

# Proposition pour le choix et la maîtrise du système fourrager

## I – Notion de trésorerie fourragère

M. Duru<sup>1,3</sup>, J.L. Fiorelli<sup>2</sup>, P.L. Osty<sup>1\*</sup>

L'élaboration de références biotechniques appropriées, c'est-à-dire adaptables aux conditions particulières des utilisateurs, et la mise au point d'outils d'aide à la gestion des exploitations agricoles constituent deux orientations de recherches susceptibles de concerner de plus en plus les agriculteurs. En effet, confrontés au contingentement de leur production et à la réduction de leurs marges bénéficiaires,

---

\* : Avec la participation de J.-C. MOREAU<sup>4</sup>, S. LARDON<sup>1</sup>, et J.-L. ROUQUETTE<sup>4</sup> et la collaboration technique de A. HERVE<sup>1</sup> et G. ROHMER<sup>1</sup>.

### *MOTS CLÉS*

Aide à la décision, chargement animal, climat, diagnostic, pâturage, prévision, stockage, système fourrager, trésorerie fourragère.

### *KEY-WORDS*

Climate, diagnosis, fodder storage, forage cash system, forage system, forecast, grazing, help to decision, stocking rate.

### *AUTEURS*

1 : I.N.R.A., Département Systèmes Agraires et Développement, Castanet Tolosan (Haute-Garonne).

2 : I.N.R.A., Département Systèmes Agraires et Développement, Mirecourt (Vosges).

3 : I.N.R.A., Département d'Agronomie, Castanet Tolosan (Haute-Garonne).

4 : Institut Technique de l'Élevage Bovin, Castanet Tolosan (Haute-Garonne).

### *CORRESPONDANCE*

M. DURU, I.N.R.A.-S.A.D., B.P. 27, F 31326 Castanet Tolosan Cedex.

ils doivent affiner la maîtrise des facteurs de production qu'ils emploient en termes de techniques mises en œuvre.

Pour les exploitations d'élevage de ruminants qui nous concernent ici, cette maîtrise est particulièrement délicate. En effet, elle concerne notamment la relation entre la conduite de couverts fourragers, dont la production est variable et souvent non prévisible, et la conduite d'animaux dont la maîtrise est très inégale, même si on dispose dans la plupart des cas de recommandations d'apports alimentaires. Cette organisation, dans le temps et dans l'espace, est l'objet du système fourrager (ATTONATY, 1980 ; DELORME et al., 1983). On peut donc la définir comme un système d'information et de décision dont la tâche, au sein d'une exploitation d'élevage, est de procéder à l'équilibrage des ressources fourragères et des besoins des animaux, conformément aux objectifs et aux conditions de fonctionnement de cet élevage (DURU et al., 1988). Dans ce cadre conceptuel, la correspondance entre les ressources fourragères à mobiliser et la couverture des dépenses des animaux à assurer est un enjeu important de la gestion des exploitations d'élevage. A cet effet, des outils d'aide à la décision sont nécessaires.

Pour la maîtrise de l'alimentation des troupeaux en fonction d'objectifs de production, des outils sont disponibles ou en cours d'élaboration. Pour les vaches laitières, on établit, compte tenu du niveau génétique du troupeau et de la répartition des vêlages, une prévision d'estimation de la courbe de production de lait. La comparaison de cette courbe à la production réalisée permet d'apprécier, en temps réel, la maîtrise de l'alimentation des animaux lorsqu'aucun autre facteur limitant n'intervient. Pour la production de viande ovine, RUSSEL et al. (1969) ont proposé une méthode d'évaluation de l'état corporel des brebis, méthode reprise en France dans plusieurs régions (GIBON et al., 1985).

Pour la conduite des couverts fourragers, peu d'outils sont disponibles. Jusqu'à présent, les évaluations et les prévisions sont référées à des chargements, c'est-à-dire au rapport entre l'effectif d'un troupeau et la superficie des parcelles dont il utilise les ressources fourragères. Calculé sur l'année, ce rapport indique un niveau de productivité des surfaces fourragères permettant de comparer leur gestion d'un élevage à l'autre. Cependant, il est trop global pour analyser par exemple les alternatives dans les modes d'exploitation des ressources considérées (pâturage ou mise en stock, utilisation différée d'ensilage...) compte tenu notamment des taux de consommation de la ressources offerte.

Calculé dans le cas du pâturage notamment, par période d'alimentation supposée stable, le chargement est significatif davantage par ses variations entre périodes que par sa valeur moyenne (HODEN et al., 1986). Cependant, on sait que si l'augmentation du chargement accroît la production animale par unité de surface ce n'est pas sans contrepartie sur les performances animales individuelles, du moins à partir d'un certain seuil (BÉRANGER et MICOL, 1981).

Dans une perspective d'aide à la décision à court terme, on a besoin de critères mieux ajustés à :

— La diversité des couverts végétaux, leur mode de conduite, et aux milieux pédo-climatiques. Cette diversité rend difficile la détermination d'un chargement optimum (BÉRANGER, 1985). En effet, le chargement est à adapter aux variations saisonnières et inter-annuelles de croissance de l'herbe (JEANNIN, 1981 ; JEANNIN et al., 1981 ; HODEN et al., 1986 b, c). Des compléments sont, en outre, fréquemment distribués compliquant les phénomènes et leur interprétation.

— La disponibilité effective des ressources fourragères ; elle dépend non seulement du fourrage offert, mais aussi de son taux d'utilisation, deux termes fondamentaux de l'interface végétation-troupeau. On peut observer, en effet, qu'une même logique de conduite du pâturage peut se traduire par des valeurs de chargement différentes.

— La réalisation d'un suivi dans le temps. En effet, la correspondance choisie entre les ressources disponibles et celles consommées doit s'évaluer de manière continue dans le temps.

Ces critères doivent en outre être aisés à saisir et faciles à calculer (par exemple par les techniciens qui réalisent des suivis d'élevage), de façon à permettre des échanges entre les partenaires.

Le suivi et l'analyse des pratiques d'éleveurs nous ont conduits à la notion de trésorerie fourragère. Dans ce premier article, nous proposons un critère qui dérive de cette notion. Nous le définirons et le calculerons a posteriori, c'est-à-dire à partir de situations connues. Au-delà de son intérêt de principe, nous envisagerons comment en faire un outil d'aide à la prise de décision, c'est-à-dire un outil de contrôle et de prévision. Dans un deuxième article, nous montrerons comment ce critère s'insère dans une démarche d'étude plus complète des systèmes fourragers en ferme.

## **Une approche en termes de trésorerie fourragère**

### **1. Définition et hypothèses**

La notion de budget de trésorerie (trésorerie pour simplifier) est couramment utilisée pour rapprocher deux flux monétaires de signes opposés, celui des recettes et celui des dépenses courantes. Le suivi et la comptabilisation de ces deux flux dans le temps permet d'établir à tout moment la situation de trésorerie, c'est-à-dire le solde correspondant à la différence entre les deux flux.

Cette notion nous semble transposable à la gestion des flux de fourrages, une proposition dans ce sens ayant d'ailleurs été faite précédemment au niveau d'un

bilan annuel (BOURGEOIS et KRYCHOWSKI, 1981). A une date donnée, le solde de trésorerie est un indicateur d'état du système fourrager. Son évolution au cours d'une ou de plusieurs campagnes est un indicateur de fonctionnement.

Il est fréquent d'observer que, pour faire le point sur la gestion de ses ressources fourragères, un éleveur fasse référence à une durée et à une qualité de l'équilibre entre les disponibilités et la consommation permettant de viser certains objectifs pour le troupeau : « on sera juste pour aller jusqu'à la mi-juin en maintenant le litrage actuel du tank... ». C'est une situation typique du printemps quand l'éleveur guette la repousse des parcelles venant d'être ensilées en vue d'agrandir la surface offerte au pâturage ; les jours de repousse sont un repère commode (MOREAU, comm. pers.). D'autres moments de la campagne fourragère donnent lieu à des évaluations de la situation pour affecter des ressources sur pied au pâturage ou au stockage, pour répartir des ressources stockées entre différents lots d'animaux, etc. Notre hypothèse est donc qu'en cours de campagne il est pertinent de raisonner en rapportant les ressources fourragères présentes (herbe, foin, ensilage...) à la capacité de consommation du troupeau (généralement décomposé en lots dotés d'objectifs de production, de croissance, etc.).

Qu'il s'agisse de pâturage ou d'alimentation par des fourrages en stocks, la situation de trésorerie peut être caractérisée par le nombre de jours de consommation d'avance permis par les ressources disponibles ou plus brièvement les jours d'avance (JA). Le niveau et l'évolution de ce solde de trésorerie traduisent une qualité importante du système fourrager, à savoir la sécurité. Elle peut résulter du choix par l'éleveur d'un niveau de risque eu égard à la connaissance qu'il a des comportements de ses moyens de production (troupeau, parcelles), de son environnement (pédo-climat) et des opportunités qu'il espère saisir. Jusqu'à présent, cette qualité des systèmes fourragers ne faisait l'objet que d'une appréciation subjective ou analytique.

Pour valider ce critère, nous proposons de le calculer sur des situations connues, c'est-à-dire a posteriori, et de le confronter à l'appréciation que fait l'éleveur de sa campagne fourragère. C'est une étape vers le calcul de la trésorerie en temps réel, en vue d'en faire un outil plus complet d'aide à la décision.

## **2. Calcul et représentation du critère « Jour d'Avance »**

Il s'agit de rapporter les ressources fourragères disponibles à une date donnée à la consommation quotidienne que le troupeau peut en faire au cours de la période considérée. Pour passer de cette formulation générale au calcul du critère JA, il faut poser un certain nombre de conventions. De plus, ce critère n'est commode que visualisé, il faut donc préciser son mode de représentation.

On distingue les ressources en stock (foin, ensilages d'herbe et de maïs, voire aliments concentrés...) des ressources « sur pied » représentées par des couverts en végétation. En effet, dans le premier cas, ce sont des ressources stables et, en principe, faciles à quantifier. En revanche, la seconde catégorie évolue en quantité comme en qualité : cultures fourragères, herbe des prairies à pâturer ou à récolter. Pour simplifier, on ne considère ici qu'un troupeau, les ressources en stock et l'herbe à pâturer.

### ● Bases de calcul

$$JA_i = \frac{\text{Stock disponible (Sd)} + \text{ressources offertes au pâturage}}{\text{consommation quotidienne du troupeau}}$$

soit encore :

$$JA_i = Sd/A.N_i + \sum_{p=1}^n Q_{pi}/A.N_i \quad (1)$$

Le troupeau comporte  $N_i$  animaux dont la consommation quotidienne moyenne est  $A$ . Pour le pâturage, l'herbe est disponible sur  $n$  parcelles, chaque parcelle  $p$  ayant une quantité  $Q$  à la date  $i$ . Pour estimer  $Q_i$ , connaissant le déroulement du pâturage, on pose que le troupeau a consommé effectivement l'herbe offerte. Si la parcelle  $p$  est en phase de repousse entre les dates  $d$  et  $d'$  (temps de « repos ») et se trouve exploitée de  $d'$  à  $d''$  (temps de séjour du troupeau) alors :

$$Q_{pi} = R.A.N_i (d'' - d')_p \frac{\sum_{j=d}^i C_j}{\sum_{j=d}^{d''} C_j} \quad (2)$$

$C$  étant un paramètre climatique journalier,  $j$  un compteur de jour et  $R$  la part du pâturage dans le rationnement. Dès lors en tenant compte de l'ensemble des parcelles ( $p$  varie de 1 à  $n$ ) et en remplaçant  $Q_{pi}$  (équation 2), dans l'équation (1), on a :

$$JA_i = Sd/A.N_i + \sum_{p=1}^n R (d'' - d')_p \frac{\sum_{j=d}^i C_j}{\sum_{j=d}^{d''} C_j}$$

Lorsque la date  $i$  est située pendant l'intervalle  $(d'' - d')$ , il y a lieu de pondérer le résultat de la parcelle considérée en fonction du nombre de jours restant à pâturer.

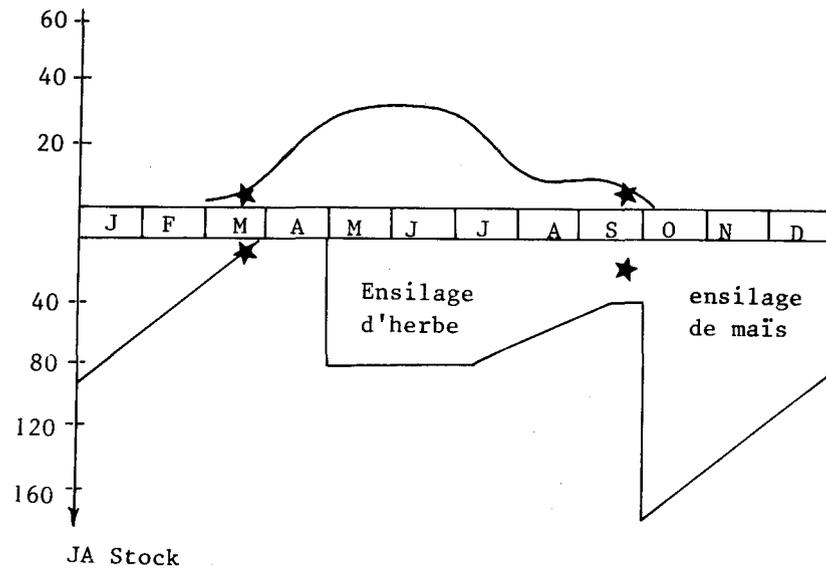


FIGURE 1 : Représentation de principe du solde de trésorerie fourragère et de son évolution au cours d'une campagne (\* : périodes critiques correspondant aux transitions entre pâturage et consommation des stocks)

FIGURE 1 : Representation of the principle of forage cash balance and of its evolution during a season (\* : critical periods corresponding to the transitions between grazing and stored feeds consumption).

### ● Schéma de représentation

Sur le même graphique (figure 1), sont représentés les jours de consommation permis par le pâturage et par les stocks, en ordonnée positive et négative respectivement. A une date donnée, la situation de trésorerie est constituée par la somme des JA au pâturage et de ceux en stocks, aux ressources en végétation non affectées au pâturage ou à la mise en stock près.

Les jours d'avance au pâturage peuvent montrer une pente positive : alors, la vitesse de croissance de l'herbe sur l'ensemble des parcelles affectées au pâturage excède celle de la consommation ; c'est le contraire aux périodes où la pente est négative.

Les jours d'avance en stock présentent des montées verticales lors de la confection des stocks (ensilage d'herbe, fenaïson, ensilage de maïs...). Ils sont

constants aux périodes de pâturage exclusif et décroissent lorsque les stocks sont utilisés.

Au cours d'une campagne fourragère, dans un système donné, on peut ainsi définir des points singuliers de la situation de trésorerie correspondant aux périodes critiques. Il s'agit principalement des périodes de transition entre pâturage et utilisation des ressources stockées. Sur la figure 1, ces périodes sont repérées par un astérisque.

Nous avons choisi délibérément une échelle différente pour les deux ordonnées. En effet, pour les stocks, un écart de quelques jours d'avance est de peu d'importance alors que pour l'herbe à pâturer, notamment dans le cas de pâturages tournants rapides, un écart de quelques jours peut avoir des conséquences importantes pour la conduite et la sécurité du système.

### **3. Conditions de mise en œuvre et limites de la méthode**

La comptabilisation des ressources disponibles nécessite des hypothèses et des conventions qu'il faut garder à l'esprit pour envisager son utilisation.

En premier lieu, il faut simplifier la prise en compte de la variété des situations de parcelles pâturées. L'évaluation de la conduite d'un pâturage pose toujours le problème des dates d'affectation des parcelles : faut-il considérer que la parcelle n'est affectée à un usage donné qu'à partir du moment où l'herbe est utilisée, ou bien que l'affectation doit être comptée dès la phase d'élaboration de la ressource ? En fait, jusqu'au jour où les animaux pâturent effectivement une parcelle, cette dernière ne peut être considérée comme affectée à ce troupeau qu'avec une certaine probabilité, cette probabilité progressant avec le temps. Selon l'objectif de l'étude, on peut être amené à adopter la double comptabilisation pour les parcelles qui changent d'affectation en cours de période de pâturage, par exemple celles qui sont fauchées puis pâturées ; par ce procédé on peut apprécier l'effet de telles adjonctions sur les jours d'avance au pâturage. Dans les autres cas de figure, on propose de s'en tenir au premier mode de comptabilisation.

En second lieu, il faut statuer sur la croissance de l'herbe en présence des animaux sur une parcelle. Le problème est important pour ce qu'on appelle les conduites de pâturage simplifiées, pâturage tournant sur un petit nombre de parcelles et pâturage continu, pour lesquelles les durées de séjour sont prolongées. On peut faire le calcul en limitant la sommation à la date d'entrée des animaux sur la parcelle. On peut aussi, ce qui est le cas dans l'expression (2), considérer qu'il n'y a pas de modification par rapport à la phase de repousse sans pâturage.

En troisième lieu, il faut décider de la prise en compte du climat. Obligatoires pour rendre compte de l'évolution des disponibilités au printemps, les indicateurs

climatiques ne sont pas indispensables si le rythme d'exploitation est rapide et joint à des calculs de trésorerie rapprochés ( $C = 1$  dans la formule (2)). Cependant, dans la plupart des situations, il est important de faire apparaître des variations de croissance attribuables au climat de la période. Des indicateurs simples peuvent être dérivés des modèles climatiques disponibles par ailleurs. Au printemps, dans le cas dominant des prairies pâturées à base de graminées, les températures constitueront cet indicateur climatique (LEMAIRE et SALETTE, 1981), même après un déprimage ou un étéage (DURU et LANGLET, 1986 ; DURU, 1986). En l'absence de données sur les modalités de conduite de la prairie à l'automne, l'initialisation des températures au printemps est à réaliser début février (PARSONS et ROBSON, 1980 ; DURU, 1983 ; LEMAIER, 1985). Pour les repousses d'été et d'automne, le paramètre retenu est l'eau consommée (ETR), que l'on évalue au moyen de l'ETP et de la réserve en eau du sol (MARTY et PUECH, 1971 ; de MONTARD, 1981 ; DURU et LANGLET, 1986).

Enfin, il importe de garder à l'esprit l'hypothèse de base du calcul : la durée de séjour du troupeau sur chaque parcelle est constamment ajustée à l'exploitation des ressources présentes et à la couverture des dépenses que réclame l'objectif de production animale visé. En réalité, il se peut que l'herbe trop abondante soit incomplètement utilisée ; dès lors la durée du séjour des animaux sur la parcelle est inférieure au nombre de journées de pâturage potentiellement disponibles et, de ce fait, l'évaluation a posteriori des jours d'avance sous-estime les ressources présentes durant toute leur période d'élaboration. Le biais inverse apparaît si l'éleveur craint la pénurie d'herbe et prolonge le séjour au-delà de la durée permise par les ressources disponibles pour alimenter correctement les animaux.

On voit ainsi que les valeurs prises par le critère Jours d'Avance dépendent des options retenues par l'éleveur pour équilibrer les ressources fourragères et leur consommation par les animaux. L'appréciation des jours d'avance n'est donc pas dissociable des niveaux de production fourragère et des performances animales obtenues.

## **Applications à quelques situations**

Le calcul et la représentation des valeurs de Jours d'Avance sont réalisés pour deux situations : le pâturage tournant intensif de vaches laitières pendant 6 ans en domaine expérimental à la Station I.N.R.A. de Mirecourt, en Lorraine ; puis le déroulement de 2 campagnes fourragères complètes dans 2 exploitations situées en zone de côteaux de Midi-Pyrénées. Dans les deux cas, nous montrons tout particulièrement comment les variations inter-annuelles et saisonnières du nombre de JA sont liées au climat.

## 1. Conduite d'un pâturage tournant intensif en Lorraine

Pour six années consécutives (1982 à 1987), depuis le démarrage théorique de la végétation jusqu'au début septembre, on a calculé les moyennes et les écarts types des JA au pâturage (JA-P) décadaires (figure 2). La variabilité inter-annuelle et saisonnière apparaît très faible, au moins à compter de la période de mise à l'herbe (mi-avril). Il est remarquable que les années très pluvieuses (1983 et 1986) ne perturbent pas la tendance générale de la série considérée. Tout se passe comme si le « pilote » du système considéré se donnait, quelles que soient les circonstances, une avance de 10 à 15 jours de pâturage.

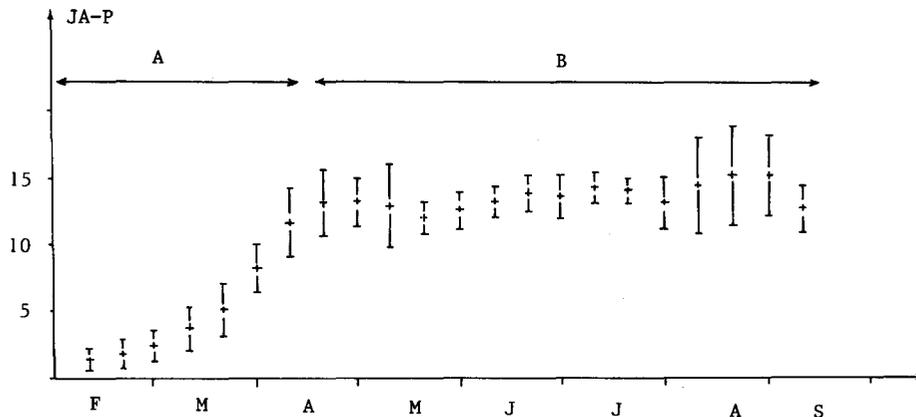


FIGURE 2 : Jours d'avance au pâturage (JA-P) pour un troupeau de vaches laitières en pâturage tournant durant 6 années consécutives (Mirecourt ; 1982-1987 ; moyenne  $\pm$  écart type). Comptabilisation décadaire sur la base des sommes de température (à compter du 1<sup>er</sup> février) pour le premier passage (phase A). Prise en compte des parcelles en « surface affectée » (phase B), c'est-à-dire dès le début des phases de repousse des parcelles additionnelles.

FIGURE 2 : *Grazing days in advance (JA-P) for a herd of dairy cows on rotational grazing during 6 consecutive years* (Mirecourt, 1982-1987, mean  $\pm$  stand. dev.). Accounting of sums of temperature per periods of 10 days from 1<sup>st</sup> February onwards for the first grazing (phase A). Allowance made for plots in « assigned areas » (phase B), i.e. from the start of re-growth of additional paddocks.

La figure 3 présente l'évolution des jours d'avance au pâturage, du chargement, de l'ETR et de la production laitière pour les années 1984 et 1986. L'année 1984 constitue en quelque sorte l'année de référence quant à la commodité de la conduite du pâturage tournant : mise à l'herbe au cours de la deuxième décennie d'avril, ensilage au 10 mai, agrandissement de la surface offerte au pâturage au moyen de « repousses d'ensilage » dans le courant du mois de juin, suivi d'un nouvel agrandissement à la fin du mois de juillet au moyen de repousses après regain.

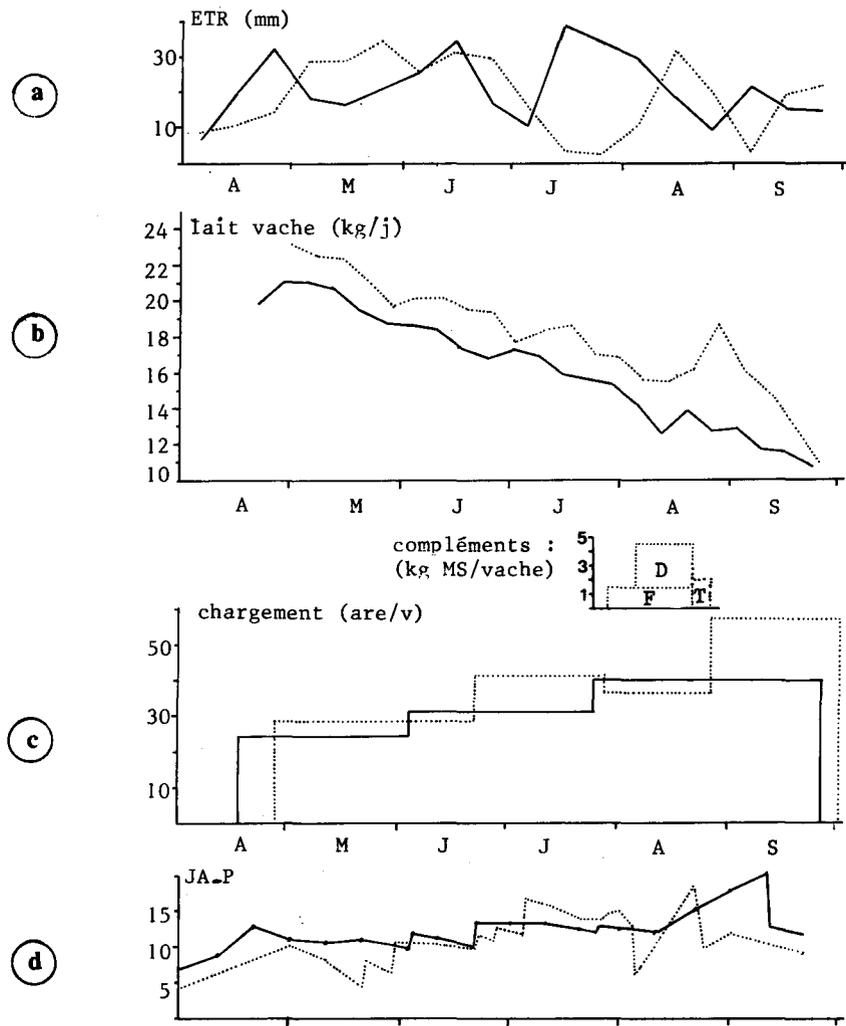


FIGURE 3 : Données pour 2 années de pâturage tournant à Mirecourt : — : 1984, .... : 1986 (cf. figure 2).

a - Evapotranspiration réelle (moyenne décadaire).

b - Lait par vache (moyenne hebdomadaire).

c - Chargement et compléments distribués (D : drèche, F : foin, T : ensilage de trèfle violet).

d - Jours d'Avance au pâturage (JA-P).

FIGURE 3 : Data for a rotational grazing at Mirecourt : — : 1984, .... : 1986 (cf. figure 2).

a - Real evapotranspiration (means of 10 days).

b - Milk yield per cow (weekly means).

c - Stocking rate and distributed feed complements (D : dragee ; F : hay ; T : red clover silage).

d - Grazing days in advance (JA-P).

Aucune complémentation n'a été nécessaire au-delà des aliments concentrés prévus et la production laitière a montré une persistance exemplaire avec néanmoins un fléchissement sensible durant la première quinzaine du mois d'août. Un bon niveau d'ETR durant le mois de juillet a permis de maintenir sans problème le nombre de jours d'avance jusqu'au mois d'août, période à partir de laquelle la sortie progressive des vaches taries a diminué la pression de pâturage au profit de la production laitière.

L'année 1986 a cumulé des conditions climatiques très difficiles : démarrage tardif de la végétation, excès d'eau printanier puis sécheresse de juillet, avec néanmoins une reprise précoce de végétation en août. La conduite du pâturage tournant s'en est fortement ressentie puisque la mise à l'herbe a été tardive (fin avril), de même que l'ensilage (fin mai) et que, par voie de conséquence, la surface prévue initialement pour le pâturage a dû être étendue à deux reprises dans la dernière décade de mai au moyen de parcelles fortement épiées. C'est à ce prix que le nombre de jours d'avance a pu être maintenu. Les « repousses d'ensilage » ont été additionnées à la surface de base courant juillet, mais la pénurie d'herbe n'a été palliée qu'au prix d'une complémentation à hauteur du tiers de la capacité d'ingestion estimée. Durant cette période, l'avance au pâturage a pu se reconstituer ; mais d'autres lots d'animaux non complémentés ont partiellement eu raison de cette avance avant même que les vaches laitières ne l'utilisent. Le mois de septembre a ainsi vu la production laitière chuter très sévèrement, l'avance de pâturage maintenue à 10 jours environ surestimant probablement les ressources disponibles.

Dans le cas de ces deux années contrastées, le mode de calcul retenu (surfaces comptabilisées au jour de la mise à la disposition des animaux) fait clairement apparaître l'effet d'une adjonction ou d'un retrait de surface sur la conduite, alors qu'il n'en est rien du calcul du chargement. Toutefois, un tel procédé caricature la situation dans laquelle se trouve l'éleveur quand il décide d'affecter une parcelle à un troupeau ou à la récolte : en effet, il est probable que son intention s'élabore progressivement, aboutissant ainsi à donner l'impression de ne jamais être « au pied du mur ». Cependant, les valeurs obtenues par ce procédé de comptabilisation des surfaces restent conformes à celles obtenues précédemment, donnant ainsi à penser que le pilote du système tend à maintenir ses ressources fourragères d'avance dans une certaine fourchette.

Les valeurs de JA obtenues, bien qu'approximatives compte tenu des hypothèses récentes, soulignent une caractéristique importante du mode de conduite du pâturage observé à Mirecourt, à savoir sa sensibilité aux aléas. En effet, en cas de ralentissement brutal de la croissance, les régulations à introduire doivent l'être rapidement si l'on entend maintenir l'alimentation des vaches laitières exclusivement au moyen du pâturage. Ce niveau de jours d'avance particulièrement peu élevé constitue, en quelque sorte, la contrepartie d'un système par ailleurs perfor-

mant quant à la qualité de l'herbe mise à la disposition des animaux : une mise à l'herbe précoce (la végétation n'atteint qu'à peine 1 t M.S. par hectare) et des durées de repousse très courtes assurent en effet une haute valeur alimentaire et un gaspillage très réduit des ressources fourragères offertes en pâturage.

## **2. Conduite d'élevages bovins dans le Sud-Ouest**

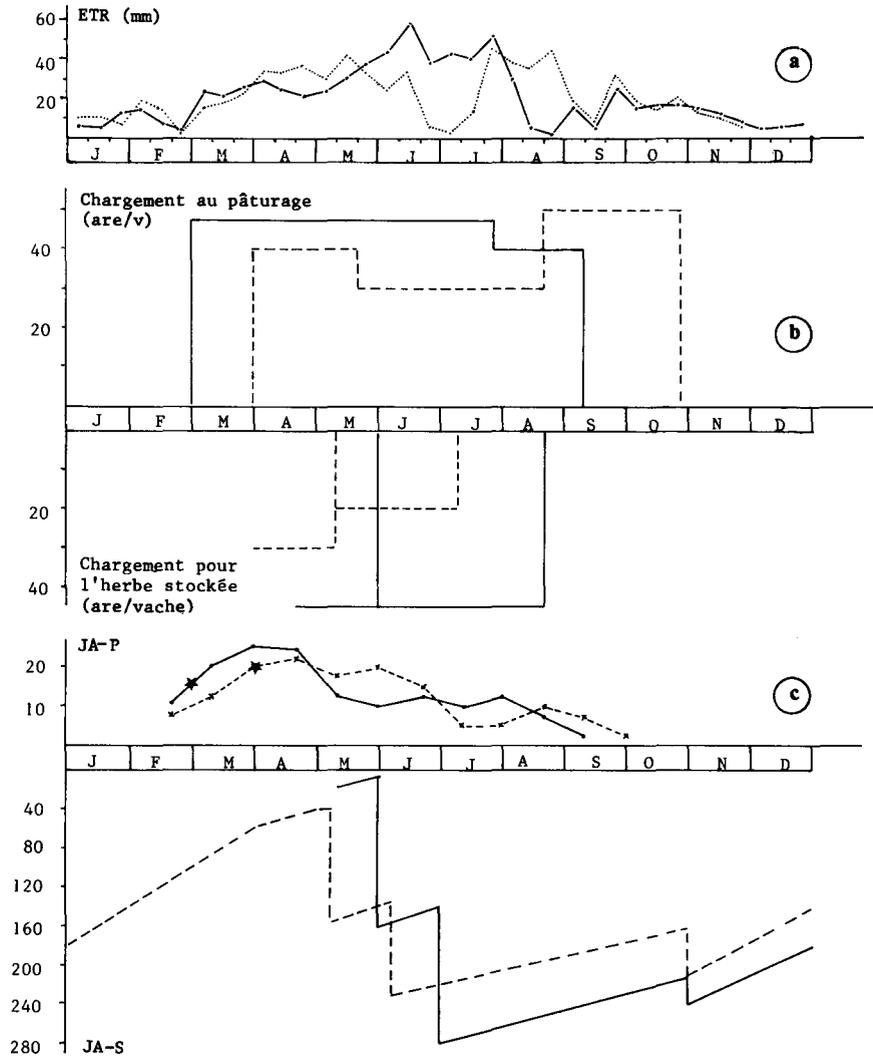
### **● Un troupeau laitier**

Les situations de trésorerie fourragère d'un élevage laitier ont été représentées durant 2 années consécutives : du printemps 1981 au printemps 1983. La sécheresse a été tardive et limitée en 1981 (septembre) alors qu'elle a été précoce et importante en 1982 (figure 4a).

Les courbes de solde de trésorerie ont un profil voisin (figure 4c) mais le solde de stock en fin d'hiver est plus fortement positif au printemps 1982 qu'au printemps 1981 et quasiment nul au printemps 1983. En 1982, les stocks d'ensilage d'herbe ont été réalisés plus tôt mais aussi davantage utilisés en été compte tenu de la sécheresse ; les JA en pâturage deviennent presque nuls au milieu de l'été 1982.

Pendant la période de pâturage, les effectifs de vaches laitières ont été de 27 et 32 respectivement en 1981 et 1982. Cet écart explique en grande partie les variations de chargement observées (figure 4b). En 1982, la mise à l'herbe a été plus tardive qu'en 1981 alors que, d'après les températures, elle aurait pu être plus précoce. Ce retard correspond à la décision de l'éleveur de terminer les stocks de maïs et un solde de foin relativement important (DURU et ROHMER, 1987). L'abondance de la pousse de l'herbe permet à l'éleveur de réduire légèrement sa surface à la mi-mai afin de ne pas atteindre des valeurs de JA trop élevées. En revanche, la sécheresse brutale et sévère conduit à arrêter le pâturage en milieu d'été.

L'accroissement des effectifs conduit à disposer de moins de surface par vache pour les récoltes d'herbe (ensilage, foin ; cf. figure 4b). Cette difficulté est renforcée par la sécheresse sévère de l'été 1982 qui conduit à un faible rendement (pas de récolte après fin juin). Cette difficulté est résorbée en partie par l'éleveur en ensilant plus de maïs pour le troupeau laitier (l'équivalent de 72 jours de ration contre 57 en 1981). L'éleveur a donc compensé la sécheresse par du maïs mais il faut voir là aussi l'effet des variations de solde des stocks (+ 40 jours pour 1981/1982 ; - 30 jours pour 1982/1983).



**FIGURE 4 : Données pour un troupeau de vaches laitières de Midi-Pyrénées :**  
 — : du printemps 1981 au printemps 1982, .... : du printemps 1982 au printemps 1983.  
**a - Evapotranspiration réelle.**  
**b - Variations saisonnières du chargement (hors maïs pour les stocks).**  
**c - Représentation du solde de trésorerie (\* : date de mise à l'herbe).**

**FIGURE 4 : Data for a herd of dairy cows in Midi-Pyrénées :**  
 — : from Spring 1981 to Spring 1982, .... : from Spring 1982 to Spring 1983.  
**a - Real evapotranspiration.**  
**b - Seasonal variations of stocking rate (maize for storage excepted).**  
**c - Representation of cash balance (\* : Date of putting to grass).**

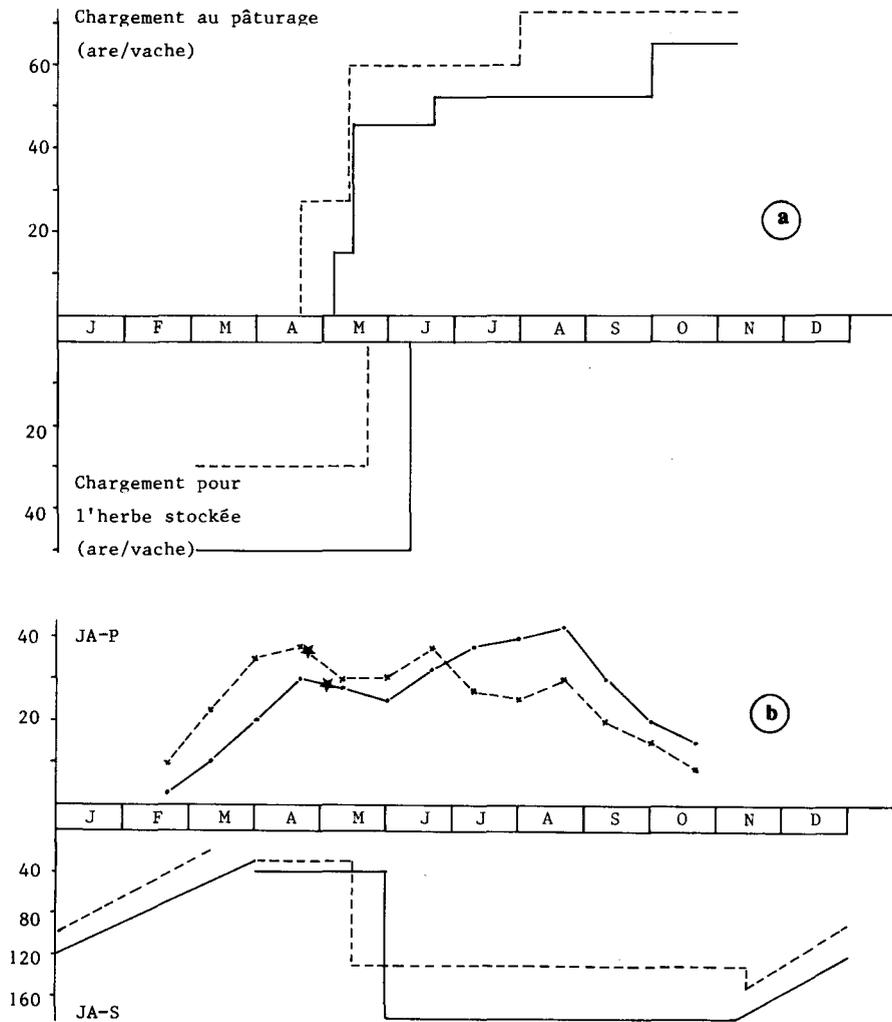


FIGURE 5 : Données pour un troupeau de vaches allaitantes de Midi-Pyrénées : — : du printemps 1981 au printemps 1982, .... : du printemps 1982 au printemps 1983.

a - Variations saisonnières du chargement.

b - Représentation du solde de trésorerie.

\* : date de mise à l'herbe.

FIGURE 5 : Data for a herd of suckling cows in Midi-Pyrénées : — : from Spring 1981 to Spring 1982, .... : from Spring 1982 to Spring 1983

a - Seasonal variations of stocking rate.

b - Representation of cash balance.

\* : Date of putting to grass.

## ● Un troupeau de mères allaitantes

La situation de trésorerie fourragère d'un élevage de vaches allaitantes montre qu'au pâturage le nombre de JA est maintenu à un niveau élevé en été par introduction de surfaces additionnelles (figure 5). Ces surfaces additionnelles permettent de compenser la baisse des vitesses de croissance alors que le niveau des besoins au cours de la saison du fait de la présence des veaux est assez stable (PETIT et al, 1987). Le nombre de JA en début de période de pâturage est plus important en 1982 du fait d'un chargement plus faible (figure 5a) et de températures plus favorables. Une récolte de foin en moyenne plus précoce en 1982 permet d'introduire plus tôt les surfaces additionnelles. La sécheresse précoce pour certaines parcelles a conduit l'éleveur à accroître la surface de la sole pâturée au détriment des récoltes en stock. A ce fait s'est rajoutée une récolte en foin moindre par hectare, ce qui a conduit à disposer de JA en stock faible pour l'hiver 1982/1983. L'éleveur a malgré tout pris le risque d'une période de soudure difficile en limitant les achats à l'équivalent de 15 jours de stock seulement.

## Utilisations possibles de l'outil et perspectives

Deux types d'utilisations peuvent être envisagés selon que l'on recherche une aide à la décision à moyen terme (diagnostic de situation, test de scénario alternatif) ou à court terme (raisonnement au cours d'une campagne).

### 1. Le diagnostic de situation

Pour analyser a posteriori le déroulement d'une campagne fourragère en établissant un lien plus compréhensible entre les performances animales obtenues et la conduite des surfaces fourragères, quelques schémas suffisent à rassembler la plupart des données nécessaires :

- la trésorerie fourragère (avec possibilité de représenter les achats, les cycles de pâturage...),
- l'affectation des parcelles avec ou sans variations du chargement,
- un récapitulatif des conditions climatiques,
- les effectifs et les performances animales obtenues.

L'objectif visé est de rendre commode une discussion avec l'éleveur dans laquelle les choix qu'il a fait puissent être référés aux états du système. Ces différents schémas, et notamment l'évolution de la trésorerie, devraient y contribuer

puissamment. Par ailleurs, les liaisons entre une décision à une date donnée et ses conséquences ultérieures peuvent ainsi être abordées de façon très pédagogique.

L'analyse comparative devrait aussi gagner à intégrer cette notion de trésorerie fourragère dès lors que des pratiques apparemment contradictoires une même année peuvent se trouver justifiées au vu des situations de trésorerie.

Pour l'instant, nous manquons encore de références pour apprécier les relations entre la diversité des modes de gestion des ressources fourragères et la variabilité des valeurs que peut prendre le critère proposé.

## **2. Le choix et l'aménagement du système fourrager**

Pour un troupeau (ou des lots d'animaux) dont les objectifs de production sont fixés, il est possible, par la représentation proposée, d'aider au choix de l'organisation spatio-temporelle des couverts fourragers.

Connaissant les caractéristiques du climat (en moyenne mais surtout en variabilité), il est possible de fixer un ordre de grandeur des besoins en stock compte tenu du niveau de sécurité choisi. Une évaluation des potentialités des parcelles telles qu'elles sont conduites, permet de proposer les surfaces nécessaires (ou réciproquement dans le cas de surfaces disponibles limitées). Les répercussions de modifications de la conduite du pâturage peuvent être commodément prises en compte : abaissement d'un niveau élevé de JA à compenser par des stocks suffisants pour faire face aux variations de croissance de l'herbe au pâturage ; intensification de la surface pâturée tout en conservant les mêmes JA mais au prix d'une perte de souplesse pour l'exploitation : herbe plus haute et donc risque de gaspillage important.

Il faut bien voir que, si en théorie le niveau de JA ne présume pas de la combinaison entre surface et quantité d'herbe disponible par hectare, en pratique des valeurs de JA élevées se rencontrent plutôt avec des surfaces fourragères importantes mais peu intensifiées. Symétriquement, l'intensification de la conduite des prairies va de pair avec des valeurs de JA restreintes.

## **3. Aide au pilotage du système fourrager en cours de campagne**

Une fois définie une ligne de conduite, c'est-à-dire un profil de courbe de Jours d'Avance, il est important d'avoir un moyen pour représenter les états instantanés des ressources et les rapprocher des conditions ayant prévalu à leur réalisation. Le calcul des JA au moment voulu indique l'écart entre la situation présente et l'objectif visé puis il permet d'envisager les possibilités de corriger ces écarts par la combinaison de scénarii d'affectation de parcelles, de fertilisation...

Les décisions d'ajustement nécessitent en effet d'une part un diagnostic rapide sur l'état des ressources et l'origine des écarts relativement à l'objectif, d'autre part un pronostic sur les disponibilités fourragères. Cet aspect relève d'un pari sur le climat de la période à venir, mais aussi d'un savoir faire acquis par l'expérience des années précédentes et relatif principalement à ce que l'on peut attendre des parcelles compte tenu de leurs caractéristiques.

L'aide au pilotage consiste donc à imaginer et à préciser la décision à prendre « le moment venu » mais aussi à déterminer quel est le « bon moment ». En effet, les ajustements (parcelle, lot d'animaux, fertilisation, récolte...) ne sont pas possibles en permanence et peuvent être réalisés a posteriori (constat d'un écart trop important relativement à l'objectif) ou bien a priori par anticipation en fonction d'effets de facteurs présumés défavorables.

La représentation de l'état des ressources fourragères en termes de JA pourrait donc améliorer le tableau de bord de l'éleveur. Reste à se doter des moyens pour faire un diagnostic rapide des quantités disponibles notamment au pâturage. Si on exclut des méthodes lourdes qui ne seraient pas appropriées, il reste l'expertise de chaque éleveur, mais elle est difficilement communicable. Cependant, on peut penser (MOREAU, com. pers.) à préciser et valider des indicateurs tels que la surface restant à pâturer à des stades repères (début montaison, début épiaison des graminées) pour le premier cycle ou bien encore la tendance à l'accélération ou à la décélération des passages sur les repousses.

## **Conclusions**

Le caractère global de l'indicateur de gestion proposé ne met pas en cause l'intérêt des connaissances élémentaires « à la parcelle » mais au contraire, conduit à ajuster leur élaboration. En effet, tant pour le choix des techniques que pour le diagnostic de situation, il faut connaître les réponses des couverts au climat et aux interventions culturales. Il faut aussi prendre en compte les relations entre les états du couvert et l'ingestion au pâturage (compromis entre gaspillage et manque d'herbe...). Toutefois, la gestion des ressources ne saurait se déduire de ces seules données.

En l'état des conventions retenues, on pourrait penser que seul l'aspect quantitatif de la gestion des ressources fourragères est pris en compte. En fait, la représentation pourrait facilement s'enrichir en explicitant un indicateur de qualité des fourrages sur la base de relations entre l'âge, l'ingestibilité et la valeur énergétique de l'herbe (DEMARQUILLY, 1981). L'important à notre avis est que les critères soient en nombre restreint et facilement appropriables à défaut d'être proches de ceux qu'utilisent les éleveurs.

La proposition de raisonner la gestion des fourrages en termes de flux (de production et de consommation) en complément d'une évaluation en termes de bilan (chargement) constitue un renouvellement conceptuel. Le chargement apparaît alors comme la résultante d'une gestion et non pas seulement comme un objectif. En cela, nous rejoignons la démarche que l'école anglaise (HODGSON, 1985 ; PARSONS et JOHNSON, 1985) propose pour le contrôle et la conduite du pâturage continu intensif : en effet, tant pour la conduite des protocoles expérimentaux que pour celle des parcelles en ferme, la hauteur d'herbe est considérée comme un repère essentiel, alors que le chargement n'est pas fixé a priori avec grande précision. Dans notre proposition, le cas limite d'une seule parcelle utilisée en pâturage conduirait de même à une recommandation de hauteur d'herbe.

Enfin, au niveau d'un élevage, nous avons montré tout l'intérêt de raisonner simultanément les ressources au pâturage ou en stock dans la mesure où des substitutions partielles constituent un moyen puissant d'ajustement. C'est dire qu'il faut situer plus précisément comment la démarche proposée s'insère dans l'étude d'ensemble du système fourrager. Ce sera l'objet d'une autre contribution.

Accepté pour publication le 31 avril 1988

## Remerciements

Nous remercions tout particulièrement les agents du domaine I.N.R.A. de Mirecourt et les éleveurs de Midi-Pyrénées chez qui les observations ont été réalisées. Ce travail a été possible grâce au soutien financier du Comité « Diversification des Modèles de Développement Rural » (D.M.D.R.) de la Mission Scientifique et Technique du Ministère de l'Industrie et de la Recherche.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ATTONATY J.-M. (1980) : « Qu'est-ce que le système fourrager ? », *Perspectives agricoles*, (Spécial Systèmes Fourragers, janvier 1980), 20-27.
- BÉRANGER C., MICOL D. (1981) : « Utilisation de l'herbe par les bovins au pâturage. Importance du chargement et du mode d'exploitation », *Fourrages*, n° 85, 73-94.
- BÉRANGER C. (1985) : « Increasing production efficiency in plant animal systems », *Proc. XVth Intern. Grassl. Cong.*, Kyoto, 24-31 août.
- BOURGEOIS A., KRYSKOWSKI T. (1981) : « L'adaptabilité des exploitations laitières : essai d'appréciation de certaines de ces composantes à partir de douze cas du Maine et Loire », *Fourrages*, n° 88, 3-38.
- DEMARQUILLY C. (1981) : *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, Ed. I.N.R.A. publications, 78000 Versailles.

- DELORME X., FABRE B., NOCQUET J. (1983) : « Le système fourrager : organe de contrôle dans les exploitations d'élevage », *Agriscopes*, 1 (1), 54-63.
- DURU M. (1983) : « Caractérisation de la pousse hivernale des prairies permanentes dans les Pyrénées Centrales », *Agronomie*, 3 (5), 461-472.
- DURU M. (1987) : « Climat et croissance de l'herbe pour récolte en fourrage sec dans les Pyrénées Centrales », *Séminaire agrométéorologie et montagne*, Toulouse, 16.17/4/86, Paris, *Les Colloques de l'I.N.R.A.*, n° 39.
- DURU M., LANGLET A. (1986) : « Climat, rythme de coupe et croissance d'une fétuque élevée : cycle reproducteur et repousses végétatives », *Fourrages*, n° 107, 49-80.
- DURU M., ROHMER G. (1987) : « Approches du fonctionnement du système fourrager. Le cas d'exploitations laitières en zones de côtes du Sud-Ouest », *Études et Recherches*, n° 9, 43 p., I.N.R.A. Publications, Versailles.
- DURU M., GIBON A., OSTY P.-L. (1988) : « Pour une approche renouvelée de l'étude du système fourrager », *Pour une agriculture diversifiée*, dir. M. Jollivet, Ed. L'Harmattan, 35-48.
- GIBON A., DEDIEU B., THERIEZ M. (1985) : « Les réserves corporelles des brebis. Stockage, mobilisation et rôle dans les élevages de milieu difficile », *10<sup>e</sup> Journées Rech. Ov. et Cap.*, Paris, Ed. SPOC - ITOVIC, pp. 178-212.
- HODEN A., MICOL D., LIENARD G., MULLER A., PEYRAUD J.-L. (1986) : « Interprétation des essais de pâturage avec des bovins : terminologie, modes de calcul, bilans annuels », *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix*, I.N.R.A. (63) 3-42.
- HODEN A., MULLER A., JOURNET M., FAVERDIN P. (1986) : « Pâturage pour vaches laitières. 1 - Comparaison des systèmes de pâturage rationné et tournant simplifié en zone normande », « 2 - Simplification des systèmes de pâturage et niveaux de complémentation en zone normande », *Bull. Tech. C.R.Z.V., Theix* I.N.R.A. (64) 25-35 et (66) 5-16.
- HODGSON J. (1985) : « The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pasture » *Proc. XVth International Grassland Congress*, Kyoto, 24-31 août, 63-67.
- JEANNIN B. (1981) : « Réflexion sur l'adoption de systèmes de pâturage intensifiés en zone charolaise », *Fourrages*, n° 86, 133-136.
- JEANNIN B., MICHEL J.-C., PFLIMIN A. (1981) : « Systèmes de pâturage pour vaches laitières dans les plaines herbagères du Nord-Est », *Fourrages*, n° 86, 4-18.
- LEMAIRE G. (1985) : *Cinétique de la croissance d'un peuplement de fétuque élevée pendant l'hiver et le printemps. Effets des facteurs climatiques*, thèse de doctorat d'État, Université de Caen, 96 p.
- LEMAIRE G., SALETTE J. (1981) : « Analyse de l'influence de la température sur la croissance de printemps de graminées fourragères », *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 292, 843-846.
- MARTY J.-R., PUECH J. (1971) : « Efficience de l'eau en production fourragère », *C.R. Acad. Agric. France*, 938-946.
- de MONTARD F.X. (1981) : « L'action des facteurs climatiques sur la croissance de l'herbe. Exemple d'une prairie à *Agrostis tenuis* et *Poa Pratensis* des Monts d'Auvergne », *Fourrages*, n° 85, 39-52.
- PARSONS A.J., ROBSON M.J. (1980) : « Seasonal changes in the physiology of S24 perennial ryegrass. 1. Response of leaf extension to temperature during the transition from vegetation to reproductive growth », *Ann. Bot.* 46, 435-444.

PARSONS A.J., JOHNSON I.R. (1985) : « The physiology of grass growth under grazing », *Grazing*, Ed. Frame J., 3-13.

PETIT M., GAREL J.-P., MICOL D. (1987) : « Conduite du troupeau de vaches allaitantes au pâturage : quelques éléments de réflexion », *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A.*, 1987 (69), 15-20.

RUSSEL A.J.F., DONEY J.M., GUNN R.G., (1969) : « Subjective assessment of body fat in live sheep », *J. Agr. Sci., Camb.*, 72, 451-454.

## RÉSUMÉ

Dans les exploitations d'élevage de ruminants, les prévisions et les évaluations de la conduite des surfaces fourragères sont généralement réalisées en termes de chargement. Nous proposons de compléter cette méthode par un calcul de trésorerie fourragère. La situation de trésorerie est la résultante des flux de production et de consommation des fourrages au pâturage et en stock. L'évaluation proposée est le nombre de jours de consommation d'avance (JA) pour un troupeau donné.

Les valeurs de JA sont présentées au cours de plusieurs campagnes pour deux troupeaux de vaches laitières (en domaine expérimental et en ferme) et un troupeau de vaches allaitantes (en ferme).

Le calcul de trésorerie fourragère peut être un outil utilisé pour le diagnostic (a posteriori avec l'éleveur), pour l'élaboration de scénario (argumenter des aménagements du système fourrager) et pour le pilotage, c'est-à-dire l'aide au choix des techniques en « temps réel ».

## SUMMARY

### ***Propositions for the Choice and Control of the Forage System.***

#### ***I. The Forage « Cash » Concept***

On live-stock farms, grassland management is generally based on the stocking rate. This ratio is however insufficient as a tool for short - term decisions, so we propose another approach, that of the « cash » of available forage. The state of the cash results from the difference between production and consumption flows for grazing, silage, or hay. We chose to measure it in terms of « days in advance » (JA) of the forage consumption of a given herd or flock.

JA values during a season are indicated and discussed from experimental results (taken from the I.N.R.A. estate at Mirecourt, Lorraine, from a 6 year grazing by dairy cows), and from the surveys of 2 farms during 2 years (dairy cows and suckling cows) in S.W. France.

The cash plan is a means :

- to value with the farmer the past management ;
- to propose arrangements : choice of new crops, change of the grazing management,... from a forecast of available forage at different times ;
- to steer the management of the available forage, i.e to decide on short-term technical operations such as dates of cuts, dates of fertilizer applications, allotment of the stock, so as to reach the target in spite of perturbations such as those due to the weather.