printemps, I - La production et sa variabilité », *Fourrages*, 91, 3-17, « II - Dynamique d'absorption et efficacité de l'azote », *Fourrages*, 92, 51-65.
- LEMAIRE G. et SALETTE J. (1984) : « Relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélèvement d'azote pour un peuplement de graminées fourragères, I - Étude de l'effet du milieu, II - Étude de la variabilité entre géotypes », *Agronomie*, 4, 423-436.
- De MONTARD F.X. (1981) : « L'action des facteurs climatiques sur la croissance de l'herbe. Exemple d'une prairie à *Agrostis tenuis* et à *Poa pratensis* de Monts d'Auvergne », *Fourrages*, 85, 39-52.
- NIQUEUX M. et ARNAUD R. (1981) : « Peut-on prévoir la date d'épiaison des variétés de graminées ? », *Fourrages*, 88, 39-56.
- PAYEN D., LEMAIER G. et SALETTE J. (1982) : « Variabilité du régime thermique en climat océanique et précocité de croissance de la prairie en fin d'hiver », *C.R. Acad. Agric. France*, 68, n° 9, 689-699.