

Influence des conditions d'exploitation du pâturage et des caractéristiques animales sur les quantités ingérées par les vaches laitières : analyse et prédiction

J.L. PEYRAUD, R. DELAGARDE, L. DELABY

INRA, Station de Recherches sur la Vache Laitière, 35590 St-Gilles FRANCE

RÉSUMÉ – Les effets des caractéristiques des animaux, de la complémentation, des techniques de culture de l'herbe et de conduite du pâturage ainsi que de la structure du couvert végétal sont analysés à partir d'essais où l'ingestion de vaches laitières a été mesurée au pâturage. Dans des prairies de bonne qualité, l'ingestion s'accroît fortement avec le potentiel de production des animaux (200 à 300 g/kg lait). L'apport de concentré réduit l'ingestion d'herbe mais l'amplitude de l'effet varie selon les conditions de pâturage (-0,1 à -0,6 kg d'herbe/kg concentré entre 15 et 25 kg d'herbe offerte). L'ingestion d'herbe est fortement pénalisée lorsque ce sont des fourrages qui sont apportés en supplément (- 0,8 à 1,2 kg/kg). L'ingestion d'herbe s'accroît rapidement et de manière curvilinéaire avec les quantités d'herbe offerte mais les modalités de conduite du pâturage n'ont pas d'effet net lorsque les systèmes sont conduits à même quantités offertes. L'ingestion est affectée par la qualité du couvert, et, à même qualité, elle est fortement affectée par la structure du couvert végétal (biomasse, hauteur, densité). Les relations entre la structure, l'ingestion et le comportement alimentaire sont discutées. Des équations de prédiction ont été obtenues à partir des essais conduits à la station.

Effect of grazing management and cow characteristics upon herbage intake at grazing : analyse and prediction.

J.L. PEYRAUD, R. DELAGARDE, L. DELABY

INRA, Station de Recherches sur la Vache Laitière, 35590 St-Gilles FRANCE

SUMMARY – This review concerns the effects of animal characteristics, provision of supplementary feeds, management of herbage production, grazing practices and sward structure upon herbage intake by grazing dairy cows. When ample good quality sward is available, herbage intake increases by 200 to 300 g/kg of milk. Concentrates reduce grass intake but the substitution rate increases with herbage allowance from 0.1 to 0.6 kg / kg concentrate for 15 and 25 kg of herbage allowance respectively. Forage supplements result in higher reduction of herbage intake than those observed with concentrates (- 0.8 to -1.2 kg/kg). There is a strong positive effect of herbage allowance upon herbage intake and the relation is curvilinear. The method of grazing does not change herbage intake. Intake increases with herbage digestibility but for a given quality, sward structure (biomass, height, bulk density) greatly modify intake. Relations between sward structure, herbage intake and grazing behaviour are discussed and some predictive equations were derived from trials conducted in Rennes.

INTRODUCTION

Le pâturage des vaches laitières peut permettre de réduire le coût de production du lait. Cependant, pour raisonner au mieux l'utilisation des intrants il importe de bien connaître les quantités d'éléments nutritifs apportés par l'herbe pâturée et en particulier les quantités ingérées par les animaux. Depuis le début des années 50, de nombreuses études ont permis de quantifier les effets de la conduite du pâturage et de la complémentation des troupeaux à l'herbe sur la production mais, par suite de problèmes méthodologiques sérieux, les données sur l'ingestion sont encore peu nombreuses et pas toujours fiables. La mesure de l'ingestion par différence entre la biomasse présente avant et après le pâturage est le plus souvent très imprécise et ne permet pas d'obtenir des données individuelles. Les méthodes indirectes reposant sur l'estimation de la quantité de fèces émises et de la digestibilité de l'herbe ingérée (Fèces = ingestion x (1 - dig)) sont plus utilisées mais les risques d'erreur sont également importants. L'estimation de la digestibilité de l'herbe sélectionnée par l'animal est en particulier un point crucial. L'objectif de ce rapport est de quantifier l'effet des principaux facteurs de variation de l'ingestion d'herbe par les vaches laitières au pâturage, de décrire les mécanismes de régulation et de fournir des équations de prédiction.

1. FACTEURS AFFECTANT L'INGESTION AU PÂTURAGE

Les quantités d'herbe ingérées sont affectées, comme en alimentation hivernale, par la capacité d'ingestion des animaux, la qualité de l'herbe et la complémentation mais aussi par les caractéristiques de structure du couvert végétal et de conduite du pâturage qui sont des facteurs plus spécifiques au pâturage.

1.1. FACTEURS ANIMAUX

L'ingestion d'herbe s'accroît avec le niveau de production d'environ 200 à 300 g MO/kg lait dans de l'herbe de bonne qualité et abondante (Greenhalgh et al, 1966 ; Caird et Holmes 1986 ; Peyraud et al, 1995b) (voir aussi partie 4). Cet accroissement correspond alors à environ la moitié aux deux tiers des besoins supplémentaires de production. Dans nos essais, l'ingestion est en moyenne de 13 kg MO digestible aux mois de mai et juin (animaux non complémentés) ce qui permet de couvrir 26 kg de lait. Ces données suggèrent qu'un apport de concentré à raison de 1 kg/3kg de lait au dessus de 20 kg de lait à la mise à l'herbe est sans doute trop élevé lorsque l'herbe est abondante. Cependant, en situation de pâturage plus difficile (herbe moins digestible et plus rase), l'ingestion s'accroît moins rapidement avec le potentiel de production des animaux (+ 100 g MO/kg lait, Delagarde et al, non publié). Cet accroissement de l'ingestion est principalement obtenu par un accroissement du temps de pâturage dont l'ampleur est très variable selon les essais (5 à 16 min / kg lait) probablement du fait de conditions de pâturage très différentes. Une valeur de 6 à 8 min/kg peut être retenue pour de bonnes pâtures où une vache Holstein réalise environ 50 bouchées / min d'un poids moyen proche de 0,6 g MO (voir données du tableau 1).

L'ingestion d'herbe s'accroît aussi de 1,0 à 1,5 kg/100 kg de poids vif. Il est possible que cet accroissement soit

essentiellement lié à celui du poids des bouchées ainsi que cela a été observé chez des bovins d'âge et de poids différents (Zoby et Holmes, 1983). En effet, malgré l'accroissement des quantités ingérées, le temps de pâturage diminue avec le poids des vaches (- 30 min/100 kg poids, Brumby, 1959). Après le second mois de lactation, l'ingestion d'herbe n'est pas affectée par le stade (Caird et Holmes, 1986 ; Peyraud et al, non publié).

1.2. QUALITÉ DE L'HERBE

1.2.1. Famille et espèce botanique

Les quantités d'herbe volontairement ingérées par des vaches maintenues en stalle varient de 7 à 15 kg MO selon l'espèce offerte (Demarquilly, 1966). De telles variations doivent également exister au pâturage si l'on en juge par les variations importantes et répétables de la production laitière lorsque les vaches pâturent différentes espèces dans une chaîne de pâturage (Demarquilly 1963). Cependant les données d'ingestion au pâturage sont trop peu nombreuses pour réaliser un classement des espèces. Dans les rares comparaisons existantes, l'ingestion apparaît nettement plus élevée pour les légumineuses que pour les graminées : + 15 à 30 % entre le RGA et le trèfle (Cruickshank et al, 1992) et + 40% pour la luzerne comparée au dactyle (Alder et Minson, 1965). Ces différences laissent supposer que l'ingestion est plus élevée sur une prairie d'association RGA trèfle que sur le RGA seul mais il n'existe pas de démonstration expérimentale. De même, entre graminées, l'ingestion est réduite de 5 à 10% pour le dactyle par rapport au RGA (Greenhalgh et Reid, 1969 ; Peyraud non publié) sans doute en partie du fait d'une digestibilité plus faible du dactyle (- 0,04 point dans ces 2 études).

1.2.2. Stade d'exploitation

Pour les repousses feuillues, l'ingestion n'est pas affectée par l'âge de la plante, du moins tant que la digestibilité n'est pas réduite de plus de 0,02 à 0,03 point (March et al 1971). Elle n'est également pratiquement pas affectée sur les prairies en début du stade épiaison (Astigarraga et Peyraud 1995). En revanche, l'ingestion diminue lorsque les prairies sont en pleine épiaison comparé à un stade feuillu (- 2,2 kg Greenhalgh et al, 1966).

1.2.3. Fertilisation azotée

La fertilisation azotée n'a pas d'effet intrinsèque sur l'ingestion volontaire de fourrage verts par des moutons (Demarquilly 1970) ou des vaches alimentées en stalle (Peyraud et al, 1993) du moins lorsque les fourrages sont exploités à même âge. Au pâturage, l'effet de la fertilisation apparaît plus variable. Bien que la moindre productivité des prairies ait systématiquement été compensée par une réduction du chargement, la fertilisation n'a pas entraîné d'effet dans l'essai 1 mais une réduction importante de l'ingestion dans l'essai 2.

Les différences de réponse obtenues entre les deux essais montrent que les effets de la fertilisation ne peuvent pas être raisonnés indépendamment du contexte pédoclimatique et en particulier de la nutrition azotée de la plante. Dans l'essai 1, le RGA a bénéficié de reliquats azotés importants et la fertilisation n'a pas affecté l'ingestion. Dans des conditions plus extrêmes (essai 2), la structure du couvert peu fertilisé a fortement limité sa préhensibilité ainsi qu'en témoigne la réduction de la vitesse d'ingestion des animaux. Cet effet

a en outre pu être aggravé par un encombrement accru du rumen puisque l'activité cellulolytique a été réduite en l'absence de fertilisation. En situation plus normale de pâturage, on peut en moyenne attendre une réduction de l'ingestion d'environ 1 kg MO ce qui est compatible avec les réductions de production de lait observées (Delaby et al, 1995). En revanche, sur sols très riches (prairies normandes), la réduction même importante de la fertilisation affecte peu la production d'herbe et donc sans doute l'ingestion, comme

peut le laisser supposer le maintien de la production de lait individuelle (Delaby et al, 1992).

1.2.4. Digestibilité et caractéristiques organoleptiques de l'herbe

Lorsque les quantités offertes ne sont pas limitantes, l'ingestion est étroitement reliée à la digestibilité de l'herbe sélectionnée au moins pour une large gamme de variation de la digestibilité (Hodgson et al 1977). La liaison est de type

Tableau 1

Effet de la fertilisation azotée et de la structure du couvert sur l'ingestion et le comportement alimentaire des vaches.

| | Essai 1 (1) | | Essai 2 (1) | |
|-------------------------------------|-------------|--------|-------------|--------|
| | HN (2) | BN (2) | HN (2) | BN (2) |
| Biomasse (t MO/ha) | 4,75 | 3,93 | 2,62 | 1,92 |
| MAT (% MS) | 16,8 | 12,3 | 17,3 | 10,6 |
| Herbe offerte (kg MO/v/j) (3) | 19,1 | 21,0 | 18,0 | 18,9 |
| Herbe ingérée (kg MO/j) | 16,2 | 16,2 | 15,5 | 13,0 |
| Activité cellulolytique (4) | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,39 |
| Débit d'ingestion (g MO/min) | 31,8 | 32,2 | 28,9 | 25,6 |
| Fréquence coups de machoire (n/min) | 65 | 66 | 68 | 68 |
| Fréquence des bouchées (n/min) | 41 | 45 | 54 | 54 |
| Manipulation (n/10 bouchées) | 5,9 | 4,8 | 2,6 | 2,6 |
| Poids estimé des bouchées (g MO) | 0,81 | 0,73 | 0,55 | 0,48 |

(1) : Essai 1 : prairie en première année d'exploitation ; essai 2 : prairies de 3 à 5 ans n'ayant pas été fertilisées depuis 2 ans

(2) : HN : 80 kg N/ha/cycle, LN : moins de 20 kg N/ha/cycle

(3) : exprimé sur la base de la quantité de feuilles vertes

(4) : taux de disparition de coques de soja incubées pendant 9 heures dans le rumen.

asymptotique et, pour des prairies de bonne qualité généralement réservées aux vaches laitières, l'effet de la digestibilité sur l'ingestion est moins prononcé. Il semble cependant demeurer un effet positif (Peyraud et al, 1995b), l'ingestion pouvant varier de plus de 1 kg pour des herbes ayant 0.05 point d'écart de digestibilité cellulase (cf aussi partie 4).

Les caractéristiques organoleptiques du fourrage offert sont aussi des facteurs déterminant de l'ingestion au pâturage. Ainsi l'ingestion est réduite de 7 à 10% lorsque les vaches pâturent des surfaces qui ont été préalablement pâturées plutôt que fauchées (Greenhalgh and Reid 1969). Ces auteurs ont montré que la surface rejetée autour des bouses varie de 6 à 12 fois la surface de la bouse elle même en fonction des quantités d'herbe offertes.

1.3. EFFET DE LA COMPLÉMENTATION

La distribution d'aliment complémentaire réduit généralement l'ingestion d'herbe mais l'amplitude de cet effet est fortement influencée par les conditions de pâturage. Le taux de substitution herbe/concentré s'accroît linéairement et rapidement avec les quantités d'herbe offerte, passant de 0,10, à 0,30 et 0,60 pour des quantités offertes de 15, 20 et 27 kg (Meijs et Hoesktra, 1984). Cet effet des conditions de pâturage peut sans doute s'expliquer par la quantité d'herbe ingérée par les animaux non complémentés et le taux de couverture de leurs besoins énergétiques comme cela a été bien montré avec des animaux sur régimes conservés (Faverdin et al, 1991). Ces résultats expliquent que l'effi-

cacité de la complémentéation soit faible lorsque le chargement est peu élevé mais s'accroisse très sensiblement avec des chargements élevés (Hoden et al, 1991). L'ingestion d'herbe est très fortement réduite (0,8 à 1,2 kg/kg) par la distribution de fourrages complémentaires (foin ou ensilage d'herbe ; Leaver, 1985) lorsque l'herbe n'est pas limitante. Cette forte réduction se traduit par un simple maintien voire même une réduction de la production de lait. L'apport de fourrage doit donc être exclusivement réservé aux périodes de transition ou de pénurie fourragère.

Lorsque l'herbe n'est pas limitante, le taux de substitution varie avec la nature du concentré. Il est alors plus élevé pour les céréales que les pulpes de betterave (Meijs, 1986) sans doute du fait de la plus faible teneur en énergie nette des pulpes. Pour 5 kg de concentré, ceci se traduit par un écart de 1 kg dans l'ingestion d'herbe. En revanche, dans des conditions de pâturage où les vaches non complémentées ne couvraient pas leurs besoins, l'ingestion d'herbe n'était pas affectée par la nature de la complémentéation (Delagarde et al, 1995, ces journées). Dans les essais conduits à Rennes l'apport de 2 à 3 kg de tourteau de soja n'a jamais affecté l'ingestion d'herbe. Dans le cas de prairies non fertilisées et très pauvres en MAT (< 12%), cet apport semble même stimuler légèrement l'ingestion d'herbe (Peyraud et al, 1995) sans doute parce que le concentré améliore alors la nutrition azotée des microbes du rumen et de l'animal.

1.4. CONDUITE DU PÂTURAGE ET STRUCTURE DE LA PRAIRIE

1.4.1. Quantités offertes

En alimentation conservée, les animaux sont généralement alimentés à volonté. Au pâturage, cette notion n'est pas aisée à apprécier. De plus, le principal objectif est alors d'assurer une bonne combinaison entre un niveau élevé d'ingestion par animal simultanément à une bonne productivité des parcelles et éviter le développement de zones de refus. Dès lors, une conduite fiable du pâturage impose de ne pas utiliser des chargements trop faibles et il peut donc être nécessaire de légèrement restreindre les animaux. Ce degré de restriction peut être estimé de 2 manières. Le plus souvent, la référence est la quantité d'herbe allouée (HA en kg MS (MO) / vache / j, définition de Greenhalgh et al, 1966) qui est calculée par le produit entre la quantité d'herbe présente par unité de surface (appelée biomasse) et la surface offerte chaque jour. La biomasse est estimée par coupe à la motofaucheuse (5 cm du sol) ou par coupe au niveau du sol. Le paramètre HA est plus facile à mesurer en pâturage rationné qu'en pâturage libre. Dans ce dernier cas, la référence est la hauteur moyenne du tapis végétal (Le Du, 1980). Par extension, en pâturage rationné, on peut aussi qualifier le degré de restriction des animaux à travers la hauteur moyenne des refus qui est souvent étroitement corrélée aux quantités d'herbe offerte ($r = 0,87$ dans les études conduites à Rennes, Peyraud et al, 1996).

En pâturage rationné, les quantités ingérées s'accroissent de manière curvilinéaire avec HA (Combellas et Hodgson, 1979 et tableau 2). Des quantités offertes de 12-13, 18-19 et plus de 27 kg MO (coupe motofaucheuse) sont représentatives de conditions de pâturage sévères, assez libérales et laxistes respectivement. Une valeur de 18 kg MO offerte (correspondant à une hauteur de refus d'environ 8 cm mesurée à l'herbomètre) permet de ne pas trop pénaliser l'ingestion des animaux. Au delà, le gain marginal est faible (+ 0,04 kg pour 1 kg d'offert en plus) et la hauteur des refus s'accroît fortement. En deçà l'ingestion diminue très rapidement (0,35 kg/ MO/j pour 1 kg d'offert en moins). De manière similaire, en pâturage libre, l'ingestion des vaches s'accroît de manière asymptotique avec la hauteur du couvert (Le Du 1980), elle est maximale dès une hauteur de 7 à 9 cm.

1.4.2 Méthode de conduite du troupeau

Pour une même quantité d'herbe offerte, les quantités ingérées ne sont pas affectées selon que les surfaces sont allouées chaque jour (pâturage rationné) ou pour plusieurs jours (pâturage tournant simplifié) (Peyraud et al 1989). C'est pourquoi, la production de lait n'est pas non plus affectée (Hoden et al, 1986a) entre ces 2 modes de conduite du pâturage. Cependant, en système tournant simplifié, les quantités ingérées et la digestibilité de l'herbe sélectionnée

diminuent pendant le séjour des animaux sur la parcelle (Wade 1991 ; Hoden et al, 1991) (tableau 3). Cette évolution importante des apports nutritifs explique les variations cycliques de la production du lait observées au cours de la saison de pâturage (Hoden et al, 1991).

Les quantités ingérées seraient légèrement plus élevées en pâturage libre qu'en pâturage rationné (1 kg/j en moyenne, Holmes et Sayed-Osman 1960) bien que la production laitière ne soit pas différente entre les 2 systèmes de conduite (Hoden et al, 1986b). Cette apparente contradiction pourrait s'expliquer par des dépenses énergétiques un peu plus importantes des vaches conduites en pâturage libre liées à un accroissement de la durée de pâturage (+ 60 min, Arriaga Jordan et Holmes, 1986) et des distances parcourues (+ 3.2 km/j, O'Sullivan, 1984).

1.4.3. Structure du couvert végétal

Les caractéristiques physiques du couvert peuvent en limiter la préhensibilité et donc la possibilité pour l'animal de récolter assez de fourrage dans le temps qu'il peut consacrer à brouter chaque jour. En effet, le temps de pâturage ne peut guère dépasser 600 min/j (Arnold, 1981) pour une vache laitière.

1.4.3.1. A l'entrée des animaux dans la parcelle

La biomasse présente affecte de manière sensible les quantités ingérées (Peyraud et al, 1996) et la relation est curvilinéaire. L'ingestion est maximale et ne varie pratiquement pas pour des biomasses comprises entre 2,5 à 4,0 t MO/ha (hauteurs herbomètre de 15 à 17 cm). Elle diminue très rapidement en deçà de 2 à 2,5 t MO/ha. L'ingestion est ainsi réduite d'environ 1,0 à 1,5 kg entre 2 et 1,5 t/ha (hauteur 13 à 11 cm) et de 1,5 à 2 kg supplémentaires entre 1,5 et 1,0 t MO/ha (hauteur < 10 cm). Ce résultat explique pourquoi la production individuelle des animaux chute lorsqu'ils pénètrent sur des parcelles ayant moins de 10-11 cm de hauteur (Delaby et al, non publié). A l'opposé, l'ingestion diminue aussi sensiblement pour des biomasses très élevées (- 1,0 kg entre 4 et 5,5 t MO/ha) même si le fourrage reste très digestible. Dans un premier temps, l'accroissement de la biomasse se traduit par un accroissement de l'ingestion car les animaux ont accès à une plus grande quantité de matériel facilement préhensible. Le poids des bouchées et la vitesse d'ingestion augmentent, ainsi que l'illustrent les données de l'essai 2 (tableau 2). Lorsque la biomasse est importante, les animaux font des bouchées de poids élevé ce qui entraîne une manipulation plus longue de l'herbe dans la bouche avant qu'elle ne puisse être avalée (essai 1 du tableau 2), la fréquence des bouchées est alors réduite, la vitesse d'ingestion et finalement l'ingestion journalière ne s'accroissent plus, voire même peuvent diminuer.

Tableau 2
Effet des quantités d'herbe offertes sur les quantités ingérées.

| Quantité offertes (kg MO/j) (1) | 12-13 | 18-19 | 27 |
|---------------------------------|-------|-------|------|
| Quantités ingérées (kg MO/j) | 14,1 | 16,5 | 16,9 |
| Temps de pâturage (min/j) | 360 | 400 | 400 |
| Hauteur des refus (cm) | 5,8 | 8,4 | 10,1 |

1.4.3.2. Structure du tapis végétal en fin de parcelle

En pâturage libre, le temps de pâturage s'accroît toujours avec la réduction de la hauteur de la végétation, les animaux cherchant à compenser la plus petite taille des bouchées (Kibon et Holmes, 1987). En pâturage rationné ou en fin de séjour sur une parcelle exploitée en pâturage tournant, le temps de pâturage diminue (tableau 2 ; Hendricksen and Minson, 1980) avec la hauteur résiduelle de la végétation. La diminution simultanée de la durée de pâturage et du poids des bouchées expliquent alors la diminution très rapide de l'ingestion. Ce comportement très différent des animaux entre les 2 systèmes de conduite malgré des hauteurs de végétation similaires s'explique par la structure du tapis. En pâturage libre, la biomasse est toujours très riche (50% ou plus) en feuilles vertes. Au contraire en pâturage tournant, la biomasse résiduelle en fin de parcelle ne contient presque plus de feuilles vertes (< 10% de la biomasse dans nos essais). De plus la densité des strates est très élevée et la contamination par les bouses est non négligeable.

2. ANALYSE DES PROCESSUS DE DÉFOLIATION D'UNE PRAIRIE DE RAY GRASS ANGLAIS

Le suivi journalier des processus de défoliation pendant la durée de séjour des vaches sur une parcelle de RGA a permis de mieux comprendre les phénomènes de préhension de l'herbe par les animaux (Wade, 1991, tableau 3). La profondeur de la défoliation diminue en valeur absolue au cours du pâturage mais représente toujours 35 % de la hauteur étirée des talles avant qu'ils ne soient défoliés. La surface pâturée diminue également rapidement ainsi que le volume (surface x profondeur) d'herbe appréhendé par les animaux. Cette défoliation ne s'effectue pas au hasard puisque la hauteur des talles défoliés excède la hauteur moyenne des talles de la parcelle. Ainsi, le pâturage peut être schématisé comme la défoliation de strates successives, chaque strate représentant environ 1/3 de la hauteur avant pâturage. Le mécanisme est identique entre un pâturage rationné et un pâturage tournant, seul le rythme de défoliation de ces différentes strates varie. En pâturage rationné, l'ensemble du phénomène se déroule en 24h. Le nombre de strates défoliées, et donc la hauteur de la végétation après pâturage varie avec le niveau d'offert. Dans l'essai rapporté au tableau 1, on a pu calculer que les animaux ont ainsi défolié entièrement 2 strates pour les quantités

offertes les plus élevées et 3,5 strates pour le traitement le plus restreint.

La réduction de la surface pâturée chaque jour s'explique par la plus grande densité des strates proches du sol. Les animaux doivent alors réduire la surface de chaque bouchée. Ceci n'est que partiellement compensé par un accroissement du nombre journalier de bouchées, celui-ci ne pouvant guère excéder 30 à 35000 (Chacon et Stobbs, 1976, Peyraud non publié).

3. PRÉDICTION DES QUANTITÉS INGÉRÉES AU PÂTURAGE

Compte tenu de l'importance des facteurs de conduite et de structure du couvert végétal, l'ingestion ne peut pas être prédite simplement à partir des caractéristiques des animaux lors de la mise à l'herbe. Dans la partie suivante, nous allons présenter quelques équations ou modèles de prédiction issus des données obtenues à Rennes depuis 1988. Il s'agit d'essais conduits sur des prairies de Ray grass anglais au printemps (mai et Juin) et sur des prairies qui avaient été préparées par fauche avant l'entrée des animaux. Il ne peut donc, dans l'état actuel des connaissances, s'agir que de valeurs repères (et sans doute maximales).

A partir d'une première série d'essais où, pour différentes structures initiales du couvert, nous avons fait varier les surfaces offertes aux animaux, nous avons établi les relations suivantes (92 observations individuelles):

$$HI = -24,3 + 0,264 PL + 0,95 PV + 56 HA^{-1} + 4,7 B - 0,7 B^2 + 31 Dcell \text{ (rsd} = 1,54 \text{ kg)}$$

$$HI = -25,6 + 0,264 PL + 0,95 PV - 37 Href^{-1} + 5,65 B - 0,91 B^2 + 33 Dcell \text{ (rsd} = 1,56 \text{ kg)}$$

où PL et PV sont la production de lait (kg/j) et le poids (100 kg) des animaux à la mise à l'herbe, HA la quantité d'herbe allouée (kg MO/j), Href la hauteur des refus (mesurée à l'herbomètre, cm), B la biomasse motofauchée (t MO/ha), et Dcell la digestibilité cellulase (Aufrère et Demarquilly, 1989). Ces équations, utilisant soit HA soit la hauteur des refus pour caractériser la conduite du pâturage, mettent bien en évidence le rôle de la structure initiale (représentée ici par B) et de la qualité du couvert sur l'ingestion. Elles montrent en particulier que pour un animal donné et une même quantité offerte ou une même hauteur de refus, l'ingestion peut varier dans des proportions importantes. La hauteur des refus n'est donc pas un paramètre

Tableau 3

Description de la défoliation exercée par les vaches lors du pâturage d'une parcelle de RGA pendant 5 jours.

| | Jour 1 | Jour 2 | Jour 3 | Jours 4-5 |
|---|--------|--------|--------|-----------|
| Herbe ingérée (kg/j) | 16,9 | 16,7 | 15,4 | 13,5 |
| Digestibilité de l'herbe sélectionnée | 0,85 | 0,84 | 0,83 | 0,81 |
| Hauteur moyenne de la prairie (cm) ⁽¹⁾ | 29,6 | 22,4 | 18,5 | 14,5 |
| Hauteur des talles défoliées (cm) | 29,7 | 23,7 | 20,2 | 16,1 |
| Profondeur de défoliation (cm) | 10,4 | 8,1 | 6,9 | 5,6 |
| (% hauteur avant défoliation) | 35 | 34 | 34 | 35 |
| Surface pâturée (m ² /vache/j) | 208 | 148 | 122 | 107 |
| Volume défolié (m ³ /vache/j) | 21,6 | 12,1 | 8,4 | 6,0 |

(1) : Hauteur des talles étirés (distance comprise entre le sol et la feuille la plus haute).

absolu, elle dépend en partie de l'état initial du couvert. Pour un même état initial, l'ingestion est réduite de 0,9 kg lorsque la hauteur des refus diminue de 7 à 6 cm et de 1,2 kg supplémentaire lorsqu'elle les refus passent de 6 à 5 cm.

D'un point de vue pratique, l'ingestion peut être prédite assez simplement en utilisant l'herbomètre en entrée de parcelle.

$HI = - 36,4 + 0,266 PL + 0,86 PV + 0,46 Vol + 0,29 Hent + 39 Dcell$ (rsd = 1,59 kg)

ou Hent (cm) la hauteur de la végétation à l'entrée dans la parcelle et Vol (m³/vl/j) le volume d'herbe offerte (Hent x surface offerte). Cette équation peut être simplifiée en utilisant Dcell = 0.76 ce qui correspond à la valeur moyenne observée sur des prairies de bonne qualité de printemps.

Ces équations ont été établies sur des couverts au stade végétatif et de bonne qualité (Dcell > 0.75). Utilisées au cours d'essais ultérieurs, où la gamme de variation des couverts était plus importante (en particulier des couverts correspondant à des RGA peu ou pas fertilisés), ces équations ont parfois conduit à des estimations sensiblement différentes des valeurs mesurées.

Aussi, un premier modèle explicatif des variations d'ingestion est en cours de développement. Les variables d'entrée sont PL, PV, HA, B, Dcell ainsi que les teneurs en MS et MAT de l'herbe offerte. Le modèle admet que l'ingestion :

- s'accroît de 265 g MO/kg lait et 1,0 kg / 100 kg de poids

- s'accroît de 0,35 kg/ kg HA quand HA est inférieur à 20 kg MO et de 0,04 kg/kg au delà

- reste quasiment stable pour B compris entre 3,0 et 4,5 tMO/ha, diminue de plus en plus rapidement lorsque B diminue (-3,5 kg d'ingestion entre 3,5 et 1,5 t MO/ha) et

diminue lentement pour des biomasses très élevées (- 0,6 kg d'ingestion entre 4,5 et 5,5 t MO/ha)

- s'accroît de 1,2 kg pour une augmentation de 0,05 point de Dcell.

- à même qualité (Dcell) du couvert, l'ingestion n'est pas affectée par la teneur en MAT du fourrage lorsque celle ci est supérieure à 14% mais diminue de plus en plus vite en deçà de cette valeur (-0,5 kg entre 14 et 12%, - 1 kg supplémentaire entre 12 et 12 et -2 kg entre 10 et 8%). Cette contrainte permet d'intégrer la variation de l'activité cellulolytique du rumen et ses conséquences sur l'ingestion, lorsque les teneurs en ammoniac du rumen diminuent, ce qui peut être le cas pour des herbes très âgées et/ou non fertilisées.

- s'accroît avec la teneur en MS de l'herbe, de 0,2 kg pour 1% d'augmentation de la MS pour des teneurs en MS < 18% et de 0,1 kg/% au delà.

Dans l'état actuel, se modèle rend assez bien compte des variations d'ingestion observées dans la totalité de nos essais. En particulier, il rend compte de l'effet variable de la fertilisation observé entre les essais 1 et 2 (tableau 2). En revanche, un travail important reste à accomplir pour prédire l'ingestion dans la plupart des situations de pâturage. En particulier, le modèle ne prend pas en compte des facteurs importants tels que le développement des zones de refus avec l'avancement de la saison de pâturage où la complémentation des animaux. Il prend peu ou mal en compte les contraintes climatiques (réduction de l'ingestion par forte chaleur ou période pluvieuse). Il importe aussi de vérifier s'il est apte à intégrer des effets liés à l'espèce pâturée.

RÉFÉRENCES

- ALDER F.E., MINSON D.J., 1963. *J. Agric. Sci.* 60, 359-369.
- ARNOLD G.W., 1981. In « World Animal Science », B1 Grazing animals Ed FHW Morley, ELSEVIER
- ARRIAGA JORDAN C.M., HOLMES W., 1986. *J. Agric. Sci.*, 107, 453-461.
- ASTIGARRAGA L., PEYRAUD J.L., 1995. *Ann Zootech.* 44 suppl, 126
- AUFRÈRE J., DEMARQUILLY C., 1989. In : Proc XVI Int.Grassland Congress. Nice. October 4-11, 877-878. The French Grassland Society.
- BRUMBY P.J., 1959. *N. Z. J. Agri. Res.* 2, 797-807.
- CAIRD L., HOLMES W., 1986. *J. Agric. Sci.* 107, 43-54
- CHACON E., STOBBS T.H., 1976. *Aust. J. Agric. Res.* 237, 709-727.
- COMBELLAS J., HODGSON J., 1979. *Grass and Forage Sci.* 34, 209-214.
- CURRAN M.K., HOLMES W., 1970. *Anim. Prod.* 12, 213-224.
- CRUICKSHANK G.J., POPPI D.P., Sykes A.R., 1992. *Br. J. Nutr.* 68, 349-364.
- DELABY L., PEYRAUD J.L., HODEN A., MULLER A., PECCATTE J.R., 1992. In l'extensification fourragère. *Fourrage* 64-65.
- DELABY L., PEYRAUD J.L., VÉRITÉ R., MARQUIS B., 1995. *Ann Zootech* (soumis pour publication)
- DELAGARDE R., PEYRAUD J.L., DELABY L., 1995. *Ren. Rech. Ruminants*, 2.
- DEMARQUILLY C., 1963. *Ann. Zootech.* 12, 69-75.
- DEMARQUILLY C., 1966. *Ann. Zootech.* 15, 147-169.
- DEMARQUILLY C., 1970. *Ann. Zootech.*, 19, 423-437.
- FAVERDIN P., DULPHY J.P., COULON J.B., VÉRITÉ R., GAREL J.P., ROUEL J., MARQUIS B., 1991. *Livest. Prod. Sci.* 27, 137-156.
- GREENHALGH J.F.D., REID G.W., AITKEN J.N., FLORENCE E., 1966. *J. Agric. Sci.* 67, 13-23.
- GREENHALGH J.F.D., REID G.W. 1969. *J. Br. Grassld. Soc.* 24, 98-103.
- HENDRICKSEN R., MINSON D.J., 1980. *J. Agric. Sci.* 95, 547-554.
- HOLMES W., SAYED OSMAN H., 1960. *Anim. Prod.* 2, 131-139.
- HODEN A., MULLER A., JOURNET M., FAVERDIN P., 1986a. *Bull Tech CRZV Theix*, 64 25-35
- HODEN A., MULLER A., JOURNET M., FAVERDIN P., 1986b. *Bull Tech CRZV Theix*, 66, 5-16
- HODEN A., PEYRAUD J.L., MULLER A., DELABY L., FAVERDIN P., 1991. *J. Agric. Sci. Camb.* 116, 417-428.
- HODGSON J., RODRIGUEZ-CAPRILES J.M., FENLON J.S., 1977. *J. Agric. Sci. Camb.*, 89, 743-750.
- LEAVER J.D., 1985. *J. Dairy. Res.* 52, 313-344.
- LE DU J., 1980. *Fourrages*, 82, 31-43.
- MARSH R., CAMPLING R.C., HOLMES W., 1971. *Anim. Prod.* 13, 441-448.
- MEIJS J.A.C., 1986. *Grass and Forage Sci.* 41, 229-235.
- MEIJS J.A.C., HOEKSTRA J.A., 1984. *Grass and Forage Sci.* 39, 59-66
- O'SULLIVAN M., 1984. In : W. Holmes (ed), *Grassland beef production*, 141-150. The Hague, Martinus Nijhoff Publishers.
- PEYRAUD J.L., ASTIGARRAGA L., FAVERDIN P., 1993. *Ann Zotech* 42, 138.
- PEYRAUD J.L., COMERON E.A., WADE M.H., 1989. In : Proc XVI Int.Grassland Congress. Nice. October 4-11, 1151-1152. The French Grassland Society.
- PEYRAUD J.L., DELAGARDE R., DELABY L., 1995. *Ann Zotech*, 44 Suppl, 336
- PEYRAUD J.L., COMERON E., WADE M.H., LEMAIRE G., 1996. *Ann Zootech.* 45 (3) (accepté pour publication)
- WADE M.H., 1991. Thèse, Université de Rennes, n° d'ordre 615.
- ZOBY J.L.F., HOLMES W., 1983. *J. Agric. Sci.* 100, 139-148.

