

Le volume d'herbe disponible par animal : un indicateur pour la conduite du pâturage. Application à des élevages allaitants

M. Duru¹, A. Dalmières², J. Foucras², L. Laval²

La connaissance du chargement est insuffisante pour évaluer des conduites du pâturage. En effet, une même valeur du chargement peut correspondre à des états de l'herbe différents, en relation avec diverses combinaisons de niveaux de production et d'utilisation de l'herbe. C'est pourquoi les auteurs proposent une méthode basée sur le volume d'herbe disponible par vache.

RÉSUMÉ

Ce travail vise à mettre au point un indicateur qui puisse aider à choisir des règles de conduite du pâturage et à contrôler leur mise en oeuvre. A cette fin, l'analyse au printemps des conduites de pâturage tournant de 6 ateliers de vaches allaitantes a permis d'étudier les relations entre chargement (consommation des animaux), niveau de nutrition azotée (production d'herbe) et état de l'herbe (quantité d'herbe disponible et digestibilité). Pour un même niveau de nutrition azotée, on observe de fortes disparités de chargement entre élevages. En outre, le chargement et la digestibilité de l'herbe varient inversement au volume d'herbe disponible par vache. Cette méthode permet d'évaluer les règles de conduite du pâturage (adéquation aux objectifs animaux et aux moyens) et d'aborder la sécurité et la simplicité de conduite du système fourrager.

MOTS CLÉS

Chargement, diagnostic, digestibilité, gestion du pâturage, nutrition azotée, vache allaitante.

KEY-WORDS

Diagnosis, digestibility, grazing management, nitrogen nutrition, stocking rate, suckler cow.

AUTEURS

1 : I.N.R.A. Agronomie, Chemin de Borde Rouge, BP 27, F-31326 Castanet Tolosan cedex.

2 : Chambre d'agriculture de l'Aveyron, Carrefour de l'Agriculture, F-12000 Rodez.

Préambule

Le contexte économique incite à diminuer les coûts de production, notamment en accordant une large place au pâturage dans les systèmes allaitants. Il importe alors d'imaginer des modes de conduite du pâturage qui tiennent compte à la fois des projets de production, des caractéristiques de structure des exploitations (surfaces disponibles par animal, parcellaire, force de travail), mais aussi du fonctionnement du couvert prairial pâturé, de façon à ce que les pratiques mises en oeuvre soient compatibles avec les attentes quant aux performances zootechniques et à la durabilité du couvert, c'est-à-dire le maintien de ses caractéristiques d'une année à l'autre.

■ Le chargement dépend de la croissance de l'herbe mais aussi de l'intensité d'utilisation de l'herbe produite

L'intensité d'utilisation de l'herbe offerte et la fréquence de défoliation déterminent à la fois la vitesse de croissance au pâturage et la quantité d'herbe ingérée (HODGSON, 1985). Ces pratiques conditionnent aussi le cas échéant la valorisation des intrants, la fertilisation azotée notamment (MAZZANTI et LEMAIRE, 1994). La charge animale est donc un moyen d'optimiser les performances tant du couvert prairial que des animaux, en partie parce que la digestibilité de l'herbe offerte augmente (DUCROCQ et DURU, 1996). **La charge constitue donc un moyen de contrôler l'état de la prairie plutôt qu'un objectif à atteindre** (HODGSON, 1985). Selon ce principe, optimiser les processus biologiques implique de viser un taux élevé d'utilisation de la biomasse produite en jouant sur la production (azote, surface affectée) ou sur la consommation (effectif d'animaux le plus souvent). Les pertes de feuilles, qui dépendent de l'intensité et de la fréquence de pâturage d'une talle dans le cas des graminées, sont alors minimisées.

■ En pâturage continu, le contrôle de la hauteur d'herbe permet d'adapter le chargement

D'un point de vue pratique, pour la conduite d'un pâturage exploité en continu, une hauteur d'herbe cible (H) est recommandée. Pour un chargement donné (N animaux sur une surface S), cette règle revient à définir un volume d'herbe par animal, soit $S \times H/N$. La hauteur d'herbe ou **le volume d'herbe par animal correspond alors à la résultante de 3 flux : croissance, consommation et sénescence**. Le flux de croissance dépend principalement de l'azote disponible et des caractéristiques du climat. Les flux de consommation et de sénescence sont alors respectivement maximisés et minimisés pour la hauteur d'herbe objectif. Pour des couverts de ray-grass anglais fortement fertilisés en azote, les recommandations de hauteurs sont très précises (PARSONS, 1988) ; elles varient en fonction de la saison et du gabarit des animaux (bovin ou ovin).

■ Le volume d'herbe par animal : une proposition pour choisir et adapter les règles de conduite du pâturage tournant

Pour d'autres pratiques de pâturage, comme le pâturage tournant qui nous concerne ici, ces recommandations ne sont pas adaptées puisque c'est un ensemble de parcelles qui est utilisé au cours d'une saison. En outre, puisque la maximisation des performances (végétales et animales) n'est plus justifiée en élevage moins intensif, la fertilisation azotée et l'intensité d'utilisation de l'herbe offerte peuvent diminuer. C'est pourquoi il faut **définir des règles de conduite du pâturage** qui soient compatibles avec ces changements.

Pour bâtir de telles règles, nous avons fait **deux choix méthodologiques**. En premier lieu, pour tenir compte du fait qu'en pâturage tournant l'utilisation d'une parcelle est dépendante des autres, nous avons retenu le principe de **mesurer la hauteur d'herbe**, non plus sur une parcelle comme en pâturage continu, mais **sur l'ensemble des parcelles affectées au pâturage** au cours d'une saison, de façon à calculer un volume d'herbe par animal (DURU *et al.*, 1988). En second lieu, nous avons **caractérisé le niveau de nutrition azotée de la prairie**. Cet indicateur permet de contourner deux difficultés pour comparer des systèmes de pâturage. D'une part, il est possible d'estimer la croissance de la prairie qui peut être très supérieure à la quantité d'herbe pâturée ou récoltée lorsque les intervalles entre deux utilisations sont longs ou la hauteur d'herbe résiduelle élevée, d'autre part, on peut mieux estimer la croissance que par la seule prise en compte des apports d'engrais, puisque le niveau de nutrition azotée dépend, en plus de ces apports, d'un effet des caractéristiques du sol et de l'histoire culturale de la prairie (DURU *et al.*, 1997). Enfin, nous avons **analysé la digestibilité de l'herbe offerte** qui est susceptible d'influer sur la conduite du pâturage. En conséquence, **la comparaison simultanée du niveau de nutrition azotée, du chargement (indicateur de la consommation) et du volume d'herbe par animal doit permettre de réaliser un diagnostic de la conduite du pâturage**, c'est-à-dire de porter un jugement sur l'adéquation entre la fertilisation azotée et la surface affectée de façon à atteindre les états de l'herbe recherchés, **puis de définir des sensibilités des systèmes de pâturage** à des variations climatiques.

Nous avons utilisé cette méthodologie pour comparer et interpréter des conduites de pâturage d'élevages allaitants (veaux de boucherie et broutards) dans le département de l'Aveyron. La motivation de ce travail était de rechercher l'origine des différences moyennes de chargement entre ces deux systèmes (Chambre d'agriculture de l'Aveyron, 1995). Compte tenu de la grande variabilité des chargements observés pour un même type de production avec des apports d'azote similaires (Chambre d'agriculture de l'Aveyron, 1996), nous avons fait l'hypothèse que les chargements les plus bas résultaient d'un taux d'utilisation plus faible de l'herbe produite. Les différentes conduites peuvent quant à elles être déterminées par d'autres facteurs que le type de production animale. C'est pourquoi, on privilégie ici l'analyse des conduites de pâturage.

Atelier (V ou B) et élevage (1, 2 ou 3)	Altitude (m)	Température moyenne (²) (°C)	Nombre d'animaux par atelier (UGB) (³)	Type de prairies (% PP)	Chargement moyen annuel (⁵) (UGB/ha)	N apporté au printemps (kg/ha)	Date de mise à l'herbe	Transition (durée en jours)
V1	680	11,5	72	80	1,94	75	12 avril	4
B1	650	11,7	55	75	1,53	100 (⁶)	9 avril	0
V2(¹)	750	10,5	22	30 (⁴)	1,86	0	15 avril	5
B2(¹)	750	10,5	22	0 (⁴)	1,86	0	12 avril	5
V3	550	13,2	33	75	2,09	50	27 mars	1,5 (⁷)
B3	520	13,6	47	30	2,53	55	4 avril	0

1 : même élevage

2 : température interpolée en fonction de l'altitude des élevages à partir des données de 2 stations météorologiques

3 : 1 vache sans le veau = 0,8 UGB ; 1 taureau = 0,95 UGB ; 1 veau jusqu'au sevrage = 0,2 UGB

4 : prairies temporaires graminées - légumineuses

5 : UGB totaux/SFP corrigée des variations de stock (données de 1995)

6 : beaucoup d'apport de lisier

7 : distribution de 1,5 kg de foin par vache et par jour durant la période de pâturage

Matériel et méthodes

■ Les élevages

L'étude s'est déroulée dans le Ségala, une petite région du département de l'Aveyron. Compte tenu de la variabilité du milieu (altitude notamment), **trois couples d'élevages de race Limousine**, situés sur des communes différentes et **produisant du veau de boucherie** (veau de l'Aveyron) **ou du brouillard**, ont été retenus (tableau 1). L'un des élevages a les deux types de production. Les effectifs sont très variables d'un élevage à l'autre, mais assez homogènes au sein de chacun des couples constitués. Au sein de cet échantillon d'élevages, le chargement moyen annuel n'est pas systématiquement supérieur pour les systèmes "veaux de boucherie", contrairement à ce qui a été observé au sein d'un réseau d'élevages plus important (Chambre d'agriculture de l'Aveyron, 1995, 1996).

■ Recueil des données

Les mesures ont été effectuées durant la période de pâturage de printemps, de la fin d'hiver à la fin juin 1996. **Les prévisions d'utilisation des surfaces** (parcelles concernées et ordre d'utilisation) ont été réalisées auprès des éleveurs **par enquêtes avant la mise à l'herbe puis toutes les trois semaines** environ. **Les mesures des hauteurs d'herbe ont été effectuées à quatre périodes** sur l'ensemble des parcelles affectées au pâturage :

- à la mi-avril, quelques jours après la mise à l'herbe quand les surfaces allouées au premier cycle sont quasiment définies ;
- à la mi-mai, période où il risque d'y avoir des excès d'herbe ;
- au début de juin quand les parcelles à faucher sont choisies ;
- à la fin juin.

TABLEAU 1 : **Caractéristiques des élevages et des ateliers** (V : veaux de boucherie, B : brouillards) **et données de la campagne 1996.**

TABLE 1 : **Characteristics of animals and of grazing workshops** (V : veal calves ; B : store cattle) **and data for 1996.**

Pour des raisons de commodité, de rapidité de travail (DURU et BOSSUET, 1992), nous avons choisi de **mesurer la hauteur d'herbe avec un "sward-stick"** (BIRCHAM, 1981). La prise de mesure a lieu dès qu'un contact est établi entre le curseur de l'outil et le couvert végétal ou le sol nu. Un transect a été effectué dans chaque parcelle du circuit de pâturage. Les mesures sont distantes de 5 à 7 mètres, ce qui correspond à environ 35 mesures par hectare. Ces données permettent de **calculer à chaque date d'observation le volume d'herbe sur l'ensemble des parcelles**, qu'elles viennent d'être utilisées ou non (somme des produits hauteur x surface). En fin de période de pâture, nous avons recueilli le calendrier de pâturage pour connaître les parcelles effectivement utilisées.

A ces 4 mêmes dates, **le chargement a été calculé en considérant l'ensemble des parcelles du cycle de pâturage** concerné. Dans le cas où du foin était apporté, une correction a été effectuée en réduisant le chargement au prorata des quantités apportées, sur la base de 15 kg de matière sèche ingérée au total.

Des prélèvements de biomasse (4 répétitions de 0,25 m²) ont été effectués à 1 cm au dessus du sol avec une mini-tondeuse sur 3 parcelles et à 3 dates échelonnées au cours de la saison (début mai, fin mai et fin juin), de façon à **évaluer le niveau de nutrition azotée et la digestibilité de l'herbe offerte**. A chaque date, les parcelles ont été choisies de façon à ce qu'il y ait au moins 2 semaines de repousses après pâturage. Les prélèvements ne sont donc pas forcément effectués sur une même parcelle aux différentes dates. Il s'agit simplement d'un échantillonnage dans l'espace et dans le temps pour caractériser les états de l'herbe. On dispose ainsi de 9 données par élevage. Après séchage à 80°C durant 48 h, les 4 échantillons d'une même date de prélèvement sur une parcelle donnée ont été regroupés pour déterminer la teneur en azote total et la digestibilité par la méthode NIRS (NIRSystem 4500.TM, Lial, Aurillac). La réflectance est déterminée entre 1 300 et 2 400 nm. La calibration est basée sur la méthode DE BOWER (DE BOWER *et al.*, 1988).

■ Climat

Deux postes météorologiques situés dans la zone d'étude (Rieuxpeyroux à 685 m et Quins à 600 m d'altitude) ont permis d'estimer les températures moyennes en fonction de l'altitude des élevages durant la période de pâturage (tableau 1). En moyenne sur les deux sites, les températures moyennes mensuelles ont été de 2,7, 7,0, 9,8, 13,2 et 17,5°C respectivement de février à juin. Compte tenu de la pluviométrie, on peut estimer qu'il n'y a pas eu de déficit hydrique durant la période d'étude.

■ Traitement des données

Le niveau de nutrition azotée (I_N) a été calculé sur la base de la référence de LEMAIRE *et al.* (1989), validée pour un large spectre de prairies (DURU *et al.*, 1997). Nous avons :

$I_N = N\% \times 100 / (4,8 \times MS^{-0,32})$ où MS et N% sont respectivement les productions de matière sèche (t/ha) et les teneurs en azote mesurées.

La hauteur d'herbe est mesurée en base 0 puis convertie en base 5 cm pour se rapprocher de la végétation accessible au pâturage. Ce choix est aussi justifié par le fait que des études détaillées ont montré que la variabilité de la biomasse pour une même hauteur est réduite lorsqu'on ne considère pas l'horizon proche du sol (DUCROCQ, 1996).

Les conduites de pâturage ont d'abord été comparées au sein de chaque couple en caractérisant **les relations entre les 3 variables retenues : chargement, potentiel de croissance permis par l'azote et volume d'herbe** comme indicateur du solde entre les flux de croissance, consommation et sénescence. Ensuite, cette approche a été étendue aux 6 ateliers en prenant en compte les différences d'altitude qui influent sur le potentiel de croissance. Ces relations ont été établies pour les valeurs moyennes de chacune des variables. Les effectifs d'animaux sont convertis en UGB pour faciliter les comparaisons entre élevages (voir légende du tableau 1).

Résultats

■ Caractéristiques des élevages

La proportion de prairies permanentes, de même que les apports d'azote, sont très variables dans la sole pâturée au printemps (tableau 1). Les deux ateliers pour lesquels les prairies ne reçoivent pas d'azote correspondent à des prairies en majorité semées avec des légumineuses.

Compte tenu des différences de températures moyennes des sites où sont situés les différents élevages, on peut s'attendre à ce que les ateliers du couple 2 aient un potentiel de croissance inférieur à ceux des couples 1 et 3, si les niveaux de nutrition azotée sont équivalents.

Les différences de dates de mises à l'herbe atteignent 2 semaines, mais elles sont assez bien ordonnées avec l'altitude. Les transitions alimentaires lors de la mise à l'herbe sont toujours courtes. Seul un éleveur (V3) distribue régulièrement du foin au cours de la période de pâturage.

■ Une grande variabilité de modes de conduite, indépendante du type de production animale

Pour chacune des variables caractérisant la conduite du pâturage, il n'y a pas de différences systématiques entre les ateliers veaux de boucherie et broutards (tableau 2).

Les niveaux de nutrition azotée sont homogènes entre les deux élevages d'un même couple. Le potentiel de croissance permis par le

TABLEAU 2 : Composantes de la conduite du pâturage, de la mise à l'herbe au 30 juin (moyennes et coefficients de variation pour les différentes dates de mesure).

TABLE 2 : *Characteristics of grazing management from turn-out to 30 June (means and coefficients of variation for the various dates of measurement).*

Atelier et élevage	Niveau de nutrition azotée		Chargement (UGB/ha)		Volume d'herbe (m ³ /UGB)		Digestibilité de l'herbe offerte (% MS)	
	moy.	σ	moy.	σ	moy.	σ	moy.	σ
V1	81	12	5,1	23	206	17	71,5	3,0
B1	80	15	2,6	30	648	18	67,5	5,1
V2	68	16	5,0	11	151	28	72,0	4,6
B2	64	21	3,4	0	318	29	70,8	5,0
V3	63	11	3,8	7	345	28	68,8	3,0
B3	68	12	4,3	25	294	9	70,7	6,2

niveau de nutrition azoté est supérieur pour le couple 1, en cohérence avec les apports d'azote. En revanche, les états nutritionnels en azote du couple 2 sont équivalents à ceux du couple 3 bien qu'il n'y ait pas d'apport d'azote, cela pouvant provenir de l'importance des légumineuses semées (tableau 1). Les coefficients de variation, toujours élevés, traduisent en fait une diminution du niveau de nutrition azotée au cours de la saison de pâturage. Il y a un effet significatif de l'atelier ($P < 0,05$) et de l'interaction avec la date de mesure ($P < 0,1$).

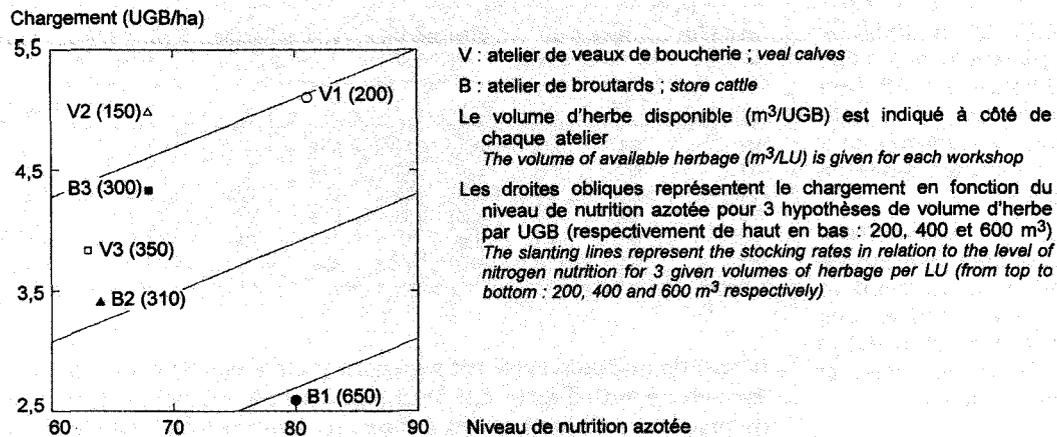
Le chargement est supérieur pour les veaux de boucherie pour les couples 1 et 2, mais l'inverse est observé pour le couple 3 (tableau 2). Les volumes d'herbe moyens par UGB sont supérieurs pour les ateliers de broutards sauf pour le couple 3 où ils sont peu différents entre veaux de boucherie et broutards. Le chargement varie inversement avec le volume d'herbe par UGB ($P < 0,001$).

Les coefficients de variations du chargement et du volume d'herbe, calculés à partir des différentes dates de mesures ou observations au cours de la saison de pâturage, sont très variables entre ateliers. On observe une relation inverse entre les coefficients de variation du chargement et du volume d'herbe ($P < 0,05$). Autrement dit, **les ateliers pour lesquels le volume d'herbe par UGB est le moins variable au cours de la saison sont ceux où le chargement varie le plus et réciproquement**. Comme les effectifs d'animaux sont stables, ces différences résultent de variations de surfaces affectées au pâturage.

■ Des chargements différents pour un même potentiel de croissance de l'herbe

Au sein des couples, les écarts de chargement sont les plus élevés lorsque les différences de volume d'herbe par UGB sont les plus grandes (cas des couples 1 et 2, figure 1). Pour le couple 3, les chargements, de même que les volumes d'herbe, sont peu différents.

En prenant en compte l'ensemble des ateliers, on peut exprimer le chargement en fonction du niveau de nutrition azotée et du volume d'herbe par UGB. On observe ainsi que **le chargement est significativement corrélé positivement au niveau de nutrition azotée et négativement au volume d'herbe par animal** ($r^2 = 0,94$, $P < 0,01$). La qualité de la relation est améliorée si on **prend en compte les températures moyennes journalières** qui, comme le niveau de nutrition



azotée, influent sur la vitesse de croissance ($r^2=0,98$, $P<0,01$). Autrement dit, pour un potentiel de croissance donné, plus le volume d'herbe par UGB à l'échelle de la sole est élevé, plus le chargement observé est faible, et réciproquement.

■ La digestibilité de l'herbe offerte est meilleure quand le volume d'herbe par UGB est faible

La digestibilité de l'herbe offerte est significativement différente entre les ateliers (données du tableau 2, $P<0,05$) et elle diminue significativement au cours de la saison de pâturage ($P<0,001$). Elle est d'autant plus élevée que le volume d'herbe par vache est faible ($r^2=0,895$, $P<0,01$).

Discussion

Le chargement durant la période de pâturage de printemps apparaît très dépendant de la conduite du pâturage : nutrition azotée et volume d'herbe par UGB. Il n'est pas clairement lié au type de production animale. C'est pourquoi, dans une première partie de la discussion, nous proposons d'explicitier les relations entre la conduite du pâturage (nutrition azotée, intensité d'utilisation) et le volume d'herbe.

1. Quelles relations entre la conduite du pâturage et les états de l'herbe ?

■ Pourquoi le volume d'herbe par vache diminue-t-il quand l'intensité de pâturage augmente ?

Nous proposons ci-dessous de formaliser les relations entre le chargement et la conduite du pâturage. Soit un troupeau de N vaches

FIGURE 1 : Relation entre le chargement et le niveau de nutrition azotée.

FIGURE 1 : Relationship between stocking rate and level of nitrogen nutrition.

(N_{vaches}) consommant une quantité A de matière sèche par jour au pâturage en utilisant une surface S . E et F étant des variables d'état et de flux (flux quotidien), A , a , b , a' , b' étant des constantes, on a alors :

$$\begin{aligned} \text{Chargement} &= N_{\text{vaches}}/\text{ha} = N_{\text{vaches}}/S \\ &= A \times F_{\text{croissance nette/ha}} \end{aligned} \quad [1]$$

$$E_{\text{biomasse/vache}} = E_{\text{biomasse moyenne/ha}}/N_{\text{vaches/ha}}$$

La biomasse moyenne sur l'ensemble des parcelles peut être calculée comme la moyenne des biomasses juste avant et juste après pâturage, respectivement $E_{\text{résiduel}}$ et $E_{\text{résiduel}} + F_{\text{croissance nette}}$

On a alors :

$$E_{\text{biomasse moyenne/ha}} = [E_{\text{résiduel/ha}} + (E_{\text{résiduel/ha}} + F_{\text{croissance nette/ha}})]/2$$

$$E_{\text{biomasse/vache}} = 0,5 \times [E_{\text{résiduel/ha}} + (E_{\text{résiduel/ha}} + F_{\text{croissance nette/ha}})] / A \times F_{\text{croissance nette/ha}}$$

$$E_{\text{biomasse/vache}} = (E_{\text{résiduel/ha}} / A \times F_{\text{croissance nette/ha}}) + 0,5/A$$

et comme $F_{\text{croissance nette/ha}} = a' \times I_N - b' \times E_{\text{résiduel/ha}}$ (DUCROCQ, 1996),

$$E_{\text{biomasse/vache}} = a \times E_{\text{résiduel}} / (a' \times I_N - b' \times E_{\text{résiduel}}) + b \quad [2]$$

En conséquence, le chargement augmente en fonction du potentiel de croissance [1] mais, pour un potentiel de croissance donné, il est d'autant plus réduit que la biomasse disponible par vache est élevée [2]. Ce raisonnement pourrait être complété en considérant comme variable l'intervalle entre 2 défoliations et non uniquement l'état résiduel après pâturage comme indiqué ici. En outre, on pourrait considérer que la biomasse disponible pour le pâturage soit inférieure à la biomasse aérienne totale. Les résultats n'en seraient pas changés pour autant. Sachant que, sous certaines conditions, la biomasse est corrélée à la hauteur du couvert (DUCROCQ, 1996), on montre ici que la relation statistique établie à partir d'un réseau d'élevages entre le chargement, le volume d'herbe et la biomasse produite, a des fondements agronomiques. **Le volume d'herbe disponible par vache pour des conditions de croissance données (azote, climat) est donc fonction du taux d'utilisation de l'herbe produite.** Plus élevé est ce critère, plus grandes sont les pertes par sénescence (DUCROCQ et DURU, 1995), et plus faible est le chargement.

■ Pourquoi la digestibilité de l'herbe offerte diminue-t-elle quand le volume d'herbe est réduit ?

Les règles de conduite du pâturage ont aussi un effet sur la digestibilité de l'herbe offerte. Ainsi, nous avons montré précédemment que plus élevée est la biomasse résiduelle, plus faible est la digestibilité de l'herbe offerte (DUCROCQ et DURU, 1996). Ce résultat se vérifie aussi ici puisqu'une relation négative avec le volume d'herbe par animal a été établie. Cette tendance a aussi été observée dans de nom-

breuses expériences (HOOGENDOORN *et al.*, 1992 par exemple). Elle provient d'une plus grande proportion de matériel sénescé, mais aussi d'une moindre digestibilité des feuilles vertes. En effet, pour un niveau de nutrition azotée donné, la digestibilité des feuilles de graminées décroît avec leur rang (WILSON, 1976). C'est pourquoi **la digestibilité des feuilles continue à diminuer au cours d'une repousse**, même une fois atteint un nombre constant de feuilles sur une talle (DURU et DUCROCG, 1994). En outre, la diminution de la digestibilité observée au cours du printemps résulte d'une élévation de la température, comme cela a été montré dans de nombreuses études (DEINUM et DIRVEN, 1970 ; WILSON et MINSON, 1980).

■ Le volume d'herbe par animal permet de rendre compte des différentes modalités de conduite du pâturage

La méthodologie proposée permet donc de prendre en compte simultanément les effets des pratiques (fertilisation, modes d'exploitation) sur les caractéristiques du couvert (croissance, sénescence, digestibilité) à partir d'une évaluation globale à l'échelle de la sole. Cette approche est très voisine de celle choisie par nos collègues anglais pour le pâturage continu intensif. Cependant, la méthode proposée ici s'applique à une plus grande gamme de conduites de pâturage et de projets de production. Toutefois, les applications sont de même nature : à une hauteur d'herbe sur une parcelle en pâturage continu ou **à un volume d'herbe par vache donnés correspondent une efficacité de production et d'utilisation de l'herbe**. En conséquence, faire varier le chargement pour maintenir une hauteur (ou un volume) est un moyen de conserver une efficacité de production et d'utilisation similaire au cours de la période de pâturage. On peut dès lors **utiliser le volume d'herbe pour raisonner l'adaptation des modes d'exploitation aux objectifs attendus, ou évaluer la cohérence des moyens mis en oeuvre**.

2. Le volume d'herbe disponible par animal...

■ un outil pour choisir des règles de conduite du pâturage en fonction des objectifs zootechniques

Dans les systèmes allaitants de la région d'étude, l'alimentation des mères au printemps provient presque exclusivement du pâturage. Pour des caractéristiques génétiques données, la production laitière des vaches ainsi que leur état corporel dépendront donc de la conduite du pâturage. En revanche, les performances des élevages de veaux de boucherie en seront pour partie indépendantes, puisque les veaux reçoivent toujours une alimentation complémentaire. Néanmoins, si en relation avec la digestibilité de l'herbe offerte, les pratiques de pâtura-

ge permettent d'augmenter les quantités ingérées par vache et la qualité de l'ingéré, on peut s'attendre à ce que l'efficacité globale du système (en kg de viande produit par ha / kg de concentrés) dépende en partie de la conduite du pâturage, et plus précisément augmente quand le volume d'herbe par vache diminue. Les enregistrements réalisés, mais surtout le nombre d'élevages suivis, ne permettent toutefois pas de vérifier une telle hypothèse.

■ un outil pour contrôler le chargement et s'adapter aux variations de croissance de l'herbe

Comme le potentiel de croissance de l'herbe augmente de la fin d'hiver jusqu'en début d'été en relation avec les caractéristiques du climat (cf. les données de températures moyennes), le maintien d'un même volume d'herbe nécessite de faire varier la surface affectée au pâturage et donc le chargement en récoltant les parcelles concernées en foin ou en ensilage. *A priori*, plus le potentiel de croissance varie au cours de la période de pâturage, plus grandes devront être les variations de chargement si l'objectif est de maintenir un volume d'herbe par vache constant. Le fait que nous ayons observé une corrélation négative entre les coefficients de variation des variables - chargement et volume d'herbe -, corrobore cette hypothèse. **Les élevages qui ont eu la conduite de pâturage la plus régulière** (faible variation des volumes d'herbe par animal au cours de la saison de pâturage) **sont ceux qui ont le plus fait varier le chargement pendant la période.**

■ un outil pour évaluer l'efficacité de l'azote apporté

Les observations de couples d'ateliers ont montré qu'au printemps le chargement dépendait à la fois du potentiel de croissance et du taux d'utilisation de l'herbe. Lorsque des volumes d'herbe par animal élevés sont observés parallèlement à des apports d'azote, comme c'est le cas pour B1, on peut s'interroger sur le bien-fondé d'une telle pratique. En effet, **une part de la production supplémentaire de biomasse permise par les apports d'azote se retrouve en litière, puisque le supplément de biomasse produite n'est pas consommé.** La remarque n'est pas aussi fondée lorsque des volumes d'herbe par vache assez élevés sont obtenus sans intrants azotés (cas de B2).

3. Les implications du volume d'herbe par animal en terme de sécurité du système fourrager et de vigilance nécessaire à sa conduite

Un volume d'herbe élevé peut constituer une sécurité pour l'alimentation des animaux au pâturage et ainsi conférer une souplesse pour sa conduite. En effet, choisir délibérément un charge-

ment faible par rapport à la croissance permise par le climat et la nutrition minérale est un moyen de se prémunir d'un risque conjoncturel de manque d'herbe du fait de caractéristiques défavorables du climat, sans faire appel à des ressources fourragères externes à la sole pâturée. C'est aussi un choix de simplicité dans la conduite puisque, à la limite, le chargement peut rester constant tout au long de la période de pâturage malgré les variations de croissance de l'herbe. Les déplacements d'animaux d'une parcelle à l'autre peuvent donc être moins fréquents, ce qui est important lorsque les parcelles sont éloignées et dispersées. La vigilance nécessaire est moindre, et l'organisation du travail peut s'en trouver facilitée. **Mais la contrepartie est une moindre digestibilité de l'herbe offerte, ainsi qu'un risque de dégradation de la végétation** (BALENT *et al.*, 1993).

Pour que le volume d'herbe disponible soit faible, il est nécessaire de gérer finement les changements de parcelles. La mise en oeuvre de cette stratégie est plus facile pour les élevages de veaux de boucherie dans la mesure où les vaches sont rentrées chaque jour à l'étable.

Conclusion

La conduite du pâturage est un compromis à trouver entre des attentes quant aux performances agronomiques et zootechniques et des moyens mis à disposition (temps de travail, surface et fertilisation). En ce sens, le volume d'herbe disponible par vache, complété par la grille d'interprétation proposée, constitue à la fois une méthode d'aide à la conception et au diagnostic *a posteriori* d'une conduite du pâturage, mais aussi un outil de pilotage en temps réel pour contrôler le bon déroulement d'une stratégie préétablie (DURU et PFLIMLIN, 1996).

Dans la présente étude, **cette méthodologie permet de dissocier les deux composantes du chargement, production et utilisation de l'herbe**, et ainsi de suggérer des pistes pour interpréter les différences de chargement généralement observées entre les ateliers de veaux de boucherie et ceux de broutards, et ce pour un même niveau d'intensification de la production de la prairie. Pour les élevages de veaux de boucherie, il est en principe commode d'adapter le chargement puisque les vaches sont rentrées chaque jour à l'étable. En revanche, pour les élevages de broutards, si l'objectif premier est la simplicité, un chargement inférieur permet d'avoir une plus grande tranquillité d'esprit, et ce d'autant plus que le parcellaire est éloigné et dispersé.

La méthode proposée doit être plus complètement validée, notamment en ce qui concerne la relation entre la conduite du pâturage (chargement et fertilisation) et ses conséquences en termes d'efficacité des intrants, de digestibilité de l'herbe offerte, voire ingérée, pour une séquence de plusieurs utilisations consécutives des mêmes parcelles. En outre, la sécurité du système estimée par le volume d'herbe doit être précisée compte tenu de ce que l'on sait sur les vitesses d'apparition et de sénescence des feuilles (DURU *et al.*, 1993).

Les relations entre hauteur d'herbe et biomasse doivent aussi être précisées en fonction de la hauteur de pâturage en sortie de parcelle.

Pour des caractéristiques climatiques données, la portée de cette méthode pour la conduite du pâturage peut être considérée comme assez générale puisqu'elle est avant tout fondée sur un état de l'herbe, l'hypothèse étant (comme cela a été montré pour le pâturage continu intensif) que de ces états dépend le chargement. En revanche, pour aider à préparer des plans de pâturage, il convient de compléter l'évaluation du potentiel de production en tenant compte de l'effet des caractéristiques du climat et pas seulement du niveau de nutrition azotée. A cet effet, des modèles sont disponibles, mais leur variable d'entrée est la nutrition azotée et non la fertilisation. C'est pourquoi, à défaut d'avoir des relations éprouvées entre pratique de fertilisation et niveau de nutrition, on devra soit se baser sur l'expertise locale, soit mesurer effectivement les niveaux de nutrition azotée, comme réalisé dans cette étude.

Accepté pour publication, le 30 avril 1997.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALENT G., DURU M., MAGDA D. (1993) : "Pratiques de gestion et dynamique de la végétation des prairies permanentes. Une méthode pour le diagnostic agroécologique, une application aux prairies de l'Aubrac et de la vallée de l'Aveyron", *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, 27, 283-302.
- BIRCHAM J.S. (1981) : *Herbage growth and utilisation under continuous stocking management*, Ph.D. Thesis, University of Edinburgh.
- BOSSUET L., DURU M. (1994) : "Choix et maîtrise du système fourrager. II - Gestion du pâturage tournant en élevage laitier", *Fourrages*, 137, 25-42.
- DE BOWER J.L., COTTYN B.G., ANDRIES F.I., BUYSSE F.X., VANACKER J.M. (1988) : "The use of a cellulase technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of forages", *Animal Feed Science and Technology*, 19, 247-260.
- Chambre d'Agriculture de l'Aveyron (1995 et 1996) : *Filière bovins viande. Compte rendu annuel des activités bovin viande pour 1994 et 1995*, 59 et 65 p.
- DEINUM B., DIRVEN J.G. (1970) : "The effect of temperature on the digestibility of grasses. An analysis", *Forage Res.*, 3, 1-17.
- DUCROCQ H. (1996) : *Croissance des prairies de graminées selon la fertilisation azotée, l'intensité et la fréquence de défoliation. Application pour l'évaluation et l'aide à la gestion du pâturage tournant*, thèse INA PG, 150 p.

- DUCROCQ H., DURU M. (1995) : "Croissance brute et pertes par litière de feuilles de *Dactylis glomerata* (L.). Evaluation de conduites de pâturage tournant dans des élevages laitiers du Sud-Ouest de la France", *IV^e Symp. Int. sur la nutrition des Herbivores*, Clermont Ferrand, *Ann. Zootech.*, 44 Suppl., 337.
- DUCROCQ H., DURU M. (1996) : "Effet de la conduite d'un pâturage tournant sur la digestibilité de l'herbe offerte", *Fourrages*, 145, 91-104.
- DURU M., BOSSUET L. (1992) : "Estimation de la masse d'herbe par le "sward-stick". Premiers résultats", *Fourrages*, 131, 283-300.
- DURU M., DUCROCQ H. (1994) : "In vitro digestibility of green leaves of *Dactylis glomerata* in relation to leaf demography", *Proc. 15th Gen. Meet. of the Europ. Grassl. Soc.*, June 6-9, 157-161.
- DURU M., FIORELLI J.L., OSTY P.L. (1988) : "Propositions pour le choix et la maîtrise du système fourrager. I. Notion de trésorerie fourragère", *Fourrages*, 113, 37-56.
- DURU M., PFLIMLIN A. (1996) : "Outils et méthodes de conception et d'évaluation de systèmes fourragers", *Colloque INRA* (à paraître).
- DURU M., JUSTES E., LANGLET A., TIRILLY V. (1993) : "Comparaison des dynamiques d'apparition et de mortalité des organes de fétuque élevée, dactyle et luzerne (feuilles, tiges et tiges)", *Agronomie*, 13, 237-252.
- DURU M., LEMAIRE G., CRUZ P. (1997) : "The nitrogen requirements of grasslands", *Diagnosis on nitrogen status in crops*, Ed. G. Lemaire, Springer Verlag (Berlin).
- HODGSON J. (1985) : "The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures", *Proc. XVth Intern. Grassl. Cong.*, Kyoto, 63-67.
- HOOGENDOORN C.J., HOLMES C.W., CHU A.C.P. (1992) : "Some effects of herbage composition, as influenced by previous grazing management on milk production by cows grazing on ryegrass / white clover pasture. 2- Milk production in late spring / summer : effects of grazing intensity during the preceding spring period", *Grass and Forage Science*, 47 (4), 316-325.
- LEMAIRE G., GASTAL F., SALETTE J. (1989) : "Analysis of the effect of N nutrition on dry matter yield of a sward by reference to potential yield and optimum N content", *Proc. XVth Int. Grassl. Cong.*, Nice, 179-180.
- MAZZANTI A., LEMAIRE G. (1994) : "The effect of nitrogen fertilization upon the herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. I- Herbage growth dynamics", *Grass and Forage Science*, 49, 111-120.
- PARSONS A.J. (1988) : "The effect of season and management on the growth of grass swards", *The Grass Crop*, Ed. Jones M. B., Lazenby A., 129-178.
- WILSON J.R. (1976) : "Variation of leaf characteristics with level of insertion on a grass tiller. I -Development rate, chemical composition and dry matter digestibility", *Aust. J. agric. Res.*, 27, 343-354.
- WILSON J.R., MINSON D.J. (1980) : "Prospects for improving the digestibility and intake of tropical grasses", *Tropical Grassland*, 14, 253-257.

SUMMARY

Volume of available herbage per animal : an indicator for grazing management. Application to sucklers

The aim of this study is to provide an aid to decision-making, for the management of a rotational grazing system. Stocking rate is the tool most commonly used, but a given stocking rate may correspond to different combinations of production levels and of utilizations of the herbage produced ; the resulting states of the herbage will be different. A methodology based on the volume of available herbage per cow, used as an indicator, would therefore make it possible to determine rules for grazing management.

To this end, we compared the grazing management of 6 suckler cow workshops in spring, analysing the relationships between stocking rate (indicating the intake by the animals), herbage nitrogen status (indicating herbage growth), and the herbage characteristics (volume and digestibility of available herbage per cow).

For a given herbage nitrogen status, the stocking rates could double among the suckler workshops. It increased when the available herbage volume per cow decreased. Moreover, the digestibility of the offered herbage was low when the available herbage volume per cow was high. We suggest to use this methodology to assess the agreement between the rules of grazing management and the animal output aims (stocking rate management adapted to the variation in herbage growth) and the levels of inputs (assessment of nitrogen fertilizer efficiency). The consequences of the volume of available herbage per cow in terms of feed budget security and simplicity of management are discussed.