

ANALYSE DE LA CROISSANCE D'UNE PRAIRIE NATURELLE NORMANDE AU PRINTEMPS

I - LA PRODUCTION ET SA VARIABILITÉ

LES RÉSULTATS EXPOSÉS ICI CONCERNENT L'ÉTABLISSEMENT DE LA COURBE DE CROISSANCE PRINTANIÈRE D'UNE PRAIRIE PERMANENTE RICHE EN BONNES graminées, selon une méthode déjà utilisée par ailleurs pour des prairies monospécifiques de graminées semées (LEMAIRE et SALETTE, 1981, 1982). L'effet de l'azote sur la croissance est étudié avec trois niveaux d'apports fertilisants azotés appliqués en fin d'hiver ; les données climatiques importantes sont également enregistrées, notamment la température sous abri. L'essai, installé en 1976, a été exploité pour le suivi de la croissance printanière en 1977, 1979, 1980.

Nous analyserons dans des notes prochaines les trois aspects complémentaires suivants : dynamique d'absorption et efficacité de l'azote ; aspects qualitatifs liés à l'évolution de certains critères de la valeur nutritive au cours de la croissance ; absorption des principaux minéraux.

*par G. Lemaire,
J. Salette
et R. Laissus*

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La prairie permanente étudiée est située sur alluvions de bord de cours d'eau, sur la parcelle dite « les Hazets », au Domaine expérimental du Vieux Pin (I.N.R.A., le Pin-au-Haras, Orne). Le sol, du type pseudogley d'apport alluvial, est décrit dans l'annexe n° 1. L'analyse floristique détaillée (annexe n° 2) correspond à une prairie permanente de bonne qualité, déjà améliorée antérieurement par une fertilisation de niveau moyen et la réalisation de techniques appropriées : exploitation par fauche chaque année, coupe des refus, étalement des bouses, ... ; on constate une dominante de bonnes graminées : pâturin commun, vulpin, houlque laineuse et ray-grass anglais ; la flore est pauvre en légumineuses.

En fin d'hiver, l'azote est appliqué sous forme d'ammonitrate 33,3 % ; trois traitements sont comparés 0, 50, 100 kg/ha, avec 6 répétitions, soit 18 parcelles de base (dates de l'apport d'azote : 17 février 1977, 28 février 1979, 20 février 1980).

Chacune des 18 parcelles de base étant subdivisée en 12 sous-parcelles juxtaposées, de 1 m x 4,5 m, le suivi de la croissance a consisté à faucher chacune de ces 12 sous-parcelles à 12 dates successives tout au long de la croissance de printemps, depuis le départ en croissance jusqu'à la floraison des espèces les plus tardives. A chaque coupe, un échantillon est prélevé pour détermination de la teneur en matière sèche et pour analyses chimiques.

Après ces exploitations décalées, une homogénéisation du peuplement est nécessaire : elle est obtenue par des coupes effectuées simultanément pendant le reste de l'année sur toute la surface de l'essai (ainsi que toute l'année, en 1976 et 1978).

Croissance d'une prairie normande :

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Forme générale de la courbe de croissance

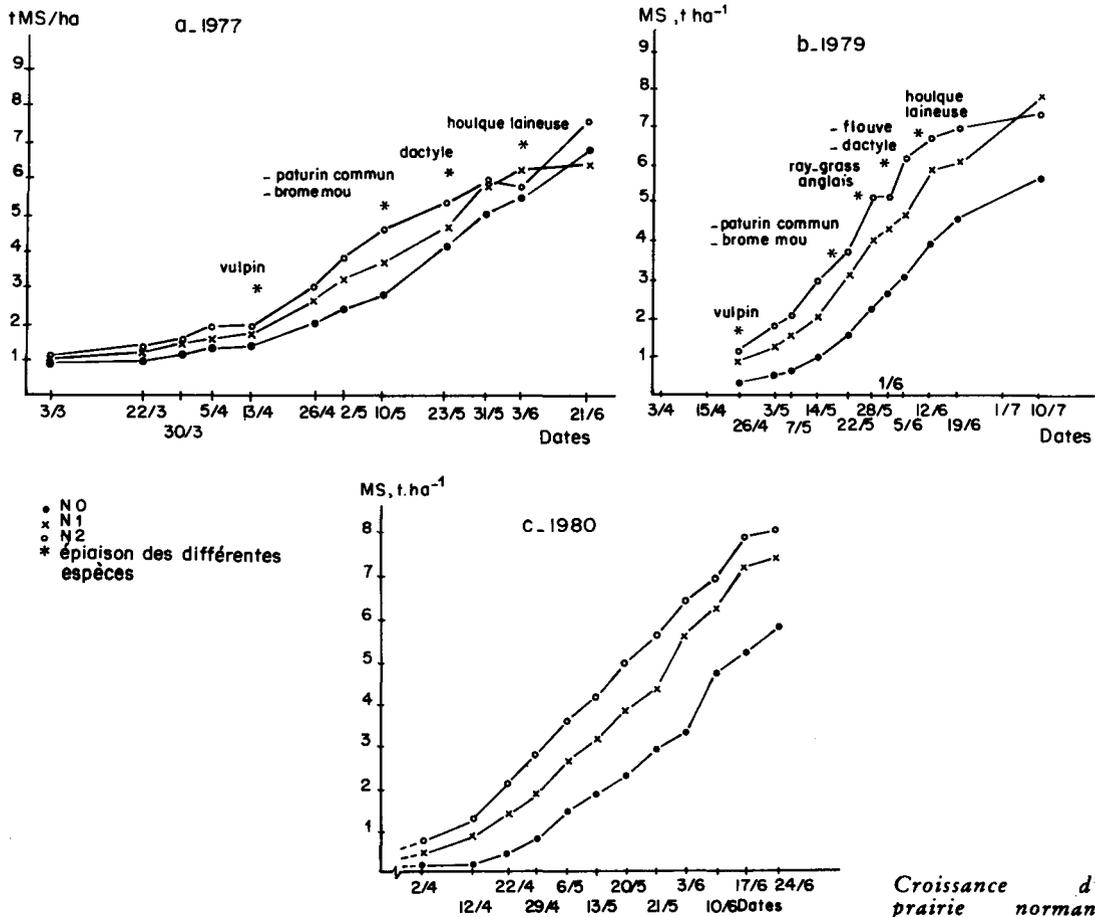
Quelle que soit l'année, et comme pour les peuplements monospécifiques de graminées, la courbe de croissance est ajustable à une sigmoïde. En fin de croissance, le plateau correspondant à la pleine floraison n'est pas toujours net : il peut y avoir diminution par verse, suivie de pertes de matière végétale par pourriture, surtout pour les espèces plus précoces (plus fréquent pour la dose N100) ; il peut aussi, dans certains cas, exister une faible inflexion due à la prise en compte de nouvelles talles feuillues qui repartent à la base des touffes de différentes espèces.

On notera, d'autre part, que l'effet du niveau d'azote sur la production est surtout sensible de fin avril à fin mai ; les courbes se rejoignent en juin, quelle que soit la dose d'azote en 1977, et en 1979 pour les doses 50 et 100 kg N/ha.

On peut considérer que la dose N100 est dans ce type de prairie le niveau maximum non limitant pour l'azote ; pratiquement, la différence entre N50 et N100 reste assez faible au plan de la production instantanée au printemps. Cependant, l'arrière-effet de l'azote, lors des repousses ultérieures, reste plus important pour la dose forte.

Nous venons d'indiquer que la prairie naturelle présente des courbes de croissance de type sigmoïde, tout à fait comparables à celles des prairies monospécifiques semées étudiés par ailleurs. Mais dans le cas de la prairie naturelle, la courbe de croissance du peuplement représente une enveloppe des courbes de chaque espèce : on a indiqué sur la figure 1 les épaissons successives des principales espèces, de fin avril à fin mai. Une conséquence importante est une bonne souplesse d'exploitation et le maintien d'une bonne valeur nutritive de l'herbe correspondante (qui sera étudiée dans une publication ultérieure).

FIGURE 1
COURBES DE CROISSANCE
SELON LES NIVEAUX D'AZOTE
 (1977, 1979, 1980)



2. Variabilité interannuelle et modélisation de la croissance

Nous avons plus particulièrement étudié la variabilité de la croissance pour le niveau N100 pour lequel les variations entre années sont moins grandes (il s'ajoute, pour N50 et N0, des variations dues à l'interaction climat x sol sur la disponibilité et l'efficacité de l'azote) (SALETTE et LEMAIRE, 1982).

Les plus grandes différences concernent le départ en croissance du peuplement ; les années les plus différentes sont à cet égard 1977 et 1979 : en 1977 la fin de l'hiver et le début du printemps sont beaucoup

FIGURE 2

VARIABILITÉ INTERANNUELLE DE LA CROISSANCE
ET COURBES DE CROISSANCE (1977, 1979, 1980)
AVEC UNE NUTRITION AZOTÉE NON LIMITANTE (N100)

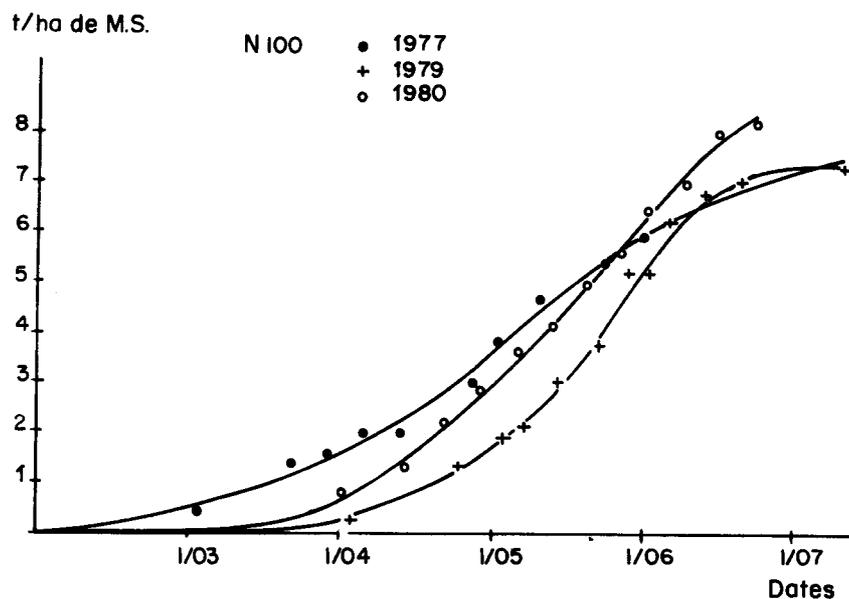
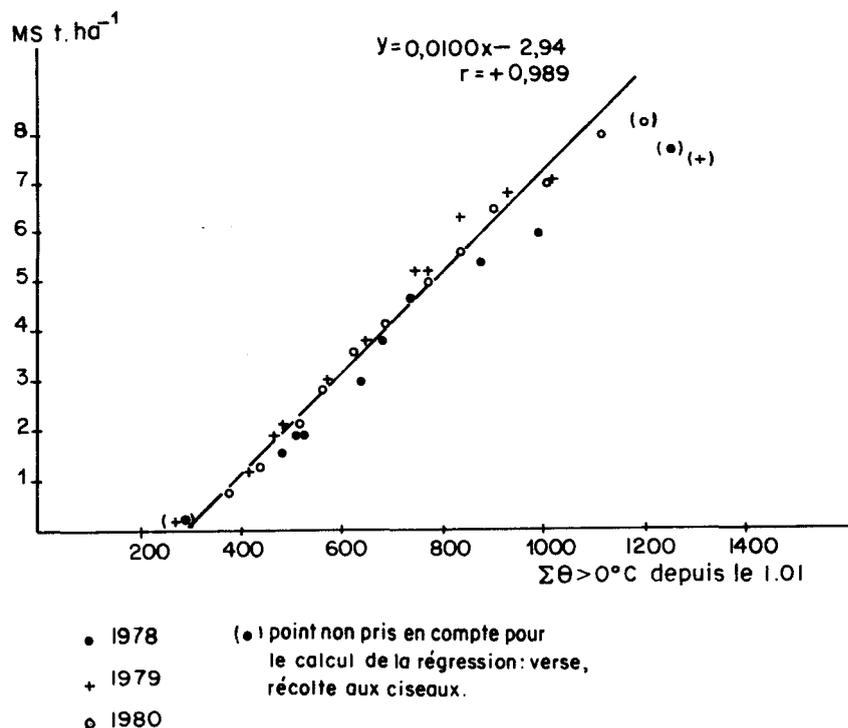


FIGURE 3
 MODÉLISATION DE LA CROISSANCE EN FONCTION
 DES SOMMES DE TEMPÉRATURE



plus doux et conduisent à un départ en croissance beaucoup plus précoce (figure 2) : une différence de 5 semaines peut ainsi se manifester entre années. Par contre, en fin de croissance, les productions maximales sont sensiblement équivalentes, aux effets de verse près, quelle que soit l'année.

8 La relation de modélisation de la croissance au cours du temps, exprimée en t/ha de M.S., en fonction des sommes de température, déjà

Croissance d'une prairie normande :

établie pour les peuplements monospécifiques (LEMAIRE et SALETTE, 1981, 1982 ; SALETTE et LEMAIRE, 1982 ; LEMAIRE et al., 1982) s'applique parfaitement à la prairie naturelle étudiée. L'équation générale :

$$(1) \text{ M.S.} = b (\Sigma\theta - a)$$

avec : M.S. : production à un instant donné, en t/ha de M.S.

$\Sigma\theta$: somme des températures journalières moyennes

b : vitesse de croissance en kg de M.S./ha/(degré x jour)

a : repère de départ en végétation (en degré x jour)

devient dans ce cas, pour les trois années étudiées et pour la dose d'azote non limitante N₁₀₀ (figure 3).

(2) M.S. = 0,0100 ($\Sigma\theta - 294$), r = + 0,989 avec les températures cumulées depuis le 1^{er} janvier.

(3) M.S. = 0,0100 ($\Sigma\theta - 644$), avec les températures cumulées depuis le 1^{er} novembre.

On remarque que le départ en croissance se situe environ à une somme de température $\Sigma\theta = 300$ degrés x jour, cumulée depuis le 1^{er} janvier, et que la vitesse de croissance potentielle est importante : 10 kg M.S./ha/(degré x jour). Nous pouvons la comparer aux 11,4 kg de la fétuque élevée Ludelle et aux 9,8 kg du dactyle Lucifer mesurés sur d'autres essais (LEMAIRE et SALETTE, 1982). Il est intéressant de comparer le départ en croissance de cette prairie naturelle à celui de peuplements monospécifiques :

Ainsi, avec une somme de températures cumulée à partir du 1^{er} novembre précédent, on obtient comme repère de départ en végétation : a = 644 pour la prairie naturelle ; a = 763 pour la fétuque Ludelle et a = 814 pour le dactyle Lucifer. La précocité du départ en végétation est due ici à la forte proportion de vulpin dans le peuplement naturel.

Il est par ailleurs remarquable que ce modèle s'applique pendant la plus grande partie de la croissance de fin d'hiver et de printemps, alors que pour les peuplements monospécifiques, étudiés à Lusignan et à La Minière, l'équation n'est applicable que pendant la phase végétative de la croissance (une autre équation est nécessaire pour rendre compte de la phase de croissance reproductrice : montaison-épiaison).

Dans le cas du Pin où les hivers sont plus froids qu'à Lusignan et où les conditions climatiques des mois de novembre et décembre 1976-78-79 ont été peu variables, il a suffi, pour obtenir une relation indépendante de l'année, d'effectuer les sommes de températures à compter du 1^{er} janvier et non à partir de la coupe précédente en automne comme nécessaire pour les fétuque et dactyle dans les essais de Lusignan et de La Minière (LEMAIRE et SALETTE, 1981, 1982 ; LEMAIRE et al. 1982).

3. Conséquences pour la pratique de l'exploitation

L'effet de l'azote se manifestant par une vitesse de croissance plus forte, il en résulte qu'une production donnée est obtenue plus tôt, d'où un gain de temps important. Ainsi, en 1979, avec la dose N100, une exploitation par pâturage est avancée de 21 jours, par rapport aux parcelles sans azote (tableau I).

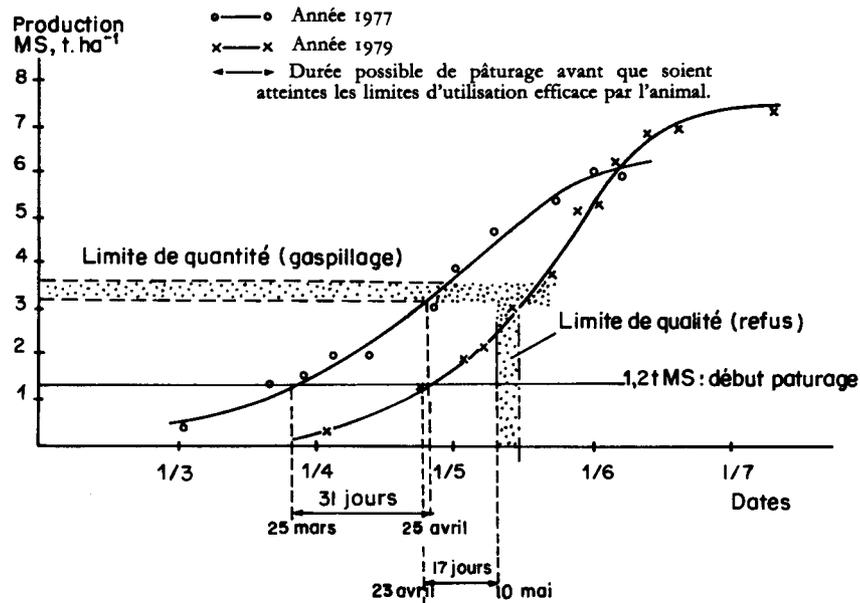
TABLEAU I
GAIN DE TEMPS POUR DIFFÉRENTS TYPES
D'EXPLOITATION
PERMIS PAR L'AUGMENTATION DE LA DOSE D'AZOTE
(EN JOURS)

Pour une production de...	1977			1979		
	N_0 / N_1	N_1 / N_2	N_0 / N_2	N_0 / N_1	N_1 / N_2	N_0 / N_2
1,5 t M.S./ha - début de pâturage	7	9	16	7	14	21
3 t M.S./ha - fin de pâturage	5	10	15	6	15	21
4,5 t M.S./ha - ensilage	6	8	14	7	16	23

Parallèlement, la variabilité des dates de départ en croissance selon les années conduit à des différences analogues (figure 4). Ainsi, pour la dose d'azote N100, la mise à l'herbe, à 1,2 t/ha de M.S., est possible dès le 25 mars en 1977, alors qu'il faut attendre le 23 avril en 1979. Ceci

Croissance d'une
prairie normande :

FIGURE 4
CROISSANCE DE PRINTEMPS D'UNE PRAIRIE NATURELLE :
CONSÉQUENCES POUR LA GESTION DU PÂTURAGE
(DATES POSSIBLES DE MISE À L'HERBE ET DURÉES
DE PÂTURAGE) ;
CAS DE DEUX ANNÉES TRÈS DIFFÉRENTES (1977 et 1979)



permet de confirmer l'intérêt d'une méthode prévisionnelle basée sur la modélisation de la croissance par l'équation (2) et sur les méthodes d'analyses climatiques fréquentielles que nous avons abordées par ailleurs (PAYEN et al., 1982).

D'autre part, les conséquences des modalités de croissance de la prairie ont une grande importance pratique sur le mode de raisonnement de la conduite au pâturage ; nous avons analysé ces aspects pour une

prairie semée (LEMAIRE et SALETTE, 1981) en insistant sur deux limites à l'utilisation efficace de l'herbe par les animaux :

— Une limite de quantité, ou limite de gaspillage, qui correspond à une hauteur et à une quantité d'herbe au-delà desquelles il y a gaspillage. Cette limite dépend aussi du mode de pâturage, le gaspillage se produisant d'autant plus précocement que le pâturage est moins bien rationné.

— Une limite qualitative qui correspond au début des refus par les animaux.

A titre indicatif, nous avons estimé que la limite de quantité correspondait, dans le cas étudié, à 3,1 t/ha de M.S. : en 1977 c'est cette limite qui est atteinte la première, avec N100 (figure 4) aux environs du 25 avril, ce qui correspond à une durée possible de 31 jours d'un pâturage satisfaisant. Par contre, c'est la limite de qualité qui est atteinte la première en 1979, aux environs du 10 mai pour N100, d'où une durée possible de pâturage de 17 jours seulement (le début de pâturage a été choisi, pour ce calcul de simulation, lorsqu'une production de 1,2 t/ha de M.S. est obtenue).

Ces limites de quantité et de qualité dépendent évidemment du type de prairie et de la technique de pâturage (rotation et sa durée, fil électrique, etc.). Il serait très intéressant de les déterminer plus précisément par l'observation du comportement des animaux pour une prairie donnée. Enfin, rappelons que dans beaucoup de cas l'accessibilité des prairies pour les animaux est retardée par une portance insuffisante de certains sols à la fin de l'hiver.

CONCLUSIONS

Cette étude confirme que l'approche agronomique des conditions de production de la prairie de moyenne à longue durée peut relever des mêmes méthodes, qu'il s'agisse de prairie semée ou de prairie naturelle dite permanente.

Croissance d'une prairie normande :

Il est important de remarquer que le potentiel de production au printemps, déterminé ici par la valeur de la vitesse de croissance potentielle, est tout à fait du même ordre pour cette prairie naturelle bien conduite et pour des prairies semées monospécifiques.

Enfin, la flore multiple de cette prairie, tout en s'étant simplifiée par suite d'une gestion correcte lors des années précédant cette expérimentation, offre l'avantage d'une souplesse accrue par la succession de graminées de précocité différente. On remarquera en particulier l'intérêt du vulpin pour sa grande précocité de départ en croissance permettant la disponibilité d'une herbe abondante et à bonne teneur en matière sèche.

G. LEMAIRE*, J. SALETTE*, R. LAISSUS**,

avec la collaboration technique

*de D. LECONTE**, F. HERNANDEZ*,*

J. ROBICHET, M. SIGOGNE**

production et variabilité * I.N.R.A., Laboratoire d'Agronomie de la prairie Angers-Lusignan, Station d'Agronomie d'Angers, Beaucazgé, (Maine-et-Loire).
** I.N.R.A., Domaine expérimental fourrager, Le Pin-au-Haras, (Orne).

ANNEXE I : CARACTÉRISATION DU SOL

Profil II sous prairie permanente Formation géologique : Alluvions modernes

A₁₁ 0-5 cm

Argile limoneuse (40 % d'argile)

Structure grenue

Taches d'oxydo-réduction (hydromorphie dès la surface)

Feutrage racinaire important

A_{12 g} 5-15 cm

Argilo-limoneux, riche en matières organiques

Structure polyédrique

Bonne colonisation par les racines

g₁ 15-40 cm

Pseudogley

Argile lourde (argile 70 %)

Structure prismatique de dessiccation

Nombreuses racines qui passent dans la masse argileuse

Peu d'activité biologique

Présence de parties réoxydées nettes avec zones réduites (gris bleuté)

C_{g2} 40-100 cm

Pseudogley à tendance gley

Texture argileuse

Structure prismatique de dessiccation

Zones réduites plus nombreuses que dans l'horizon G₁

Densité de racines en diminution qui empruntent les zones de moindre résistance (fissures)

Présence de nombreuses concrétions ferro-manganiques

ANNEXE 2 : ANALYSE FLORISTIQUE

(en Juillet 1979 : doses N_0 , N_1 , N_2 appliquées depuis 1976)

Variétés	Traitements		
	N_0	N_1	N_2
<u>GRAMINEES</u>			
Ray grass anglais (<i>Lolium perenne</i>)	6,65	7,86	6,55
Dactyle (<i>Dactylis glomerata</i>)	1,64	1,90	4,62
Fléole (<i>Phleum pratense</i>)	0,68	1,47	1,85
Fétuque des prés (<i>Festuca pratense</i>)	-	1,02	-
Pâturin des prés (<i>Poa pratense</i>)	-	-	0,20
Houlque laineuse (<i>Holcus lanatus</i>)	17,22	16,64	14,59
Vulpin (<i>Alopecurus pratense</i>)	15,45	27,33	24,59
Flouve (<i>Anthoxanthum od.</i>)	0,40	-	-
Crételle (<i>Cynosurus cristatus</i>)	0,80	-	0,95
Fétuque rouge (<i>Festuca rubra</i>)	2,75	1,41	0,69
Agrostis tenuis	11,68	4,37	5,03
Pâturin commun (<i>Poa trivialis</i>)	19,85	28,43	31,50
Brème mou (<i>Bromus mollis</i>)	2,67	-	1,26
Total	79,20	90,50	91,80
<u>LEGUMINEUSES</u>			
Trèfle blanc (<i>Trifolium repens</i> L.)	5,94	0,98	-
Trèfle violet (<i>Trifolium pratense</i> L.)	0,39	-	-
Total	6,33	0,98	-
<u>DIVERS</u>	14,08	7,44	8,02

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- LAISSUS R. (1979) : « La valeur fourragère du vulpin des prés », *Fourrages*, 79, 79-88.
- 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. et SALETTE J. (1981) : « Analyse de l'influence de la température sur la croissance de printemps de graminées fourragères », *C.R. Acad. Sc. Paris*, 292, 843-846.
- LEMAIRE G. ET SALETTE J. (1982) : « The effects of temperature and fertilizer nitrogen on the growth of two forage grasses in spring », *Grass and Forage science*, 37,3,191-199.
- 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. Fr.*, séance du 28.4.1982, n° 9, 689-699.
- SALETTE J. et LEMAIER G. (1982) : *Approche des relations croissance, climat, azote : cas de la croissance des peuplements de graminées fourragères en fin d'hiver*, séminaire de Vichy, 16-18 mars 1982, Département d'Agronomie, ed. I.N.R.A. pp 90-99.
- LEMAIRE G., SALETTE J., GOSSE G. et CHARTIER M. (1982) : « Temperature and spring growth for grasses : comparison of different grass stands », *C.R. Colloque European grassland federation*, Reading, Septembre 1982.