

Prévision des potentiels de production en fonction des conditions pédoclimatiques ; application au pâturage.

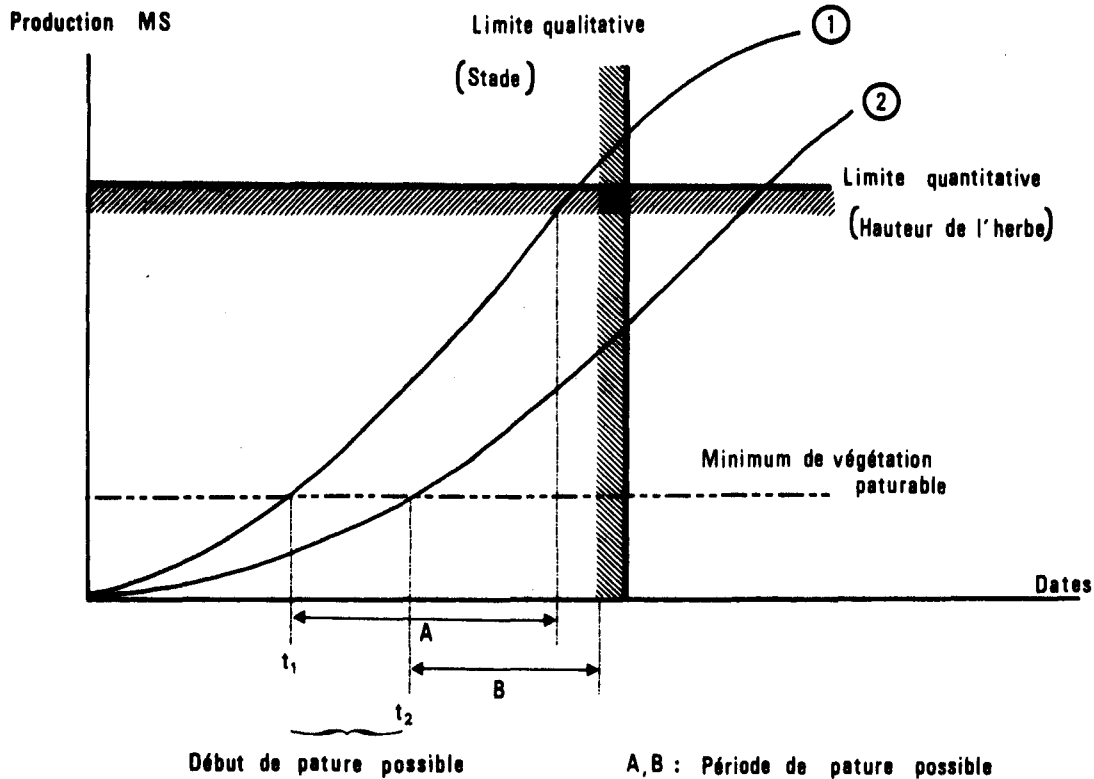
CONSÉQUENCES DU RYTHME DE CROISSANCE DE L'HERBE SUR LA CONDUITE DU PATURAGE AU PRINTEMPS — POSSIBILITÉS DE PRÉVISIONS

Introduction

LA MAITRISE DE L'EXPLOITATION DE L'HERBE AU PATURAGE DOIT ABOUTIR A METTRE CHAQUE JOUR A LA DISPOSITION DE CHAQUE ANIMAL UNE QUANTITÉ d'herbe relativement constante et de qualité suffisante. Les diverses méthodes de pâturage (tournant, rationné ou continu intensif) ont pour but d'atteindre au mieux cet objectif. Les difficultés de réalisation pratique de ces méthodes résident dans le fait que la quantité d'herbe disponible augmente avec le temps, au cours de la repousse, selon des vitesses très variables et que sa qualité diminue très rapidement, à certaines périodes, notamment au printemps.

Si l'évolution de la qualité de l'herbe peut être relativement bien prévue pour une espèce donnée en fonction des dates de réalisation des stades (DEMARQUILLY, *Fourrages*, même numéro), il n'en est pas de même pour la croissance, qui peut être variable au début du printemps selon les espèces, les régions, les années et surtout selon l'azote apporté.

FIGURE 1



Il apparaît donc essentiel de baser la conduite du pâturage sur les vitesses de croissance de l'herbe.

Est-il possible de déterminer dans chaque cas un potentiel de croissance de l'herbe ? Et si oui, quelle utilisation pourrait être faite de cette prévision pour une meilleure maîtrise de l'exploitation au pâturage ?

Nécessité de prévision des vitesses de croissance de l'herbe

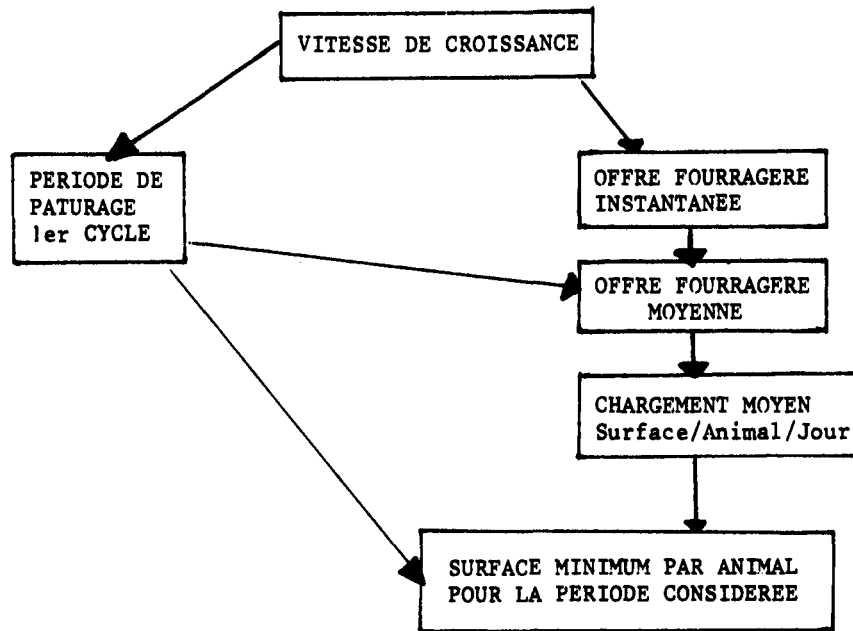
L'exploitation de l'herbe au cours de sa croissance doit se situer entre certaines limites (GILLET, *Fourrages*, même numéro) :

— *Limite minimale* de végétation pâturable.

— *Limite de qualité* qui correspond, au printemps, à la montée des tiges et à leur lignification, ce qui entraîne inévitablement des refus et une diminution brusque de la consommation. Cette limite est déterminée par des stades de développement ; elle est donc atteinte à une date relativement fixe dans une même région, quelle que soit l'année, pour un cultivar donné (GILLET, 1980).

FIGURE 2

OFFRE FOURRAGÈRE
Quantité de M.S. consommable par unité de surface



— *Limite de quantité* qui correspond, en fait, à une limite de hauteur d'herbe au-delà de laquelle il y a augmentation exagérée du gaspillage (l'herbe couchée et souillée n'étant plus consommée). La production sur pied correspondant à cette limite dépend essentiellement de l'espèce (de son port) et de la méthode de pâturage utilisée (pâturage au fil, pâturage tournant, etc.).

Les deux courbes de la figure 1 représentent des croissances théoriques de l'herbe au printemps dans des conditions de milieu à potentiel de croissance différents.

La connaissance a priori de la courbe de croissance permettrait de déterminer, pour chaque cas :

- la date de mise à l'herbe possible,
- la durée de pâturage possible pour le premier passage,
- l'évolution journalière de l'offre fourragère.

La figure 2 nous montre comment, à partir de la connaissance de l'évolution journalière de l'offre fourragère, on peut déterminer le charge-

ment moyen et, en fin de compte, la surface fourragère nécessaire par animal pour la période de pâturage considérée.

Ainsi, chaque printemps, l'éleveur se trouve-t-il devant une série de choix prévisionnels successifs à faire pour établir son planning de pâturage :

- A quelle date peut-on sortir les animaux ?
- De quelle durée de pâturage peut-on bénéficier pour le premier passage ?
- Quel est le chargement possible durant cette période ?
- Quelle surface est-elle alors nécessaire ?
- Quelles surfaces doivent être disponibles pour la poursuite de la pâture (repousse ou parcelles d'autres variétés) ?

Les réponses à toutes ces questions seraient relativement aisées si l'on connaissait à l'avance la dynamique de la croissance de l'herbe.

Une bonne maîtrise du pâturage doit donc reposer sur une prévision des potentiels de croissance de l'herbe : l'absence de prévision conduit en général à une sous-utilisation systématique de la prairie, liée à la crainte du manque d'herbe.

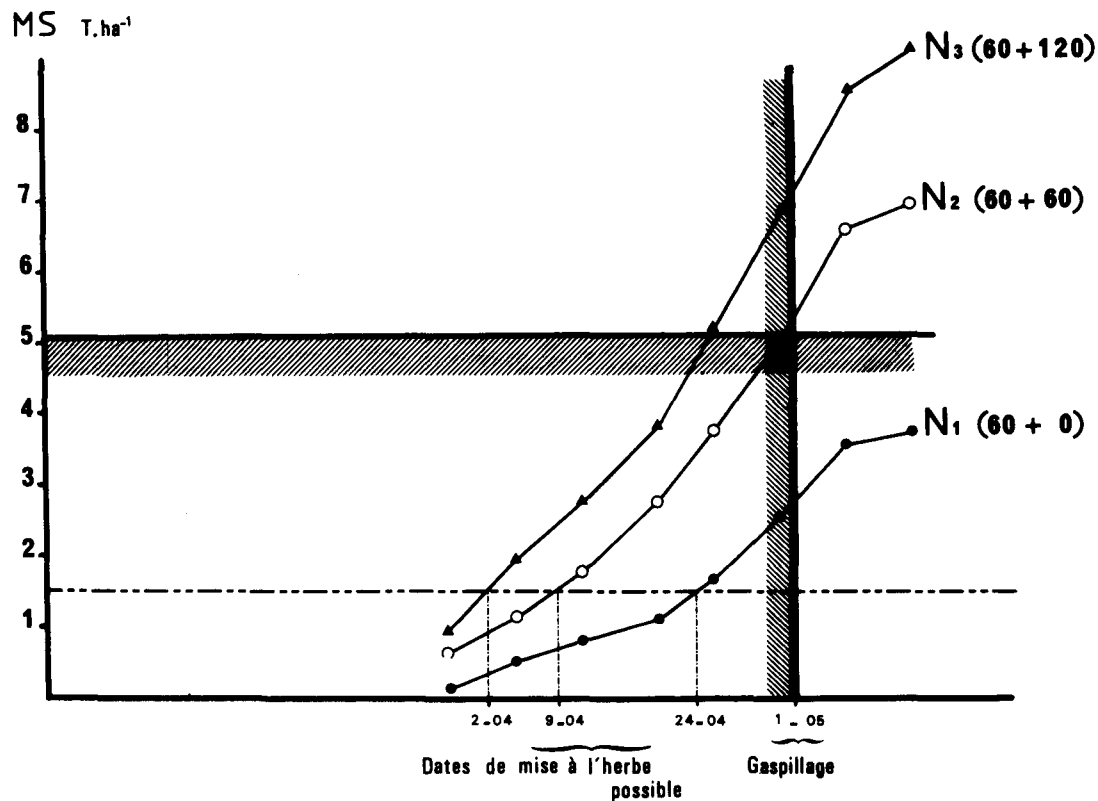
Influence de la nutrition azotée

L'azote a pour effet essentiel d'accélérer la croissance de l'herbe (J. SALETTE, 1975). En multipliant par deux ou même par trois la vitesse de croissance, la nutrition azotée modifie très profondément la conduite du pâturage.

La figure 3 représente les courbes de croissance d'une fétuque élevée à Lusignan, recevant trois niveaux d'azote. Si nous appliquons à ce cas particulier la démarche décrite précédemment, nous pouvons résumer les principales conclusions dans le tableau I :

- Nous avons retenu comme critère de mise à l'herbe possible 1,5 t/ha de M.S. présente, norme assez largement répandue pour un début de pâturage au printemps.

FIGURE 3
 COURBES DE CROISSANCE D'UNE FÊTUQUE ÉLEVÉE
 A TROIS NIVEAUX DE FERTILISATION AZOTÉE (Lusignan)



— Nous avons admis un début de gaspillage par excès d'herbe lorsqu'on atteint 5 t/ha de M.S. sur pied, ce qui correspond à des observations faites à Lusignan avec des vaches laitières pâturant au fil électrique (cette limite peut varier selon l'espèce, le mode de pâture, etc.).

— La limite de qualité de l'herbe a été choisie au milieu de l'intervalle entre le stade « épi à 10 cm » et le début « épiaison », soit vers le 1^{er} mai pour cette fétuque (GILLET, 1980).

TABLEAU I
INFLUENCE DE LA FUMURE AZOTÉE
SUR LA CONDUITE DU PATURAGE SUR FÊTUQUE ÉLEVÉE, A LUSIGNAN

	N1	N2	N3	
Date de "mise à l'herbe" possible	24 Avril	9 Avril	2 Avril	
Date de "mise à l'herbe" réelle	24 Avril	9 Avril	2.04	9.04
Période de pâturage (nombre de jours)	7	21	23	16
Offre fourragère moyenne (Kg de MS/ha)	1 600	2 600	3 250	3 750
Chargement moyen (m2/Vache/Jour)	93	57	47	40
Surface par animal pour le 1er cycle	560	1 200	1 030	640
Journées pâturage x vaches par hectare	107	173	213	250

	Automne		Printemps
N1	60	+	0
N2	60	+	60
N3	60	+	120

L'examen du tableau conduit aux remarques suivantes :

— L'apport de 120 unités d'azote en fin d'hiver aurait permis cette année-là de sortir les animaux vingt-deux jours plus tôt que sur les parcelles non fertilisées (une semaine plus tôt que sur les parcelles ayant reçu 60 unités).

— La période de pâturage possible passe de sept jours à vingt-trois jours. Lorsqu'on utilise une forte fertilisation, elle est limitée plus par l'excès d'herbe que par sa qualité, d'où la justification du recours obligatoire à l'ensilage.

— L'offre fourragère moyenne augmente naturellement avec la dose d'azote. Elle est multipliée par deux entre 0 et 120 unités.

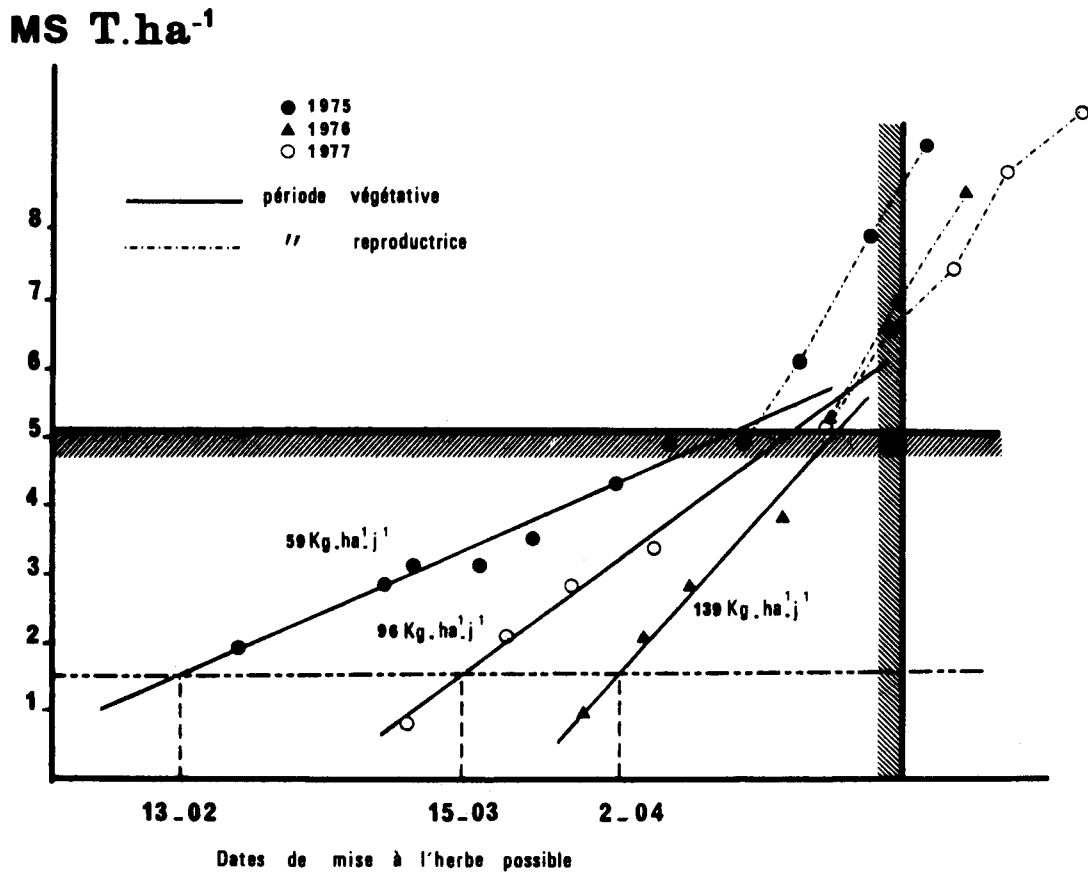
— La surface nécessaire par vache a été calculée pour une pression de pâturage de 15 kg de M.S. par animal. Pour la première pâture, cette surface augmente lorsque l'on passe de 0 à 60 kg d'azote (notons qu'elle augmente moins que ne le fait la durée du pâturage). Cette surface diminue lorsque l'on passe de 60 à 120 kg, ce qui traduit essentiellement l'augmentation de l'offre fourragère.

C'est cette surface nécessaire par vache qu'il serait essentiel de prévoir au mieux en début de printemps. Mais, dans la réalité, c'est le raisonnement inverse qui est effectué : adapter éventuellement la date de sortie des animaux en fonction de la surface maximum utilisable compte tenu du système fourrager. Ainsi la dernière colonne du tableau I représente une mise à l'herbe volontairement décalée d'une semaine (9 avril) pour la forte fertilisation : ceci aboutit à l'utilisation de 640 m² par vache au lieu de 1.030 m² et à une augmentation du nombre de journées de pâturage : 250 contre 213.

Cependant, l'éleveur doit également prévoir la poursuite du pâturage et, dans le meilleur des cas (dans cet exemple), les repousses auront trois semaines : seront-elles suffisantes en quantité et quelle sera leur qualité (stade) pour assurer une deuxième pâture ?

On peut noter sur cet exemple, où il s'agit d'une année relativement tardive pour Lusignan, que l'apport d'azote permet une mise à l'herbe plus précoce, ce qui est une condition essentielle pour avoir des repousses suffisantes pour le passage suivant. Mais cette mise à l'herbe précoce (2 avril au lieu du 9 avril) se traduit par une moins bonne valorisation des surfaces (213 journées de pâture-vache contre 250). Encore faudrait-il intégrer la qualité de l'herbe offerte qui, étant en moyenne de huit jours plus jeune, peut permettre une production par animal plus élevée.

FIGURE 4
 COURBES DE CROISSANCE D'UNE FÊTUQUE ÉLEVÉE
 (Lusignan, 1975, 1976, 1977)



Influence du climat

En réalité, l'éleveur doit déterminer sa fertilisation afin d'obtenir les rythmes de croissance les plus compatibles avec le mode de pâturage qu'il envisage. Cependant, il n'est pas maître des conditions climatiques à venir et, pour une même fumure azotée, il peut obtenir des vitesses de croissance fort différentes sur la même prairie d'une année à l'autre.

La figure 4 représente les courbes de croissance d'une fétuque élevée ayant reçu un apport d'azote de 60 kg après la dernière coupe d'automne, suivi de 120 kg en fin d'hiver pendant trois années consécutives, à Lusignan. La dose d'azote apportée peut être considérée comme non limitante ;

TABLEAU II
INFLUENCE DE L'ANNÉE
SUR LA CONDUITE DU PATURAGE SUR FÉTUQUE ÉLEVÉE,
A LUSIGNAN

	1975		1976	1977	
Date de "mise à l'herbe" possible	13.02		2.04	15.03	
Date de "mise à l'herbe" réelle	13.02	15.03	2.04	15.03	2.04
Période de pâturage (nombre de jours)	60	30	23	35	18
Offre fourragère moyenne (Kg de MS/ha)	3 200	4 100	3 200	3 200	4 100
Chargement moyen instantané (m2/Vache/Jour)	47	37	47	47	37
Surface/Vache pour 1er cycle (m2)	2 800	1 110	1 030	1 650	670
Journées pâturage x Vache par hectare	213	273	213	213	273

il s'ensuit que les très forts écarts de croissance observés ne peuvent être attribués qu'à des effets climatiques (G. LEMAIRE, J. SALETTE, 1981 a). Les différences entre années sont essentiellement marquées en début de croissance (ainsi au début d'avril, nous avons 1,5 t/ha de M.S. en 1976 et 4,2 t/ha en 1975). Par contre, les différences au stade « épi à 10 cm » sont négligeables (entre 5 et 5,5 t/ha de M.S.). Ceci se traduit par des vitesses de croissance moyenne très variables d'une année à l'autre : 59, 139, 96 kg de M.S./ha/jour, respectivement pour les années 1975, 1976 et 1977, entre le départ en croissance et la réalisation du stade « épi à 10 cm ».

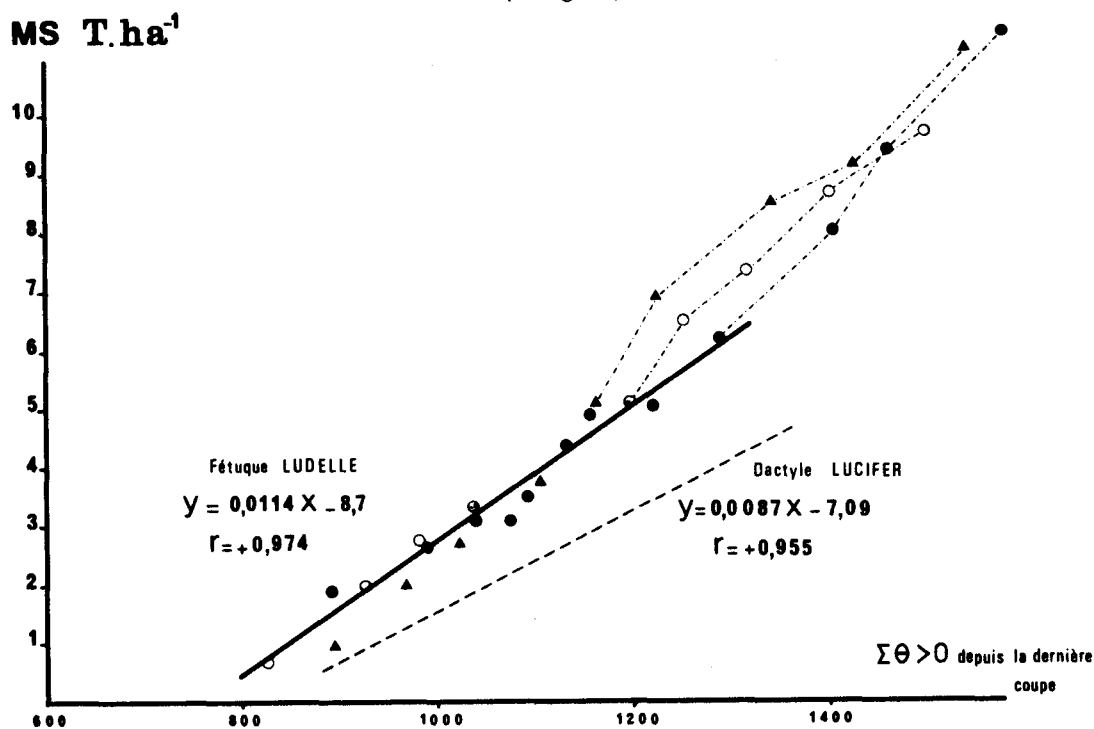
Le tableau II permet d'analyser la conduite de la pâture qui aurait été possible lors de ces différentes années. Pour les années 1975 et 1977, les

plus précoces, nous avons retenu deux dates de mise à l'herbe. Dans la mesure où la mise à l'herbe des animaux est effectuée dès que possible (présence de 1,5 t/ha de M.S. sur pied), on aboutit pour les trois années à 213 journées de pâture-vache à l'hectare, mais avec des besoins en surface par animal de 2.800 m² en 1975, 1.030 m² en 1976 et 1.650 m² en 1977. Ceci est lié au fait que les périodes de pâturage, telles que définies ci-dessus, sont plus longues en année précoce : 60 jours en 1975, 23 jours en 1976, 35 jours en 1977.

Cependant, pour une année précoce, une mise à l'herbe retardée peut être envisagée, ce qui a pour résultat d'augmenter le nombre de journées de pâturage-vache/ha et donc de diminuer la surface nécessaire par animal. Cette souplesse dans la conduite du pâturage peut être obtenue par le maintien d'une bonne période de transition lors de la mise à l'herbe. Cette période de transition est d'ailleurs d'autant plus nécessaire pour la santé des animaux que la pousse de l'herbe est plus précoce. De même, en année tardive (1976), l'éleveur ne devra pas hésiter à mettre les animaux à l'herbe le plus tôt possible, même si l'offre fourragère sur pied n'atteint pas 1,5 t/ha : en effet, on constate qu'une pousse de l'herbe tardive est compensée par des vitesses de croissance plus importantes ensuite (cas des régions plus continentales). Ainsi, selon les années et selon la surface dont il dispose pour la première pâture, l'éleveur aura à adopter des stratégies différentes lors la mise à l'herbe.

Le problème est alors de prévoir suffisamment tôt les conditions climatiques afin d'adapter au mieux un mode de conduite du pâturage. On peut en effet, au moins en régions à hiver peu rigoureux, relier la croissance réalisée à une date donnée au printemps aux conditions climatiques qui ont précédé. La figure 5 nous montre que la variabilité de croissance entre les trois années est très bien expliquée par un paramètre climatique simple : la somme des températures supérieures à 0 °C cumulées depuis la date de la dernière coupe d'automne. On peut calculer une régression, commune aux trois années, reliant l'offre fourragère à la somme des températures. La pente de cette régression représente, à cette époque, le *potentiel de croissance* de la variété, soit ici 11,4 kg de M.S./ha/deg⁺ × jour, ce qui signifie qu'une journée avec une température moyenne de 10 °C permettra un accroissement de l'offre fourragère de 114 kg de M.S./ha (G. LEMAIRE, J. SALETTE, 1981 b).

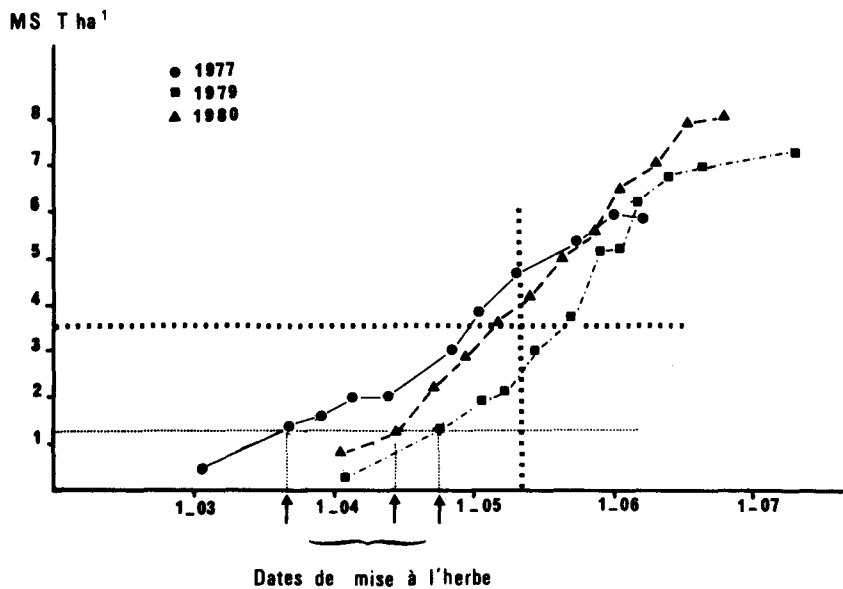
FIGURE 5
CROISSANCE ET SOMME DES TEMPÉRATURES
(Lusignan)



Une telle régression peut également permettre de déterminer le départ en végétation et la mise à l'herbe (ici à 880 °C × jour). Elle peut permettre d'envisager de baser les apports d'azote sur les sommes de température pour mieux faire coïncider l'apport d'azote et les besoins de la plante à partir du début de sa croissance.

Cette croissance potentielle n'est effectivement réalisée que si la nutrition azotée est proche de l'optimum. Dans le cas contraire, on obtient des croissances plus faibles dont le coefficient de pente est représentatif à la fois de la dose d'azote apportée et de la contribution du sol (minéralisation). Une telle prévision n'est donc possible que pour des prairies dont le niveau de fertilisation serait proche de l'optimum et pour des sols dont les défauts de drainage ne retardent pas le départ en croissance ; elle concerne le potentiel de croissance permis par le climat.

FIGURE 6
COURBES DE CROISSANCE D'UNE PRAIRIE PERMANENTE
(Le Pin-au-Haras)



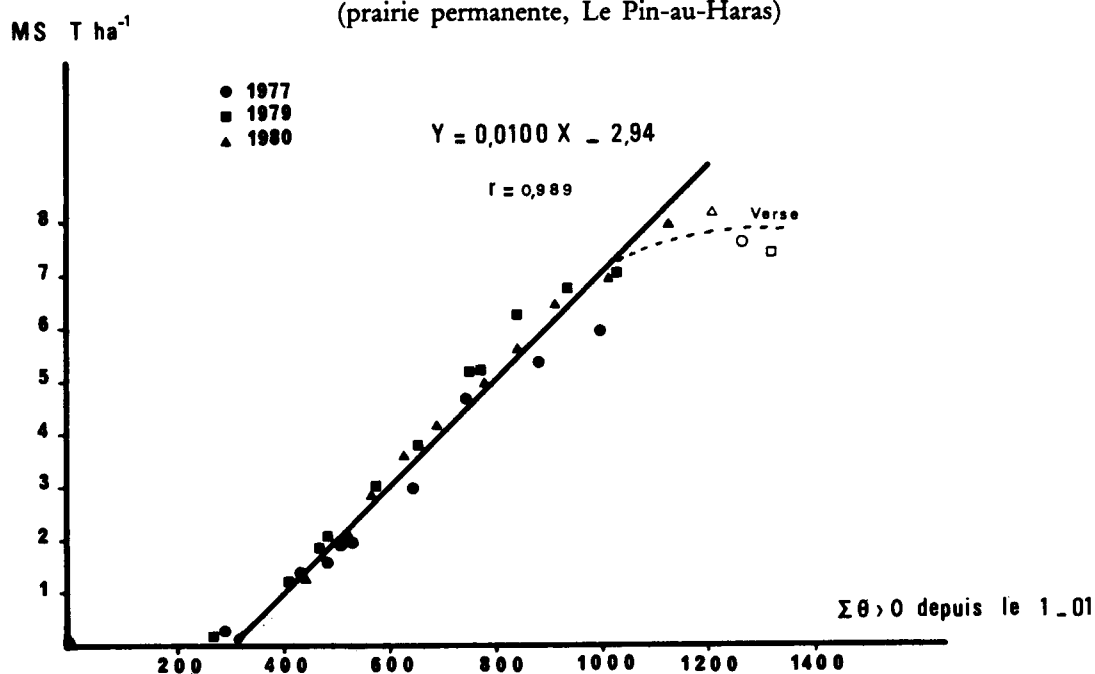
Influence de l'espèce

Une telle détermination du potentiel de croissance en début de printemps peut être faite pour différentes espèces ou variétés et également pour différents types de prairie permanente.

A Lusignan, parallèlement à l'étude menée sur la fétuque élevée, nous avons pu, pour les mêmes années, déterminer le potentiel de croissance du dactyle (cv. Lucifer), (figure 5).

La comparaison des deux courbes traduit le démarrage plus tardif du dactyle et son potentiel de croissance plus faible (8,7 kg de M.S. par degré × jour contre 11,4 pour la fétuque élevée Ludelle).

FIGURE 7
CROISSANCE ET SOMME DE TEMPÉRATURE
(prairie permanente, Le Pin-au-Haras)



Les figures 6 et 7 représentent une étude analogue menée sur une prairie permanente au Pin-au-Haras. Dans ce cas, il paraît suffisant de cumuler les températures seulement à partir du 1^{er} janvier, ce qui peut être lié à un arrêt de végétation beaucoup plus marqué en hiver, comparativement à Lusignan où l'activité physiologique des graminées reste importante pendant l'hiver.

Le potentiel de croissance de cette prairie permanente ayant reçu 100 kg d'azote en fin d'hiver correspond à 10 kg de M.S. par degré × jour, ce qui est très proche des 11,4 de la fétuque élevée et révèle ainsi la potentialité de ce type de prairie permanente dont la flore, très riche en vulpin, permet en outre un départ en croissance particulièrement précoce au printemps (à 300 degrés × jour environ, cumulé depuis le 1^{er} janvier).

Conclusion

La détermination de telles relations et leur vérification dans des climats bien typés (océaniques, continentaux, méditerranéens, de montagne...) pour les différentes espèces et variétés, ainsi que pour des types de prairies permanentes bien définis localement, serait à généraliser et devrait permettre de faire deux types de prévisions :

— Au niveau régional et à long terme, grâce à des études fréquentielles climatiques, une meilleure connaissance des possibilités de pâture des différents types de prairies. Le choix des espèces et variétés et de leur combinaison éventuelle dans un système de pâturage cohérent pourrait être fait plus aisément, l'expérimentation régionale permettant *in fine* de vérifier les quelques solutions retenues au lieu d'avoir a priori à les tester toutes.

— Au niveau de l'éleveur, de pouvoir adapter semaine après semaine la conduite de son pâturage en fonction des prévisions climatiques à court terme qui deviendront, il faut l'espérer, de plus en plus fiables. Ainsi les décisions d'une mise à l'herbe précoce ou non, du prolongement de la période de transition, de la mise en réserve de certaines parcelles pour l'ensilage pourront-elles être prévues et réalisées de façon moins aléatoire.

Il est bien évident que la prévision du seul premier cycle est insuffisante. Nous avons bien souligné la nécessité de prévoir également la vitesse de croissance des repousses pour assurer la suite de la pâture. Mais rien ne s'oppose apparemment à l'application d'une démarche analogue pour la suite de la saison de pâture. D'autres facteurs climatiques jouent ensuite progressivement un rôle accru, en particulier la disponibilité en eau. Des études correspondantes sont abordées dans cette perspective.

G. LEMAIRE, J. SALETTE.

Station d'Agronomie I.N.R.A.,
Angers - Lusignan.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

GILLET M. (1980) : *Les graminées fourragères*, Gauthiers-Villars.

LEMAIRE G., SALETTE J. (1981) : *a*) « The effects of temperature and fertilizer nitrogen on the growth of two forage grasses in Spring », *Grass and Forage Science*, à paraître.

LEMAIRE G., SALETTE J. (1981) : *b*) « Analyse de l'influence de la température sur la croissance de printemps de graminées fourragères », *C.R. Acad. Sci.*, à paraître.

SALETTE J. et LEMAIRES G. (1981) : « Sur la variation de la teneur en azote des graminées fourragères pendant leur croissance : formulation d'une loi de dilution », *C.R. Acad. Sci.*, à paraître.

SALETTE J. (1975) : « La fertilisation de la prairie. Principes, problèmes et perspectives », *Fourrages* n° 62.