

**La hauteur d'herbe au pâturage :
une mesure simple pour faciliter sa conduite,
un indicateur pour caractériser des stratégies**

M. Duru¹, J.L. Fiorelli², D. Peyre², P. Roger³, J.P. Theau¹

Le calendrier de pâturage décrit l'allocation des parcelles au cours de la campagne. Cet outil est couramment utilisé par les éleveurs ou les techniciens d'élevage pour suivre le déroulement de la campagne de pâturage ou en évaluer la conduite en fin d'année, mais il est insuffisant pour raisonner cette allocation. Les travaux de recherche sur le pâturage proposent de compléter cet outil, par exemple avec la hauteur d'herbe.

RESUME

La recherche sur le pâturage a décrit les différents flux et leurs interactions (croissance, sénescence, prélèvement) et a permis de proposer la hauteur d'herbe comme indicateur des états d'herbe en résultant. Une première partie de l'article résume l'information qu'apporte la hauteur d'herbe : mesurée avant ou après pâturage, elle permet d'estimer la structure et la composition morphologique ou chimique du couvert (et par là, la teneur en protéines, digestibilité, ingestibilité), ou de prévoir la dynamique de la repousse. Dans une deuxième partie, les auteurs montrent comment la hauteur d'herbe ou des indicateurs dérivés peuvent utilement compléter un calendrier de pâturage pour préparer une campagne ou en effectuer un bilan dans le cas de troupeaux de vaches laitières. Les seuils de hauteur d'herbe visés pourront être ainsi raisonnés selon la stratégie de pâturage choisie.

MOTS CLES

Croissance, diagnostic, gestion du pâturage, hauteur d'herbe, ingestibilité, pâturage, sénescence.

KEY-WORDS

Diagnosis, grass height, grazing, grazing management, herbage growth, senescence, voluntary intake.

AUTEURS

1 : Equipe Orphée INRA, BP 27, F-31326 Castanet

2 : INRA SAD, BP 29, F-88500 Mirecourt

3 : EDE du Morbihan, BP 77, F-56002 Vannes

La représentation sur un support papier de l'utilisation quotidienne des parcelles pâturées au cours de la saison de pâturage peut remplir plusieurs fonctions. Le planning, réalisé en début de campagne, peut être un guide utilisé pour énoncer de grands principes tels que la définition de périodes alimentaires et des ajustements possibles pour faire face à des aléas : défaut de portance ou sécheresse, explosion de croissance. En cours de saison, le calendrier peut être utilisé par les éleveurs comme base de comparaison aux années précédentes en vue de prendre des décisions d'affectation de parcelles. En outre, en fin de saison, le calendrier permet seul ou en groupe de réaliser un bilan de campagne.

Cette représentation privilégie la dimension temporelle des interventions sur les parcelles (les intervalles entre 2 défoliations) et leur intégration en termes de chargement par période. Elle est à la base du dispositif " réseau d'élevages " (Moulin *et al.*, 2001). Les idées sous-jacentes à cette représentation supposent l'existence de chargements et de temps de repousse par période, fonctions des systèmes fourragers et des pédoclimats, permettant d'optimiser la qualité de l'herbe offerte et les quantités prélevées. Notons aussi qu'il y a une propension à focaliser les analyses sur des durées de repousse puisque c'est l'information la plus accessible.

Néanmoins, cette représentation ne rend pas compte de la structure et de la composition du couvert (hauteur, densité, proportion de limbes) qui résultent de décisions de conduite telles que la hauteur de pâturage. Ces caractéristiques ont pourtant une influence marquée, parfois plus importante que les intervalles entre défoliations, sur les quantités ingérées, ainsi que sur l'efficacité de pâturage (rapport entre les quantités d'herbe prélevée et produite). Ces caractéristiques de structure et de composition sont parfois estimées au cours de la conduite de pâturage par des mesures de la hauteur d'herbe.

Il y a un certain paradoxe à ce que la représentation des pratiques de pâturage sur un calendrier ne fasse pas mention des composantes qui ont l'effet le plus important sur les performances techniques (quantité de matière sèche prélevée, lait produit). Nous pensons que le manque d'indicateurs de terrain est un des freins, actuellement important, au développement des systèmes pâturés car il conforte le manque de confiance des éleveurs vis-à-vis de la gestion de la ressource en herbe. Enrichir le tableau de bord que constitue un calendrier de pâturage pourrait ainsi contribuer à rassurer, notamment en fixant des points de repères et en facilitant les anticipations. Dans le cas d'un pâturage continu intensif, de tels repères de hauteur ont été définis en fonction des saisons et des espèces animales (Le Du *et al.*, 1981). Pour un pâturage intermittent, de telles recommandations de hauteur existent (Mayne *et al.*, 1987), mais elles ne sont jamais intégrées dans les calendriers de pâturage, que ce soit *a priori* ou *a posteriori*. En outre, il est implicite qu'elles ont valeur générale, alors qu'elles doivent être adaptées aux stratégies visées.

Dans une première partie, nous montrons que la hauteur d'herbe, souvent utilisée pour estimer des quantités d'herbe offerte (Duru et Bossuet, 1992), peut aussi informer sur la vitesse de croissance, la composition et la structure du couvert. La hauteur de l'herbe, ou des indicateurs dérivés (volume d'herbe disponible, jours d'avance au pâturage), pourraient ainsi compléter le calendrier de pâturage. Dans une deuxième partie, nous montrerons l'intérêt d'une telle représentation pour spécifier différentes stratégies de pâturage en prenant différents exemples correspondant à des modèles élaborés par des prescripteurs, ou à des mesures réalisées en ferme.

1. Des indicateurs basés sur la hauteur d'herbe pour enrichir les informations mentionnées sur un calendrier de pâturage

Les quantités d'herbe ingérées par animal dépendent des quantités offertes, mais aussi de la structure et de la composition du couvert. Les quantités prélevées par hectare dépendent, outre des quantités ingérées par animal, de la conduite du pâturage (intensité et fréquence de défoliation) au travers de ses effets sur l'accumulation nette de l'herbe. La hauteur de l'herbe, selon qu'elle est mesurée avant ou après pâturage, permet d'estimer la structure et la composition du couvert, ou bien de prévoir la dynamique de la repousse. Ce sont les raisons pour lesquelles, la hauteur d'herbe constitue un indicateur pertinent pour piloter le pâturage.

*** La hauteur et la fréquence de défoliation : indicateurs de l'accumulation nette de biomasse**

Pour un pâturage intermittent, la biomasse sur pied résulte de la différence entre les flux de croissance et de sénescence entre deux utilisations (voir encadré 1). La spécificité du pâturage relativement à la coupe mécanique est que les modalités de prélèvement de l'herbe, en particulier la hauteur de pâturage, a un effet très important sur la repousse, sur la vitesse de repousse et sa qualité. C'est

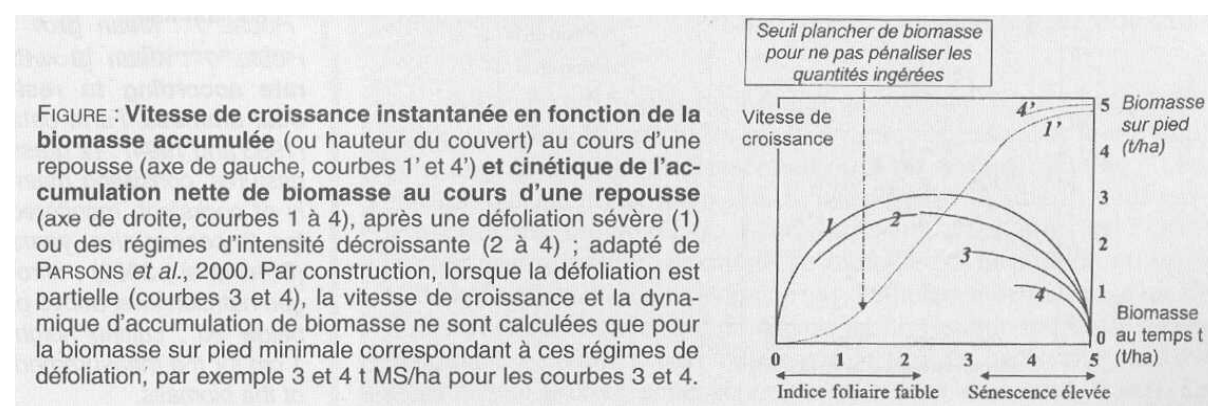
Encadré 1 : La croissance nette est la résultante des flux de croissance et de sénescence.

Insert 1 : Net growth results from the growth and senescence flows.

Le flux de croissance dépend des caractéristiques du climat, de la disponibilité en minéraux ainsi que de la surface de feuilles, permettant de capter le rayonnement, laissée après un prélèvement. Cependant, les feuilles apparaissant et se détachant en continu sur une talle de graminées, à un rythme qui dépend de leur durée de vie (caractéristique de l'espèce) et de la température, un flux de sénescence élevé peut réduire de manière importante la vitesse d'accumulation nette de la biomasse.

– **Après une défoliation sévère**, la courbe d'accumulation nette de la biomasse a une forme en 'S' (courbe 1' de la figure ci-contre) : le début de la phase en 'S' correspond à une vitesse de croissance lente du fait d'une surface foliaire insuffisante pour capter la plus grande partie du rayonnement ; la fin de la phase en 'S' correspond à un ralentissement, suite à la perte de feuilles par sénescence. La vitesse de croissance maximale (tangente à la courbe d'accumulation) est observée avant que l'accumulation maximale de biomasse ne soit atteinte. Cependant, le temps de repousse qui permet la vitesse de croissance moyenne maximale ne peut être défini très précisément compte tenu de la forme aplatie de la courbe de vitesse instantanée (courbe 1 de la figure). Cette particularité permet une certaine souplesse dans le choix des intervalles entre défoliations, sans pour autant s'éloigner de l'optimum agronomique, celui-ci correspondant à la maximisation de l'accumulation nette (Parsons *et al.*, 2001). En conditions de croissance (climat, nutrition minérale) stables, la biomasse n'augmente plus et la vitesse de croissance nette est nulle au bout d'un temps correspondant à la durée de vie d'une feuille (figure); cette caractéristique dépendant des espèces (Duru *et al.*, 2001).

– **En cas de défoliation partielle, ce schéma est modifié. La vitesse de croissance nette est d'autant plus réduite que la biomasse résiduelle est élevée** (figure, courbes 2 à 4). En effet, en cas de défoliation sévère, la sénescence n'est pas commencée pour un temps de pousse inférieur à la durée de vie d'une feuille. A l'inverse, la sénescence est continue en cas de défoliation partielle. L'accumulation nette la plus élevée est donc atteinte suite à une intensité de défoliation élevée et à une récolte au moment où la vitesse de croissance moyenne est maximale, plutôt qu'avec des défoliations partielles et des rythmes rapides (Parsons, 1988 ; Parsons *et al.*, 2000).



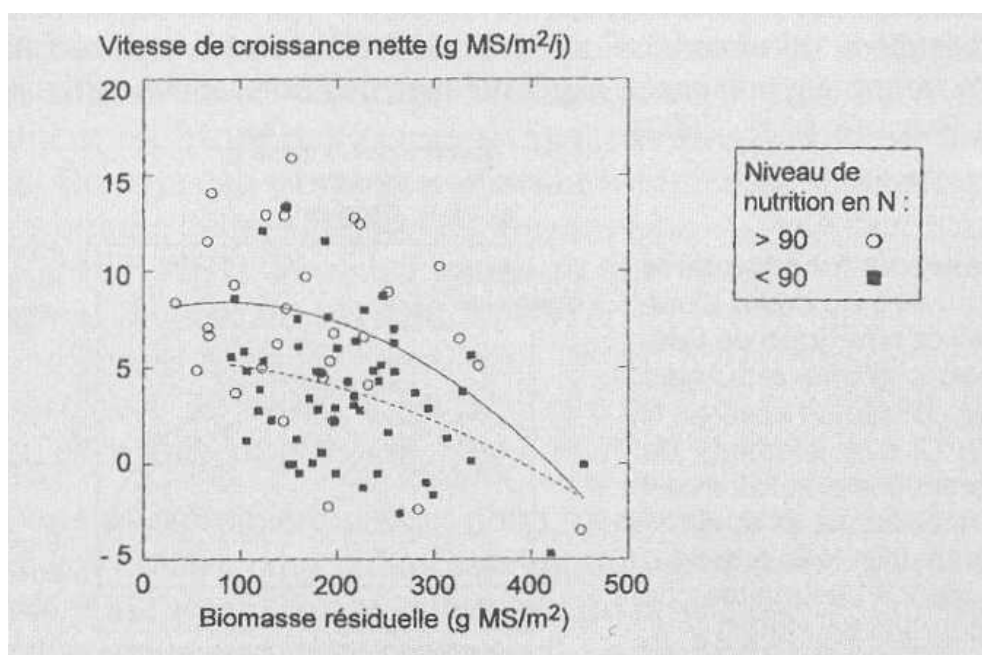
ainsi qu'un pâturage trop ras pénalise la vitesse de croissance par limitation du rayonnement intercepté, alors qu'un pâturage haut ralentit l'accumulation nette de biomasse du fait de l'augmentation du flux de sénescence qui est fonction de la biomasse résiduelle.

Les processus décrits dans l'encadré 1 expliquent que, sur un échantillon de parcelles pâturées en ferme (suivi de 4 élevages dans le Ségala Aveyronnais), l'accumulation nette est corrélée négativement à la biomasse résiduelle après pâturage (effet sur la sénescence) et positivement à la disponibilité en azote. Le temps de repousse n'a pas d'effet significatif dans cette étude (Duru *et al.*, 2000). Dans cet exemple, la vitesse de croissance nette devient nulle lorsque la biomasse résiduelle de matière sèche est d'environ 400 g/m². Au delà, elle devient négative. La vitesse de croissance moyenne maximale est observée pour une biomasse résiduelle moyenne d'environ 100 g/m² (figure 1), ce qui correspond à environ 50% de rayonnement intercepté. D'un point de vue pratique, notons qu'il s'agit d'un couvert de dactyle pur soumis à différentes fréquences et hauteur de défoliation (figure 2a) ou de prairies réellement pâturées (figure 2b), on observe une relation stable

entre la biomasse (ou hauteur) résiduelle et le pourcentage de rayonnement intercepté (figure 2). Cette valeur correspond à une hauteur d'herbe mesurée avec une règle graduée ("stick") de 7-8 cm pour le dactyle (figure 2a), soit environ 4 cm de hauteur mesuré avec un herbomètre à plateau pour une association ray-grass - trèfle.

Figure 1 : Vitesse de croissance moyenne en fonction de la biomasse résiduelle. Données d'élevage (1993 et 1994) : il s'agit de 12 prairies à base de graminées, surtout du dactyle, suivies deux années consécutives (Duru et al., 2000) ; niveau de nutrition en azote supérieur ou inférieur à 90 ; coupe à 1 cm de hauteur pour la mesure de biomasse .

Figure 1 : Mean growth rate according to residual biomass. Farm data (1993 and 1994) : 12 grass pastures, consisting mainly of cocksfoot, monitored for 2 consecutive years (Duru et al., 2000) ; nitrogen nutrition level above or below 90 ; cutting height 1 cm for the measurement of the biomass.



Ces résultats montrent qu'il existe un état résiduel optimal qui permet la vitesse de croissance nette maximale. Le pâturage tournant permet une plus grande souplesse de conduite que le pâturage continu car il est possible de faire varier l'intervalle entre deux utilisations, sans pour autant modifier la hauteur résiduelle. Dans les situations où une efficacité de pâturage élevée est recherchée, la hauteur résiduelle, estimateur de la biomasse résiduelle, est donc un indicateur pertinent pour la conduite.

Ce modèle peut aussi être utilisé pour évaluer les conséquences de conduites non optimales du point de vue agronomique, mais qui peuvent être souhaitées lorsqu'on raisonne en termes de système (Duru et Pflimlin, 1996 ; Moulin et al., 2001).

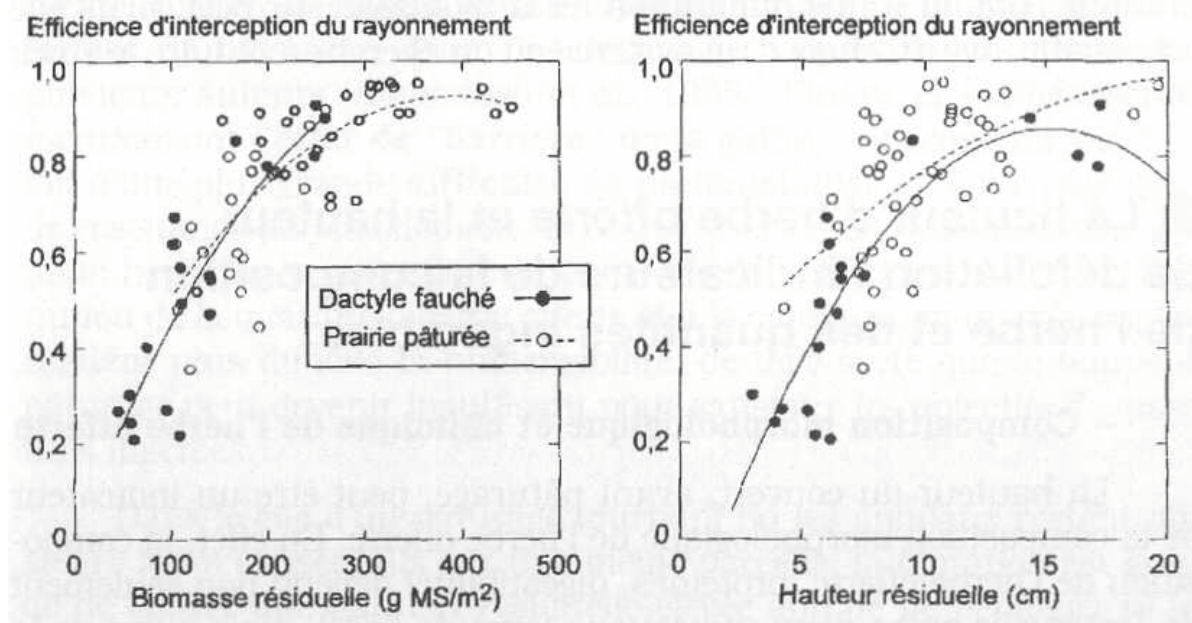
C'est ainsi qu'un pâturage occasionnellement très ras permet de ralentir la croissance de l'herbe et de limiter les surplus sans pour autant faucher. Il s'agit par exemple, pour du dactyle, d'atteindre une hauteur résiduelle inférieure à 7 cm (mesure avec une règle graduée), ou à 4 cm (mesure avec un herbomètre à plateau) pour une association ray-grass - trèfle.

A l'inverse, un pâturage différé permet de réduire la quantité de stock distribué aux périodes où la croissance est ralentie ou stoppée. Pour faire face à un ralentissement ou à un arrêt du flux de croissance dus, par exemple, à un déficit hydrique ou à une diminution des températures, on cherchera à constituer un "stock sur pied". On visera une accumulation maximale de biomasse à la période où on souhaite le faire consommer. Dans ce cas, l'efficacité de pâturage est diminuée, d'une part parce que la vitesse de croissance moyenne n'est pas maximale,

et d'autre part parce que le flux de croissance est réduit alors que le flux de sénescence se maintient au même niveau. Cette pratique conduit à une diminution de la biomasse sur pied, mais elle est constitutive du choix d'un système où on cherche à réduire le stock conservé.

Figure 2 : Relation entre l'efficacité d'interception et a) la hauteur ou b) la biomasse résiduelles pour un couvert de dactyle soumis à différents hauteurs et fréquence de défoliation et pour des prairies pâturées par des vaches laitières (Duru, non publié).

Figure 2 : Relationship between interception efficiency and a) residual grass height or b) residual biomass in the case of a cocksfoot sward submitted to various defoliation heights and rates, and of pastures grazed by dairy cows (Duru, unpublished).



*** La hauteur d'herbe offerte et la hauteur de défoliation :
indicateurs de la composition de l'herbe et des quantités ingérables**

– Composition morphologique et chimique de l'herbe offerte

La hauteur du couvert, avant pâturage, peut être un indicateur de la composition morphologique de l'herbe offerte. En effet, la composition de l'herbe offerte (protéines, digestibilité) dépend non seulement de l'intervalle entre deux utilisations (effet de l'âge), mais aussi de la structure du couvert, notamment de la longueur de la gaine, pour une saison et un niveau de nutrition azotée donnés (encadré 2). La hauteur en sortie de pâturage est donc un moyen d'influer sur la qualité de l'offert lors de la repousse suivante par le biais du contrôle de la longueur des gaines.

– Relation entre composition de l'herbe offerte et quantités consommables

Les quantités ingérées dépendent en premier lieu des quantités d'herbe offerte (Peyraud et Gonzalez-Rodriguez, 2000). C'est pourquoi elles décroissent au fur et à mesure que la défoliation des différentes strates d'un couvert s'effectue. En outre, elles dépendent de la composition morphologique que nous définissons pour un couvert monospécifique de graminées comme la proportion des différents compartiments, limbes et gaines, estimés soit en termes de longueur, soit en termes de biomasse. Pour des repousses végétatives de graminées, plusieurs auteurs (Armstrong *et al.*, 1995 ; Prache et Peyraud, 1997) mentionnent l'effet de "barrière" de la gaine, vraisemblablement du fait d'une plus grande difficulté de préhensibilité et d'une plus grande résistance au cisaillement. En conséquence, en dessous d'une certaine hauteur, la réduction du poids des bouchées est due à la diminution de la quantité d'herbe offerte et à la composition morphologique rendant plus difficile la préhensibilité, de telle sorte que le temps de pâturage peut devenir insuffisant pour satisfaire les objectifs de quantités ingérées.

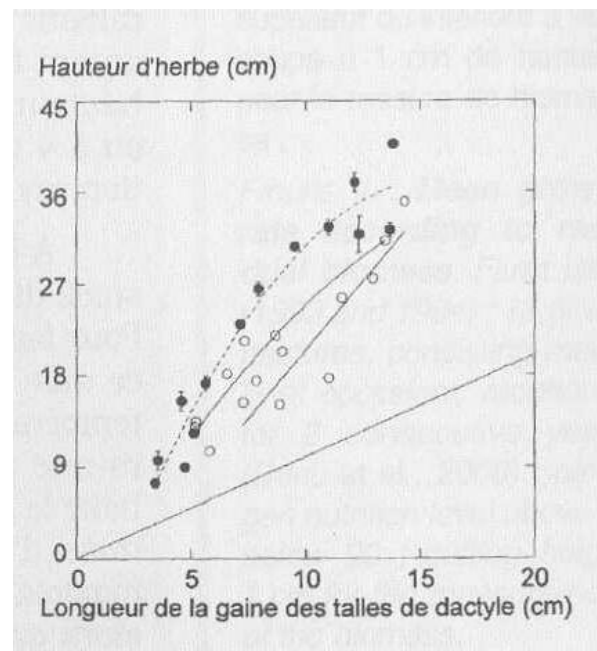
Encadré 2 : Hauteur d'herbe et longueur de gaine.

Insert 2 : Grass height and sheath length.

Pour des repousses végétatives de graminées, nous avons montré qu'il y a **une relation étroite et robuste entre la hauteur du couvert** mesurée avec une règle graduée **et la longueur de la gaine à l'entrée de pâturage** (données de prairies pâturées à base de dactyle après mi-mai et d'un couvert de dactyle pur où la défoliation est simulée, figure ci-contre). Cette relation, dont les paramètres sont spécifiques aux espèces, a cependant valeur très générale étant donné que la durée de croissance du limbe, et par conséquent sa taille adulte, dépend de la longueur de la gaine (Duru et Ducrocq, 2002).

Plus la gaine est longue, plus faibles sont la digestibilité et la teneur en protéines des limbes. Cette diminution provient plus d'une réduction des valeurs des horizons proches du sol que d'une diminution moyenne dans chacun des horizons (Duru et al., 1999). Pour des conditions de croissance données (température et azote), **la longueur de la gaine constitue un bon estimateur de la digestibilité des limbes** (Duru et Ducrocq, 2002). Cette représentation permet de tenir compte à la fois des effets de l'âge de la repousse et de l'intensité de défoliation (Lantinga et al., 2002).

Figure : **Relation entre hauteur du couvert et hauteur de la gaine** pour un couvert de dactyle soumis à différentes hauteurs et fréquence de défoliation (l) et des prairies pâturées par des vaches laitières (m) (Duru, non publié).



Dans le cas d'un pâturage tournant où les animaux restent plusieurs jours consécutifs sur une même parcelle, la tentation est grande de laisser une hauteur résiduelle élevée afin de ne pénaliser ni les quantités ingérées par jour (ces quantités diminuant avec la quantité d'herbe offerte par jour et la part des gaines augmentant), ni la qualité de l'offert (la qualité diminuant au fur et à mesure que le prélèvement se rapproche de l'horizon proche du sol). Du fait de l'effet de la hauteur résiduelle de pâturage sur la longueur de la gaine, préparer l'utilisation suivante nécessite d'accepter une diminution des quantités ingérées et donc des performances les derniers jours de pâturage. En outre, le prélèvement d'une fraction des gaines est nécessaire pour conserver un état de sortie au pâturage comparable d'une date à l'autre (Duru et al., 2001). Il en résulte que la hauteur d'herbe de sortie devra être choisie en fonction de la hauteur d'herbe à l'entrée si l'objectif est de ne faire consommer que la partie jeune de la gaine, de façon à limiter l'augmentation de sa longueur lors des repousses suivantes. Le choix de la hauteur résiduelle apparaît comme un compromis entre des hauteurs basses qui permettent de maximiser les quantités prélevées et des hauteurs plus élevées qui permettent de maximiser les quantités ingérées à court terme (Delagarde et al., 2001). Des hauteurs limites, fonctions de l'espèce végétale, peuvent être ainsi définies pour ne pas trop réduire les quantités ingérées.

* **Le Volume d'Herbe Disponible : un indicateur synthétique de la hauteur de l'herbe pour avoir une vision d'ensemble des surfaces allouées au pâturage**

En complément des hauteurs mesurées à l'échelle de la parcelle, il a été montré l'intérêt d'une estimation des disponibilités en herbe par animal à l'échelle de la surface pâturée. Le Volume d'Herbe Disponible (VHD) est calculé comme la somme des produits "hauteur d'herbe (en base 5 cm par exemple) par surface", pour chacune des parcelles allouées à une période donnée, divisé par le nombre de vaches. Nous avons montré que les VHD sont corrélés positivement à la hauteur d'herbe résiduelle et aux intervalles entre deux utilisations (Duru et al.,

2000). Un nombre de jours d'avance au pâturage peut être calculé à partir du volume d'herbe et d'une norme de consommation journalière (Duru *et al.*, 1988). Cet indicateur (VHD ou jours d'avance) informe en temps réel du niveau des ressources disponibles. Ce niveau peut être interprété en termes d'écart par rapport à une utilisation optimale du couvert, ou bien de risques de dérive relativement à une utilisation sub-optimale (report sur pied par exemple). Le VHD peut ainsi constituer un repère pour décider d'ajout ou de retrait de parcelles (Duru, 2000). Nous montrons ci-dessous que, *a priori*, il peut participer à la définition de différentes stratégies de pâturage (Thébault *et al.*, 1998) et que, *a posteriori*, il peut contribuer au diagnostic, notamment au repérage de dysfonctionnements de conduite du pâturage.

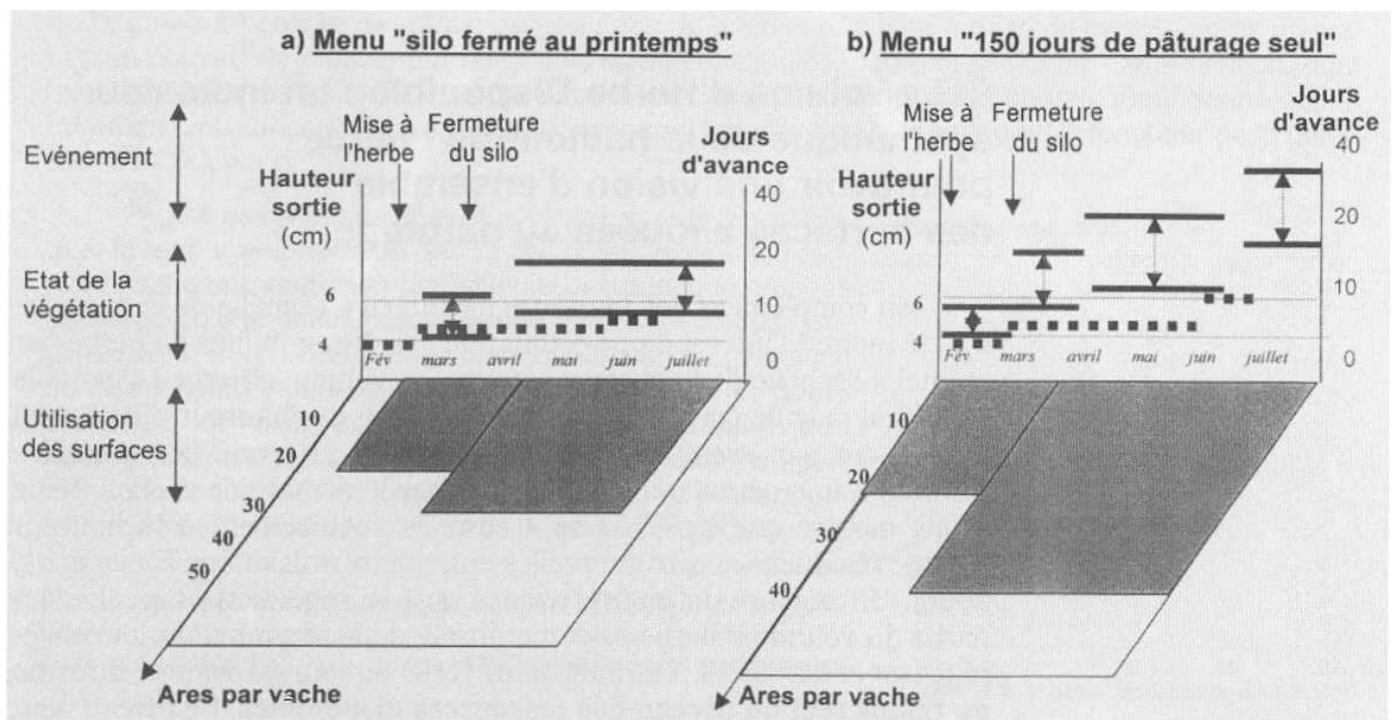
2. Proposition d'une représentation et exemples d'utilisation

* Hauteur d'herbe offerte, hauteur sortie, volume d'herbe disponible par vache : des indicateurs pour la conduite du pâturage

Nous définissons une stratégie de pâturage comme une combinaison de moyens mis en œuvre et de règles cohérentes avec les objectifs assignés au pâturage. Une stratégie peut être décrite par un découpage de la campagne de pâturage en périodes qui privilégient certains objectifs et des règles qui doivent permettre de les atteindre. Pour chaque période, des valeurs seuil peuvent être proposées pour les hauteurs d'herbe visées en entrée et en sortie de parcelle et pour le volume d'herbe disponible recherché. A l'heure actuelle, ces règles et ces valeurs seuil sont rarement explicitées, mais nous développerons plus loin un exemple où cette explicitation a eu lieu.

Figure 3 : Schématisation de deux stratégies de pâturage : a) "silo fermé au printemps" et b) "150 jours de pâturage seul" (Thébault *et al.*, 1998) en termes d'utilisation des surfaces (plan horizontal), d'événements clés et d'états de la végétation : hauteur sortie (ordonnée de gauche) et volume d'herbe disponible traduit en nombre de jours d'avance au pâturage (ordonnée de droite).

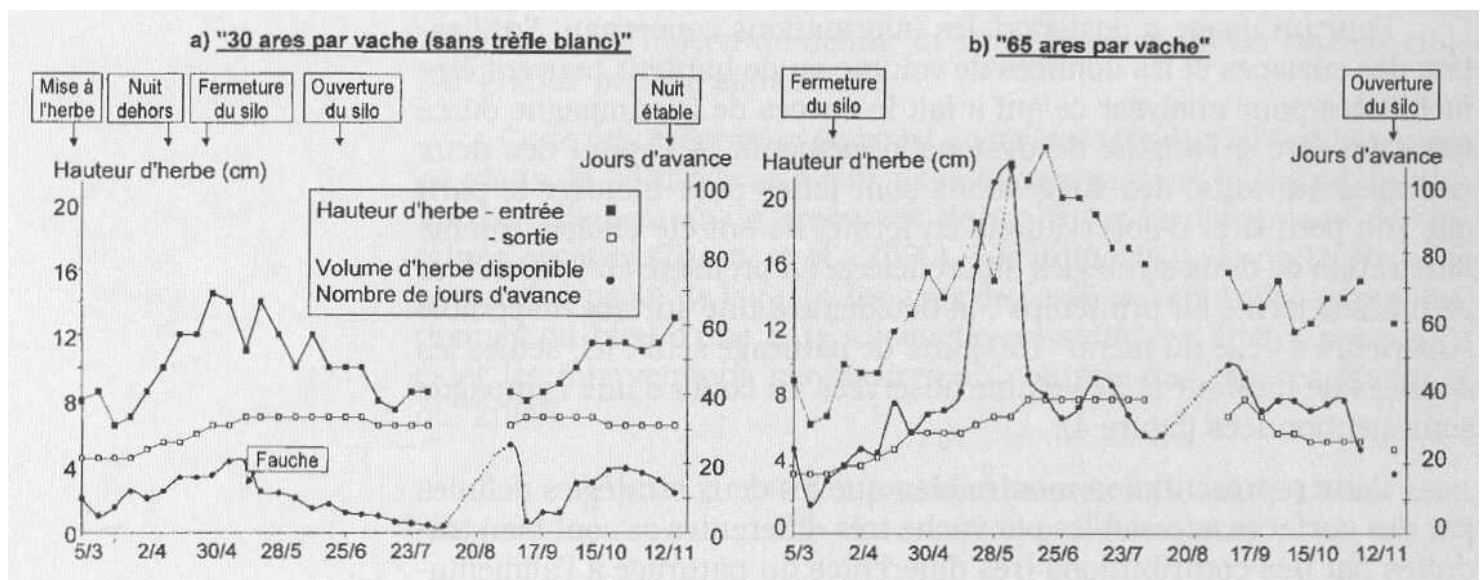
Figure 3 : Diagram illustrating two grazing strategies : a) "silo closed in spring" and b) "150 days of unsupplemented grazing" (Thébault et al., 1998), showing surface utilization (horizontal plane), key events and vegetation states : height at turning out (ordinate on left- hand side) and available volume of herbage expressed in number of grazing days in advance (ordinate on right-hand side).



La représentation usuelle d'un calendrier de pâturage complétée par les indicateurs basés sur la hauteur constitue un calendrier 3D, représentation d'une stratégie planifiée (**figure 3**) ou d'une conduite réalisée (**figure 4**) qui peut permettre des comparaisons ou des analyses a posteriori sur l'ensemble de ces critères.

Figure 4 : Evénements clés et indicateurs d'états de la végétation de deux troupeaux de vaches laitières durant la campagne 1999 : a) 30 ares par vache (sans trèfle blanc), b) 65 ares par vache. Hauteur en entrée et en sortie de pâturage (ordonnée de gauche) et volume d'herbe disponible par vache traduit en nombre de jours d'avance au pâturage (ordonnée de droite) (Roger, non publié).

Figure 4 : Key events and indicators of the state of vegetation for two dairy cow herds during the 1999 grazing season : a) 30 ares per cow (without white clover), b) 65 ares per cow. Grass height before and after grazing (ordinate on left-hand side) and volume of available herbage expressed in number of grazing days in advance (ordinate on right-hand side) (Roger, unpublished).



Ce calendrier 3D comporte, dans un plan vertical, la hauteur d'herbe (offerte et résiduelle) et le VHD (traduit éventuellement en nombre de jours d'avance). Le calendrier d'utilisation du parcellaire (planning classique) est représenté dans un plan horizontal. De plus, les dates des événements clés objectifs ou réalisés (mise à l'herbe, fermeture du silo...) sont représentées afin de délimiter les différentes périodes. Ces périodes et ces seuils qui dépendent aussi du climat, des types d'animaux et de prairies caractérisent une stratégie. Nous verrons en détaillant les exemples suivants comment leur représentation peut en faciliter l'interprétation et l'analyse.

Un premier indicateur est la hauteur d'herbe résiduelle dont dépendent les quantités de biomasse produites puis prélevées par ha. Afin de faciliter l'utilisation de l'herbe au cours des cycles de pâturage successifs, il importe de viser en plein printemps, quelle que soit la stratégie, des hauteurs résiduelles basses de façon à obtenir des gaines courtes. Les valeurs dépendront certes des espèces animales (aptitude à pâturer plus ou moins ras) et végétales (durée de vie des feuilles qui régit le temps de pousse nécessaire à l'obtention des vitesses de croissance maximales, aptitude plus ou moins grande à des défoliations sévères). A certaines saisons, des variantes peuvent cependant être définies en fonction des stratégies de pâturage. Il est ainsi possible de ralentir la croissance de l'herbe en pâturant plus ras lorsque la surface disponible par vache s'avère trop élevée et la pousse trop rapide. Les hauteurs en entrée de pâturage dépendront entre autres de l'objectif de

durée du pâturage pour une campagne. Les seuils retenus seront différents selon que la durée visée est courte ou longue, que la complémentation avec des fourrages conservés est réduite ou importante. A l'échelle de l'ensemble des parcelles pâturées, la hauteur de l'herbe mesurée sur toutes les parcelles pâturées confondues fournit une estimation du volume d'herbe et permet ainsi d'anticiper les ajustements nécessaires à l'atteinte des seuils définis au niveau des parcelles (Duru, 2000). Pour cet indicateur, les valeurs repères dépendent aussi des stratégies de pâturage. Elles seront nécessairement plus élevées à l'approche de l'été lorsque l'objectif est de disposer de reports sur pied. Nous indiquons ci-dessous deux usages possibles de cette représentation.

* Représenter une stratégie pour mieux la formaliser et l'explicitier

Pour un usage *a priori*, la planification précise de l'utilisation des surfaces n'est pas nécessaire. Ce sont plutôt celles accessibles à certaines périodes ou à usage obligatoire à d'autres moments qu'il convient de préciser.

Ces exemples reposent sur deux "menus" pour vaches laitières en Bretagne (Thébault *et al.*, 1998). Pour les simuler à l'aide d'un logiciel (Cros *et al.*, 2001), un travail d'explicitation a déjà été réalisé. Les représentations proposées s'appuient sur les valeurs cible (hauteurs en entrée et en sortie de pâturage, nombre de jours d'avance au pâturage) utilisées pour les simulations. Il s'agit des menus "silo fermé au printemps" et "150 jours de pâturage seul". Ils sont définis d'abord par la période où on souhaite supprimer la distribution d'ensilage de maïs (respectivement fin avril à début juillet et début avril à fin août). Ces stratégies diffèrent par les dates cible des événements clés et les surfaces à engager, mais aussi par les volumes d'herbe disponibles à rechercher. Les ordres de grandeur des surfaces prévisionnelles accessibles par vache, supérieures dans le second cas, sont indiqués sur le plan horizontal de la figure 3. La représentation fait apparaître la différence de volumes d'herbe recherchés. Ces différences sont permises par des surfaces offertes plus importantes et se traduisent aussi par des fréquences de défoliation plus lentes et des hauteurs en entrée de pâturage plus élevées dans la 2^e stratégie. Celles-ci, constatées dans les simulations comme dans la réalité, n'apparaissent pas dans cette représentation, faute de valeurs seuil définies. Une telle valeur pourrait être élaborée par l'analyse de calendriers réalisés, comme le montrent les exemples suivants.

* Faire un diagnostic de campagne

Pour un usage *a posteriori*, les informations concernant l'utilisation des surfaces et les données de volume ou de hauteur peuvent être mobilisées pour analyser ce qui a fait le succès de la campagne ou ce qui a pu être à l'origine de dysfonctionnements. A l'appui des deux exemples suivants, des suggestions sont faites pour montrer le parti que l'on peut tirer d'observations en ferme. Ils ont été choisis comme illustration de deux stratégies différenciées. La première correspond au menu "silo fermé au printemps", la deuxième à une surface disponible supérieure à celle du menu "150 jours de pâturage seul". Ici, seules les données de hauteur et de volumes observées au cours d'une campagne sont mentionnées (figure 4).

Cette représentation montre bien que les deux stratégies définies par des surfaces accessibles par vache très différentes se sont bien traduites par des contributions très différentes du pâturage à l'alimentation. Cette durée supérieure d'au moins 140 jours de plein pâturage est permise par le pâturage d'association ray-grass - trèfle, adaptée à la constitution de reports sur pied. Les hauteurs d'herbe en entrée et les jours d'avance par vache les plus élevés, respectivement jusqu'à une vingtaine de cm et une cinquantaine de jours, sont observés pour la stratégie qui comporte le plus de pâturage. Cette représentation, qui regroupe des informations habituellement peu réutilisées, peut servir de support de discussion entre éleveurs et techniciens, soit pour affiner la définition d'une stratégie, soit pour préciser l'origine d'un dysfonctionnement. Elle peut encore servir à identifier les changements nécessaires à la mise en œuvre d'une autre stratégie.

Conclusion

Le pâturage peut contribuer de manière plus ou moins importante à l'alimentation des herbivores. Selon les objectifs visés, les moyens à mobiliser (surface par animal), mais aussi le plan de pâturage seront différents. Ce plan peut être défini par différents types de règles spécifiant :

- l'organisation du pâturage sur des périodes successives durant lesquelles cette organisation est stable ; il s'agit par exemple de la définition des parcelles à pâturer à différentes périodes de la campagne et de volumes d'herbe cible à différentes saisons ;
- les adaptations de la conduite du pâturage en fonction par exemple de la quantité d'herbe disponible par vache à l'échelle de la sole pâturée.

En outre, en cours de conduite, des indicateurs basés sur des mesures de hauteur au niveau de chacune des parcelles ou de l'ensemble des parcelles pâturées permettent de prendre les décisions d'allocation de parcelles en cohérence avec le plan.

La proposition illustrée dans ce papier présente tout son intérêt si la réflexion sur les stratégies de pâturage a eu lieu au préalable. Notons cependant que partir d'observations factuelles d'une conduite de pâturage (quelle hauteur en entrée ou en sortie de parcelles, à quelle période...) est aussi un moyen d'instruire une stratégie. Cela suppose d'aller au delà de la définition de périodes clefs et de moyens à mobiliser. C'est un moyen de définir la stratégie en états du couvert cible par grande période alimentaire.

Cette représentation pourrait aussi être étendue à l'établissement de plans de pâturage et leur mise en œuvre dans le cas de prairies plurispécifiques où un enjeu est de maîtriser la dynamique de certaines espèces (Theau *et al.*, 2000). L'identification d'une hauteur de pâturage à partir de laquelle les apex de l'espèce à contrôler seront sectionnés ou bien d'une date à laquelle un stade est atteint permet de caler les interventions nécessaires au contrôle des espèces (Theau *et al.*, 2000).

Accepté pour publication, le 17 mai 2002

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Armstrong R.H., Robertson E., Hunter E.A. (1995) : "The effect of sward height and its direction of change on the herbage intake, diet selection and performance of weaned lambs grazing ryegrass swards", *Grass Forage Sci.*, 50, 389-398.

Cros M.J., Duru M., Peyre D. (2001) : "SEPATOU : un simulateur de conduites du pâturage, à l'épreuve des "menus" bretons", *Fourrages*, 167, 365-383.

Delagarde R., Prache S., d'Hour P., Petit M. (2001) : "Ingestion de l'herbe par les ruminants au pâturage", *Fourrages*, 166, 189-212.

Duru M. (2000) : "Le volume d'herbe disponible par vache : un indicateur synthétique pour évaluer et conduire un pâturage tournant", *Productions animales*, 13 (5), 325-336.

Duru M., Bossuet L. (1992) : "Estimation de la masse d'herbe par le "sward-stick". Premiers résultats", *Fourrages*, 131, 283-300.

Duru M., Pflimlin A. (1996) : "Outils et méthodes de conception et d'évaluation de systèmes fourragers", *Aide à la décision et choix de stratégies dans les entreprises agricole* (Actes du colloque INRA, Laon, 10-11 décembre 1996), pp. 127-142.

Duru M., Ducrocq H. (2002) : "A model of in vitro Lamina digestibility of vegetative cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.)", *Crop Sci.*, (42), 214-223.

Duru M., Fiorelli J.L., Osty P.L. (1988) : "Proposition pour le choix et la maîtrise du système fourrager. I. Notion de trésorerie fourragère", *Fourrages*, 113, 37-56.

Duru M., Feuillerac E., Ducrocq H. (1999) : "In vitro digestibility response of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) to growth and defoliation : a simple model", *J. of Agricultural Sci.*, 133, 379-388.

Duru, M., Ducrocq, H., Bossuet, L. (2000) : "Decision rules based on herbage volume to manage a rotational grazing system in spring. Case of dairy cows and ewes", *J. Range Management*, 53 : 395-402.

Duru M, Hazard L, Jeangros B, Mosimann E. (2001) : "Fonctionnement de la prairie pâturée : structure du couvert et biodiversité", *Fourrages*, 166, 165-188.

Lantinga E A, Duru M, Groot J C. J. (2002) : "Dynamics of plant architecture at sward level and consequences for grass digestibility: modelling approaches", *Multi-function grasslands, Proc. 19th Eur. Grassl. Congr.*, La Rochelle, 45-55.

Le Du Y.L.P., Baker R.D., Newberry R.D. (1981) : "Herbage intake and milk production by grazing dairy cows. A. Effects of grazing severity under continuous stocking", *Grass Forage Sci.*, 36, 307-318.

Mayne C.S., Newberry R.D., Woodcock S.C., Wilkins R.J. (1987) : "Effect of grazing severity on grass utilization and milk production of rotationally grazed dairy cows", *Grass Forage Sci.*, 59-72.

Moulin C, Girard N, Dedieu B. (2001) : "L'apport de l'analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation", *Fourrages*, 167, 337-364.

Parsons, A..J. (1988) : "The effect of season and management on the growth of grass swards", Jones M.B., Lazenby A. (Eds), *The Grass Crop*, Chapman and Hall, New York, 129-178.

Parsons AJ, Carrère P, Swinning S. (2000) : "Dynamics of heterogeneity in a grazed sward", *Grassland ecophysiology and grazing ecology*, Ed G. Lemaire, J. Hodgson, A. de Moares, P.C. de F. Carvalho et C. Nabinger, 289-316.

Parsons A .J., Schwinning S., Carrère P. (2001) : "Plant growth functions and possible spatial and temporal scaling errors in models of herbivory", *Grass and Forage Sci.*, 56, 21-34.

Peyraud J.L., Gonzalez-Rodriguez, A. (2000) : "Relationships between grass production, supplementation and intake in grazing dairy cows", *Grassland farming*, Ed Soegaard K., 269-282.

Prache S., Peyraud J.L. (1997) : "Préhensibilité de l'herbe pâturée", *Productions Animales*, 10, 377-390.

Theau J.P., Magda D., Duru M., Coleno F. (2000) : "Towards sustainable livestock systems in constrained areas :a method to assess the effect of grassland management on production and the dynamics of undesirable species", Ed. Soegaard, K., Ohlsson, C., Sehested, J., Hutchings, N.J., Kristensen T., *Grassland farming, Balancing environmental and economic demands, Proc. of the 16th European Grassland Congr.*, 81-83.

Thébault M., Dequin A., Follet D., Grasset M., Roger P. (1998) : *Dossier : 5 menus pour vaches laitières au pâturage : le pâturage au quotidien, du plan d'alimentation à la conduite de l'herbe + Guide pratique de l'éleveur.*

SUMMARY

Grass height at grazing : an easy measurement facilitating the management and an indicator of strategies

The grazing calendar shows how the pasture plots are allocated during the season. It is a tool widely used by farmers and livestock technicians in order to follow the grazing campaign throughout the season or to assess it at the end, but does not yield a rational basis for this allocation. Grazing research has described the various flows that occur and their interactions (growth, senescence, uptake) and has made it possible to propose grass height as an indicator of the resulting herbage states. The first part of the paper summarizes the information supplied by grass height : measured before or after grazing, it gives an estimation of the sward's structure and morphological or chemical composition (and hence its protein content, digestibility, and voluntary intake), or a forecast of its regrowth dynamics. The second part shows how grass height or indicators derived from it can usefully complement the grazing calendar in order to prepare a grazing campaign or to estimate the result in the case of dairy cows. The limits of grass heights aimed at can thus be determined in a rational way, depending on the chosen grazing strategy.