

La diversité spécifique dans le fourrage : conséquences sur la valeur alimentaire

R. Baumont¹, J. Aufrère¹, V. Niderkorn¹,
D. Andueza¹, F. Surault², J.-R. Peccatte³,
L. Delaby⁴, P. Pelletier⁵

Les fourrages issus des prairies diversifiées représentent les deux tiers des fourrages utilisés dans l'alimentation des herbivores et présentent des intérêts agronomiques et écologiques. Optimiser leur gestion nécessite de bien connaître leur valeur alimentaire.

RÉSUMÉ

La valeur alimentaire d'une prairie diversifiée dépend en premier lieu de la composition du mélange d'espèces et de la valeur de ces espèces. Pour les associations, la part de légumineuses est souvent déterminante pour l'ingestibilité et la valeur azotée du fourrage. Pour les prairies permanentes, la valeur alimentaire dépend des types et proportions de graminées (à stratégie de capture ou de conservation) et de dicotylédones, en rapport avec le milieu et le mode de conduite. La valeur des graminées natives et des dicotylédones non légumineuses est peu connue, de même que les interactions entre plantes sur la digestion et l'ingestion des animaux. L'intérêt des prairies diversifiées réside dans une plus grande souplesse d'utilisation avec une valeur alimentaire qui peut être plus stable dans le temps.

MOTS CLÉS

Association végétale, composition fonctionnelle, dicotylédones, digestibilité, gestion des prairies, graminée, ingestibilité, légumineuse, prairie permanente, prairie temporaire, valeur alimentaire, végétation.

KEY-WORDS

Dicotyledon, digestibility, feeding value, functional composition, grass, legume, ley, pasture management, permanent pasture, plant association, vegetation, voluntary intake.

AUTEURS

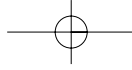
1 : INRA Unité de Recherches sur les Herbivores, F-63122 Saint-Genès Champanelle ;
baumont@clermont.inra.fr

2 : INRA, UR Pluridisciplinaire Prairies et Plantes Fourragères, F-86600 Lusignan

3 : INRA, Domaine expérimental du Pin au Haras, F-61310 Exmes

4 : INRA, UMR Production du Lait, F-35590 Saint-Gilles

5 : ARVALIS - Institut du Végétal, Ferme expérimentales des Bordes, F-36120 Jeu-les-Bois



Introduction

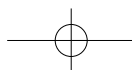
Les prairies diversifiées au sens large comprennent les surfaces toujours en herbe et les prairies temporaires multispécifiques. D'après les estimations de Agreste (2006), avec respectivement 9,9 et 1,9 Millions d'hectares, elles représentent 87% de la surface fourragère en France. La production récoltée sur ces surfaces en 2006 s'élevait respectivement à 42 et à 12 Millions de tonnes de matière sèche soit au total les deux tiers de la production fourragère. Ces chiffres montrent que la majeure partie des fourrages consommés par les troupeaux d'herbivores en France est constituée de mélanges d'espèces plus ou moins complexes : de quelques espèces pour les prairies semées jusqu'à 100 espèces environ pour les prairies permanentes les plus diversifiées.

On reconnaît aujourd'hui de nombreux intérêts agronomiques, écologiques et zootechniques aux prairies diversifiées : par exemple une possible meilleure persistance et résistance aux aléas (ALARD et BALENT, 2007), un rôle dans la conservation de la biodiversité végétale et animale associée (DUMONT *et al.*, 2007), des effets bénéfiques pour les qualités sensorielles et nutritionnelles des produits animaux ainsi que pour la santé animale (revue de FARRUGGIA *et al.*, 2008). Pour optimiser la gestion des surfaces de prairies diversifiées, il est important de bien caractériser leur intérêt pour la nutrition des herbivores. En particulier, au plan de la valeur alimentaire, les références disponibles aussi bien pour les prairies permanentes que pour les prairies multispécifiques sont nettement moins nombreuses que pour les fourrages cultivés en espèces pures (BAUMONT *et al.*, 2007).

Analyser le rôle de la diversité spécifique sur la valeur alimentaire des fourrages nécessite d'acquérir une meilleure connaissance i) de la valeur alimentaire des espèces présentes dans les fourrages diversifiés, en particulier les graminées natives, certaines légumineuses et dicotylédones (comment se situe-t-elle par rapport à celle d'espèces fourragères bien connues ?, comment évolue-t-elle avec la phénologie ?...), et ii) des interactions et des effets associatifs pouvant intervenir entre ces différentes plantes au niveau de leur digestion et de l'ingestion. Dans ce texte, nous ferons le point sur ces questions de recherche, d'actualité, puis nous rapporterons quelques résultats d'études plus globales menées récemment sur des mélanges semés et des prairies permanentes. Au préalable, il nous faut rappeler brièvement les principaux processus déterminant la valeur alimentaire des plantes fourragères qui s'appliquent également aux prairies diversifiées.

1. Principaux processus déterminant la valeur alimentaire des graminées et des légumineuses

La **digestibilité d'une plante fourragère**, et par conséquent sa valeur énergétique, dépendent essentiellement de sa teneur en parois végétales et de leur digestibilité (DEMARQUILLY et ANDRIEU, 1988).



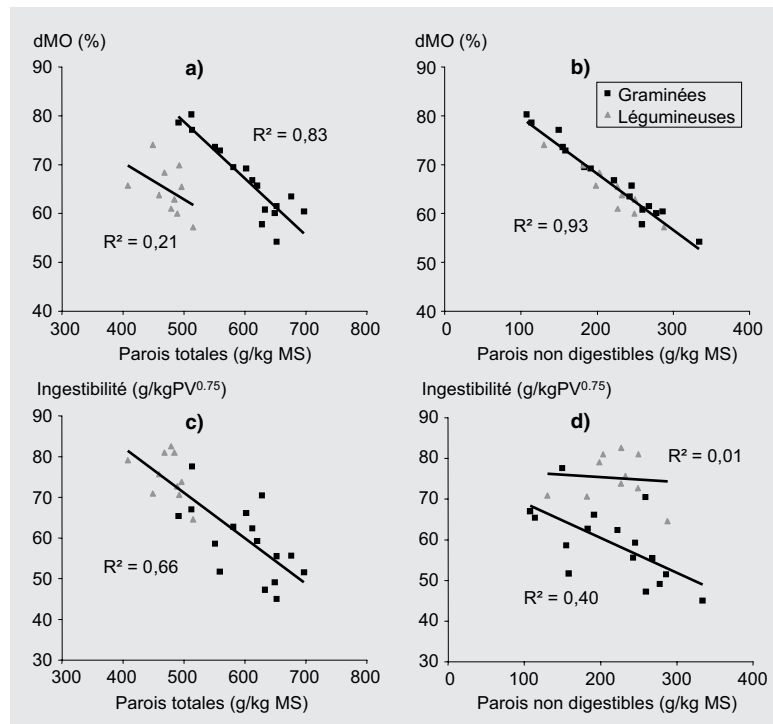
Schématiquement, on peut distinguer les constituants intracellulaires, dont la digestibilité vraie est totale (sucres, fructosanes) ou très élevée (lipides, matières azotées), et les parois cellulaires dont les deux constituants essentiels, la cellulose et les hémicelluloses, ont une digestibilité qui varie entre 90% et 40% selon qu'elles sont plus ou moins incrustées de lignine. A stades de développement comparables, les légumineuses sont moins riches en parois végétales que les graminées, mais la digestibilité de leurs parois végétales est plus faible. Par conséquent, leur digestibilité de la matière organique est proche (figure 1a). En définitive, la digestibilité de la matière organique est étroitement liée à la teneur en parois indigestibles du fourrage, graminées et légumineuses s'inscrivant alors dans une même relation (BAUMONT *et al.*, 2007 ; figure 1b).

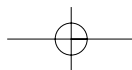
Teneur en parois et digestibilité des parois évoluent dans la plante selon des processus dépendant du temps. Au cours d'un cycle de pousse, la teneur en parois végétales augmente avec la croissance de la plante, et la digestibilité des parois diminue avec le vieillissement des tissus (revue de DURU *et al.*, 2008). On comprend donc aisément la diminution de digestibilité avec l'âge de la plante, ou le stade de végétation au cours des cycles reproducteurs. Lente tant que la plante est végétative, la diminution de digestibilité s'accélère pour les graminées à partir de la montaison. Elle est plus linéaire pour les légumineuses.

L'ingestibilité d'une plante dépend en large partie de son effet d'encombrement (BAUMONT *et al.*, 2000). Celui-ci est proportionnel au temps de séjour du fourrage dans le rumen, qui dépend du temps

FIGURE 1 : Relations entre la digestibilité de la matière organique (dMO) ou l'ingestibilité des fourrages verts et leurs teneurs en parois végétales totales (a, c) ou en parois végétales non digestibles (b, d) (données issues de BAUMONT *et al.*, 2007).

FIGURE 1 : Relationships between the organic matter digestibility (dMO) or the voluntary intake of green forages and their total cell-wall contents (a, c) or their indigestible cell-wall contents (b, d) (after BAUMONT *et al.*, 2007).





R. Baumont et al.

nécessaire à sa digestion par les micro-organismes et à sa réduction en petites particules pouvant être évacuées dans la suite du tube digestif. Ce temps de séjour est lié à la teneur en parois végétales du fourrage (BAUMONT *et al.*, 2002, 2005). Il s'ensuit que l'ingestibilité est significativement liée à ce critère, graminées et légumineuses s'inscrivant dans une même relation (figure 1c). Ainsi, à même digestibilité ou teneur en parois indigestibles, les légumineuses sont plus ingestibles que les graminées du fait de leur teneur plus faible en parois végétales (figure 1d).

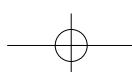
La **valeur azotée** des plantes fourragères dépend de la teneur en matières azotées totales qui affecte surtout la valeur PDIN, de la digestibilité qui affecte directement la valeur PDIE et de la dégradabilité dans le rumen des matières azotées qui affecte la valeur PDIA. Ainsi, la valeur azotée diminue avec l'âge de la plante au fur et à mesure que la teneur en matières azotées et que la digestibilité diminuent. Cette diminution est généralement plus lente pour les légumineuses que pour les graminées. Pour ces dernières, la fertilisation influence leur valeur azotée à travers ses effets sur la teneur en matières azotées. La dégradabilité des matières azotées augmente de façon curvilinéaire avec la teneur en matières azotées du fourrage (NOZIÈRES *et al.*, 2007).

2. Les processus spécifiques aux fourrages diversifiés

La diversité spécifique dans le fourrage va influencer sa valeur alimentaire, en raison des différences de valeur entre espèces à un même stade phénologique et des différences de stade de maturité entre espèces à même date de mesure. Il importe donc de bien **caractériser les valeurs des espèces constituant le mélange**. Ces valeurs et la composition du mélange vont déterminer pour une large part la valeur alimentaire d'une prairie diversifiée. De plus, **des effets associatifs** peuvent moduler des réponses que l'on suppose *a priori* additives, en particulier lorsque des composés secondaires agissant sur les processus digestifs sont présents dans certaines plantes du mélange.

■ La variabilité de la digestibilité entre espèces et le rôle de la phénologie

A même stade phénologique, la digestibilité varie de façon importante entre espèces de graminées sélectionnées. Ainsi, au stade début épiaison, la digestibilité *in vivo* varie de 10 points entre le ray-grass anglais et la fléole (Tables INRA, BAUMONT *et al.*, 2007). A même date, la différence de digestibilité entre espèces peut atteindre 18 points comme par exemple entre le nard raide et le ray-grass anglais (revue de BRUINENBERG *et al.*, 2002). **La diminution de la digestibilité des graminées avec l'avancée du stade phénologique va être d'autant plus rapide que l'espèce est précoce**. Ainsi, alors que la digestibilité du vulpin et du dactyle sont équivalentes lorsqu'on les compare à un stade végétatif, celle du vulpin, graminée très précoce, sera de 10 points inférieure à celle du dactyle lorsqu'on

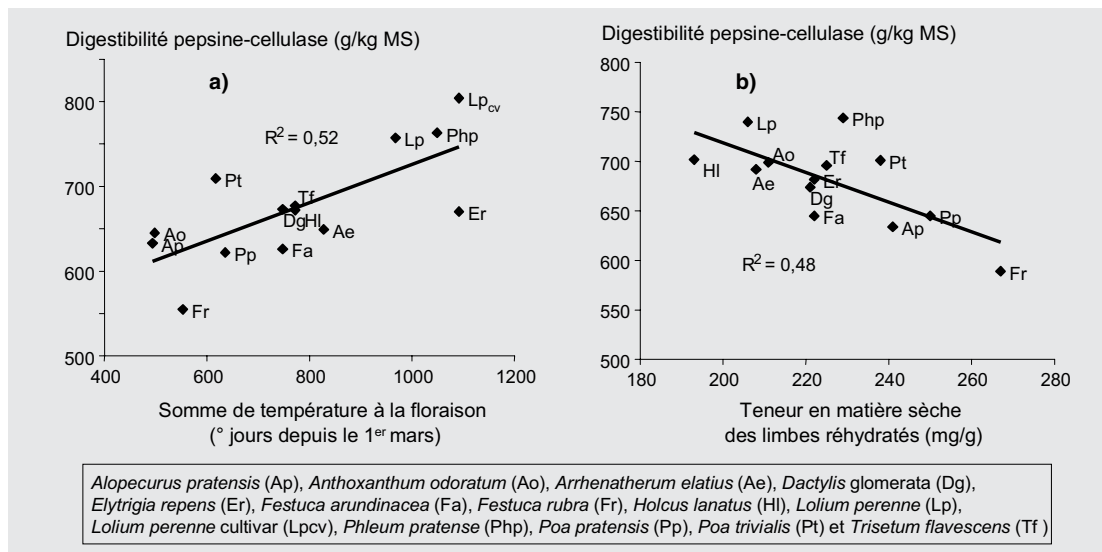


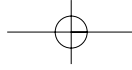
les compare 4 semaines après l'épiaison du dactyle (SCHUBIGER *et al.*, 2001). Récemment, la valeur nutritive de 13 espèces natives de graminées retrouvées communément dans les prairies permanentes a été étudiée selon 2 niveaux de fertilisation azotée et 2 rythmes de coupe (PONTES *et al.*, 2007a). La digestibilité, mesurée par la méthode pepsine-cellulase, variait en premier lieu avec l'espèce végétale, alors que la teneur en azote total dépendait d'abord de la conduite (fertilisation et rythme de coupe). Les plus fortes valeurs moyennes de digestibilité au cours de la saison ont été mesurées pour les espèces à phénologie tardive comme le ray-grass et la fléole (*Phleum pratense*) et les plus faibles pour les espèces de phénologie précoce comme la fétuque rouge (*Festuca rubra*) et le pâturin des prés (*Poa pratensis*) (figure 2a).

FIGURE 2 : Relations entre la digestibilité mesurée avec la méthode pepsine-cellulase et a) la somme de température à la floraison, b) le taux de matière sèche des limbes réhydratés, pour 13 espèces de graminées natives des prairies permanentes (d'après PONTES *et al.*, 2007a et b).

FIGURE 2 : Relationships between the digestibility measured by the pepsin - cellulase method and a) the cumulated temperatures at flowering, b) the dry-matter content of the leaves, for 13 spontaneous grass species of permanent pastures (after PONTES *et al.*, 2007a et b).

Les différences de valeur nutritive observées entre graminées peuvent s'interpréter à la lumière des **stratégies d'espèces** vis-à-vis des ressources en réponse aux conditions de milieu et d'exploitation. Deux grandes stratégies peuvent être distinguées (revue de DURU *et al.*, 2007) : l'une correspond à un investissement fort dans la **capture des ressources** minérales et caractérise les espèces adaptées aux milieux riches et à des fréquences de défoliation élevées (*Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Poa trivialis*), l'autre correspond à la **conservation des ressources** et caractérise les espèces adaptées à des milieux plus pauvres et à une fréquence de défoliation plus faible (*Agrostis capillaris*, *Festuca rubra*, *Brachypodium pinnatum*). Les espèces orientées vers la capture des ressources, caractérisées par une croissance rapide, une surface d'échange avec le milieu élevée et un recyclage rapide des organes, développent moins de parois végétales et plus d'éléments cytoplasmiques comme les protéines. A même biomasse, leur teneur en parois végétales sera plus faible (ANSQUER *et al.*, 2004) et la digestibilité de ces parois plus élevée (AL HAJ KHALED *et al.*, 2006) que celle des espèces à stratégie de conservation des ressources. Avant la floraison, leur valeur alimentaire sera généralement plus élevée que celle des espèces à





R. Baumont *et al.*

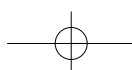
stratégie de conservation de la ressource, l'évolution du rapport feuilles/tiges pouvant réduire fortement ces différences par la suite. Les stratégies d'espèces vis-à-vis des ressources peuvent être décrites à l'aide de "traits" foliaires, comme la surface spécifique foliaire, la teneur en matière sèche des limbes réhydratés ou la durée de vie des feuilles et CRUZ *et al.* (2002) puis ANSQUER *et al.* (2004) ont proposé une typologie des graminées basée sur la teneur en matière sèche des limbes. Les travaux de LOUAULT *et al.* (2005) à l'échelle de la communauté et de PONTES *et al.* (2007b) pour les espèces confirment les liaisons (figure 2b) entre les traits foliaires (ici la teneur en matière sèche des limbes) et la digestibilité.

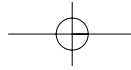
La digestibilité des dicotylédones est également très variable selon les espèces. Au cours de la saison, la digestibilité des légumineuses diminue moins vite que celle des graminées, en particulier pour le trèfle blanc qui développe très peu de tiges. La digestibilité de certaines espèces diverses (dicotylédones hors légumineuses), comme la renoucle rampante, peut être élevée et équivalente à celle du ray-grass (revue de BRUINENBERG *et al.*, 2002). De même, la digestibilité du pissenlit est similaire à celle des graminées au stade végétatif et ne diminue pas avec l'avancée du stade de végétation (SCHUBIGER *et al.*, 2001). *A contrario*, certaines dicotylédones de la famille des ombellifères, caractérisées par des grosses tiges fibreuses, et d'autres espèces spécifiques de montagne en zones humides comme la renouée bistorte présentent des diminutions rapides de digestibilité avec l'avancée du stade (DACCORD *et al.*, 2006). Au sein d'une même communauté végétale, une convergence de comportement est observée entre graminées et dicotylédones avec une forte corrélation entre la digestibilité des feuilles des deux familles de plantes (DURU *et al.*, 2007).

■ Les effets associatifs entre plantes et le rôle des composés secondaires

Des interactions entre les constituants des différents fourrages d'une ration peuvent modifier la digestion dans le rumen. En conséquence, la digestibilité et l'ingestibilité d'une combinaison de fourrages peuvent être plus élevées (effets associatifs positifs) ou moins élevées (effets associatifs négatifs) que les valeurs moyennes pondérées calculées à partir des fourrages pris séparément. D'une manière générale, ces effets associatifs peuvent être observés lorsque les teneurs en énergie ou en azote sont déficitaires dans l'une des plantes et adéquates dans l'autre (BROWN *et al.*, 1991), ou encore lorsque des composés secondaires bioactifs sur les processus digestifs sont présents dans les plantes.

En faisant varier les proportions fixées dans la ration, **des effets associatifs positifs entre graminées et légumineuses ont pu être observés sur l'ingestion** de matière sèche (figure 3) ou de parois végétales, tandis qu'ils sont moins marqués et plus variables sur la digestibilité de la matière sèche et de la fraction pariétale. Les effets positifs sur l'ingestion sont généralement associés à une diminution du temps de séjour des aliments dans le rumen (MOSELEY et JONES, 1979).

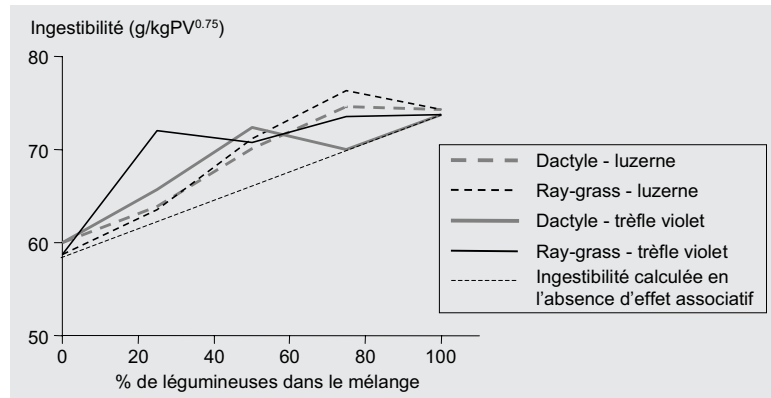




Valeur alimentaire des couverts multispécifiques

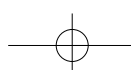
FIGURE 3 : Exemple d'effet associatif positif obtenu sur l'ingestibilité d'un mélange de graminées et de légumineuses (d'après REID *et al.*, 1987).

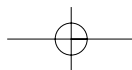
FIGURE 3 : Example of a positive effect of mixing species on the voluntary intake of a grass-legume mixture (after REID *et al.*, 1987).



L'augmentation d'ingestion avec des associations de fourrages par rapport aux mêmes fourrages distribués seuls a été retrouvée dans différentes situations lorsque la diversité permet aux animaux d'exprimer leurs **choix alimentaires** : à l'auge avec des foins de natures différentes (GINANE *et al.*, 2002), avec une association de fourrages humides et secs (BAUMONT et POMIES, 2004), au pâturage avec une association ray-grass - trèfle blanc (CHAMPION *et al.*, 2004) et avec une association ray-grass - fétuque (CORTES *et al.*, 2006). Ces derniers observent une augmentation du temps de pâturage et attribuent l'augmentation de l'ingestion à une stimulation de la motivation à ingérer. Lorsque les animaux peuvent déterminer eux-mêmes leur régime alimentaire, leurs choix ne sont pas absolus et ils choisissent généralement un régime mixte (DUNCAN *et al.*, 2003). Les déterminants nutritionnels et comportementaux de ces choix sont complexes et encore imparfaitement connus. Ils sont liés à l'apprentissage par les animaux des conséquences digestives des plantes ingérées, qui leur permet dans une certaine mesure de maximiser le bénéfice nutritionnel du régime sélectionné, et à des contraintes de discrimination et de sélection des items alimentaires.

Certaines plantes, principalement des légumineuses et des diverses, contiennent des **composés secondaires** qui, selon leur nature et leur concentration, peuvent apporter des bénéfices ou des désavantages nutritionnels et environnementaux (RAMIREZ-RESTREPO et BARRY, 2005). Relativement abondants dans des légumineuses fourragères comme le sainfoin et le lotier corniculé, les tanins présentent des propriétés anti-parasitaires intéressantes. De plus, **en se complexant aux protéines, les tanins diminuent la dégradation et la solubilité de ces dernières**, permettant ainsi un flux d'azote non ammoniacal plus important au niveau de l'intestin grêle et une meilleure efficacité de l'azote alimentaire (MIN *et al.*, 2000). Ainsi, dans des mélanges composés de luzerne (sans tannins) et de lotier ou de sainfoin (riches en tannins), la présence de la plante contenant des tannins a réduit *in vitro* la solubilité des protéines de la luzerne (JULIER *et al.*, 2002 ; AUFRÈRE *et al.*, 2005). Par ailleurs, SELJE *et al.* (2007) ont testé l'aptitude de 500 plantes prairiales ou non (fractions de plantes et huiles essentielles) à inhiber la protéolyse ruminale. Cinq plantes ont été particulièrement prometteuses dont quatre riches en tanins. La cinquième, une dicotylédone relativement





R. Baumont *et al.*

commune en prairies permanentes (scabieuse des champs) présentait une teneur en tanins inférieure au seuil de détection. Son mécanisme d'action est donc différent des autres plantes actives et reste largement à élucider. D'autres travaux ont montré que la **polyphénol oxydase**, abondante par exemple dans le trèfle violet, réduisait également, mais de façon indirecte, la protéolyse dans le rumen (MERRY *et al.*, 2006). Une teneur non négligeable en polyphénol oxydase a été identifiée dans le dactyle (LEE *et al.*, 2006). Cela pourrait expliquer la plus faible dégradabilité des matières azotées (MAT) dans le rumen mesurée sur un dactyle "natif" par rapport à d'autres graminées de la prairie (AUFRÈRE *et al.*, 2008). Les **saponines** contenues dans différentes plantes comme la luzerne ont pour effet de diminuer la proportion de protozoaires dans le rumen. Compte tenu de l'effet de ces micro-organismes sur la méthanogénèse, les saponines contribueraient ainsi à réduire les émissions de méthane (HESS *et al.*, 2003). Il semble cependant que l'effet des saponines ne soit que transitoire et que l'écosystème microbien du rumen puisse s'adapter en dégradant les saponines (MAKKAR et BECKER, 1997).

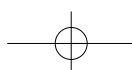
3. La valeur des prairies multispécifiques semées

La valeur alimentaire d'associations simples comme le ray-grass - trèfle blanc est bien connue (GIOVANNI, 1988) et sa digestibilité peut être prévue à partir de la pepsine-cellulase (AUFRÈRE *et al.*, 2007). Nous abordons ici des mélanges plus complexes en nous appuyant principalement sur les données acquises dans deux essais implantés à l'INRA de Lusignan (SURAUULT *et al.*, 2008) et du Pin-au-Haras (DELABY *et al.*, 2007), et dans un essai implanté par Arvalis-Institut du Végétal à Jeu-les-Bois.

■ La composition chimique et la solubilité enzymatique de mélanges de graminées et d'associations graminées - légumineuses

Cinq graminées pures (ray-grass anglais, dactyle, fétuque élevée, fétuque des prés, fétuque rouge) ont été comparées avec six mélanges contenant ces mêmes graminées et 11 associations graminées - légumineuses dans lesquelles la diversité spécifique variait entre 2 et 8 espèces (SURAUULT *et al.*, 2008). La légumineuse majeure de ces associations était le trèfle blanc ; le trèfle violet, la minette et le lotier corniculé y figuraient en proportions plus faibles. Les fourrages ont été exploités à deux rythmes : rapide avec une coupe tous les 25-30 jours pour simuler le pâturage, lent avec un coupe tous les 45 à 50 jours pour simuler la fauche. Les résultats rapportés ici ont été obtenus avec des niveaux de fertilisation élevés, 180 kg N/ha/an pour les graminées pures et les mélanges de graminées, 30 à 50 kg N/ha/an pour les associations graminées - légumineuses.

L'écart maximal de solubilité enzymatique (pepsine-cellulase), observé entre la fétuque rouge et le ray-grass, est de 10 points



Valeur alimentaire des couverts multispécifiques

	Rythme lent				Rythme rapide			
	Solubilité enzymatique	NDF	MAT	Glucides solubles	Solubilité enzymatique	NDF	MAT	Glucides solubles
Graminées pures								
Moyenne	70,2	48,3	11,6	16,2	71,5	44,6	13,7	15,5
Minimum	65,9	45,2	11,0	11,1	67,6	39,4	13,1	11,9
Maximum	75,5	51,3	12,3	20,9	77,3	47,1	14,3	19,3
Mélanges de graminées								
Moyenne	70,7	49,1	12,0	15,1	72,7	44,3	13,7	15,7
Minimum	69,6	47,9	11,7	11,8	71,0	43,0	13,1	13,8
Maximum	72,5	50,0	12,9	17,5	75,9	46,7	14,2	17,9
Associations graminées - légumineuses								
Moyenne	74,2	38,3	16,5	9,9	76,8	34,9	18,7	10,3
Minimum	72,6	33,1	15,5	9,1	75,5	31,7	18,0	9,7
Maximum	76,6	41,4	18,2	10,4	78,9	36,5	19,0	11,5

TABLEAU 1 : **Qualité moyenne** (2004, 2005 et 2006) **du fourrage de couverts de graminées pures, de mélanges de graminées ou d'associations graminées - légumineuses, conduits en rythme lent ou rapide à Lusignan.**

TABLE 1 : *Mean quality (2004, 2005 et 2006) of the forage from swards of pure grasses, grass mixtures, or grass-legume associations, managed according to a rapid or a slow cutting rate, at Lusignan.*

(tableau 1), soit un écart plus faible que celui observé avec les mêmes graminées natives dans l'essai de PONTES *et al.* (2007a). De façon logique, la plage de variation des paramètres de qualité des fourrages entre les différents mélanges de graminées est nettement plus faible que celle mesurée entre les espèces pures. **La qualité des fourrages est améliorée dans les associations graminées - légumineuses** : les valeurs de solubilité enzymatique et de teneurs en MAT sont supérieures et les teneurs en parois (NDF) inférieures. L'augmentation de digestibilité *in vivo* qui peut être prévue pour ces associations à partir des écarts de solubilité enzymatique est de 1 point environ. A partir de l'ensemble des données obtenues sur les mélanges de graminées et sur les associations, il se dégage une relation négative entre la production de biomasse annuelle et sa digestibilité, qui n'est affectée ni par le type de plantes constituant le mélange, ni par sa diversité, ni par le régime de coupe. Ainsi, plus un couvert est productif, plus la qualité de la biomasse récoltée diminue (HUYGHE *et al.*, 2008). Toutefois, avec des associations contenant du sainfoin, AUFRÈRE *et al.* (2006) ont observé au 1^{er} cycle de végétation une augmentation à la fois de la biomasse produite et de sa qualité (diminution de la teneur en parois et augmentation de la teneur en MAT).

En accord avec DEAK *et al.* (2007), on n'observe **pas de relation entre le nombre d'espèces qui composent les mélanges et la qualité de la biomasse récoltée. Mais**, si le nombre d'espèces n'a pas d'incidence sur la qualité du fourrage récolté, **les espèces qui composent les couverts** et leur part dans la biomasse récoltée **ont un impact sur la qualité du fourrage** produit. Ainsi, la part de trèfle blanc présent dans les associations graminées - légumineuses explique une bonne part des variations de la teneur en MAT moyenne dans la biomasse produite et dans une moindre mesure les variations de solubilité enzymatique (figure 4).

Dans un essai conduit par Arvalis à Jeu-les-Bois, 6 types de prairie cultivés pour la pâture en agriculture biologique ont été comparés : 2 associations simples de graminées et légumineuses et 4 mélanges plus complexes contenant jusqu'à 3 - 4 graminées et 2 -

R. Baumont et al.

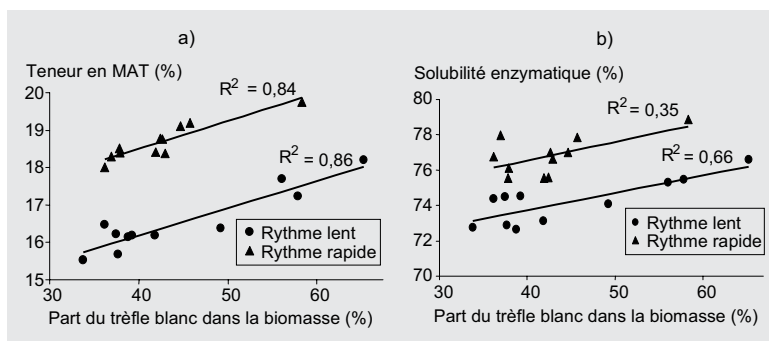


FIGURE 4 : Relations entre la part du trèfle blanc dans la biomasse récoltée et la teneur en MAT ou la solubilité enzymatique des associations de graminées et légumineuses exploitées avec un rythme lent ou rapide à Lusignan.

FIGURE 4 : Relationships between the proportion of white clover in the harvested bio-mass and the crude protein content or the enzymatic solubility of grass-legume associations managed according to a rapid or slow cutting rate at Lusignan.

4 légumineuses. Les espèces utilisées dans cet essai étaient comparables à celles de l'essai précédent, ray-grass anglais, dactyle, fétuque élevée pour les graminées, et trèfle blanc, trèfles violet, minette, lotier pour les légumineuses. Les productions obtenues avec ces mélanges ont été très élevées, entre 8 et 11 t MS/ha entre 2000 et 2002 et encore entre 4 et 6 t MS/ha en 2003. Comme dans l'essai de Lusignan, les écarts de digestibilité qui peuvent être prévus à partir de la solubilité enzymatique sont relativement faibles, de 3 points au maximum, et ne semblent pas être liés à la diversité des mélanges en tant que tels, mais plutôt à leur composition. On retrouve également **une liaison positive entre la proportion de légumineuses dans le mélange et la teneur en MAT** et une liaison négative avec la teneur en parois totales. En revanche, la proportion de légumineuses n'est pas liée avec la digestibilité dans cet essai.

■ La digestibilité *in vivo* et l'ingestibilité d'associations graminées - légumineuses

La valeur alimentaire de deux associations graminées - légumineuses conduites sans fertilisation azotée a été étudiée *in vivo* au cours de l'ensemble de la saison de végétation depuis 2005 (DELABY *et al.*, 2007). Le premier mélange dit "Suisse" est composé de vulpin des prés, fétuque rouge, pâturin des prés, ray-grass anglais, fétuque des prés et de trèfle blanc, et le second mélange dit "Pays-de-Loire" est composé de fétuque élevée, fléole, ray-grass anglais, trèfles violet, blanc et hybride, lotier corniculé. Au total, 102 mesures de digestibilité (dMO) et d'ingestibilité sur moutons (49 mesures pour la prairie Suisse et 53 pour la prairie Pays-de-Loire) ont été réalisées entre 2005 et 2007. La composition chimique et botanique du fourrage offert aux animaux a été systématiquement analysée.

La valeur alimentaire des 2 prairies a peu différencié (tableau 2) et, au sein d'un cycle de végétation, leurs variations ont suivi les lois classiquement décrites pour les prairies. Ainsi, lors des 3 premiers cycles, la dMO a diminué linéairement de 0,34 point par jour de repousse puis, aux 4^e et 5^e cycles, la digestibilité demeure plus stable avec l'âge de repousse. **La composition botanique des prairies évolue de façon notable au cours de la saison** entre cycles de végétation. Pour la prairie Suisse, la proportion de trèfle blanc est faible au 1^{er} cycle et augmente pour les cycles 2, 3 et 4. Le pourcentage de vulpin, élevé au premier cycle, a tendance à diminuer

Valeur alimentaire des couverts multispécifiques

un peu pour les autres cycles. Dans la prairie Pays-de-Loire, la proportion de graminées reste élevée aux 1^{er} et 2^e cycles, puis diminue aux cycles suivants au profit du trèfle violet. La proportion de trèfle violet reste assez stable au cours des cycles ainsi que celle de la fétuque et de la fléole. L'augmentation de la part des légumineuses dans ces mélanges au cours de la saison entraîne une augmentation de la teneur en MAT, et par conséquent de la valeur PDIN (et dans une moindre mesure de la valeur PDIE).

L'analyse de l'ensemble des données obtenues pour les deux associations permet de préciser les relations entre la production de biomasse, la composition botanique et la valeur alimentaire. On retrouve pour les deux mélanges des liaisons négatives entre d'une part la biomasse produite et d'autre part la digestibilité et l'ingestibilité mesurée chez le mouton. Pour le mélange Suisse, **l'ingestibilité est positivement liée à la part de trèfle blanc** et négativement à celle de pâturin et de vulpin. Pour le mélange Pays-de-Loire, l'ingestibilité est négativement liée à la part de fléole et positivement à celle de trèfle violet. En revanche, **la digestibilité est moins sensible aux variations de composition botanique**. Élevée au printemps, elle diminue à la fin de l'été et remonte en automne. Il faut souligner la qualité très élevée du fourrage produit par ces mélanges conduits sans fertilisation dans un milieu riche, en particulier en fin de saison de pâturage à l'automne.

En conclusion, ces essais montrent que **ce n'est pas tant la diversité que la nature des espèces qui les composent qui détermine la valeur alimentaire des prairies multispécifiques**. Ceci est en accord avec SODER *et al.* (2006) qui ont observé que l'ingestion et la production de lait étaient similaires quel que soit le niveau de complexité d'associations végétales pâturées par des vaches laitières (mélanges de 3, 6 ou 9 espèces végétales). En particulier, **la part de légumineuses dans l'association** joue un rôle important en influençant les teneurs en MAT et en parois végétales des mélanges ainsi que leur ingestibilité. Enfin, l'intérêt des mélanges riches en légumineuses est aussi de maintenir une valeur alimentaire élevée de la prairie en automne.

TABLEAU 2 : Biomasse produite, pourcentage de légumineuses, composition chimique et valeur alimentaire de l'herbe selon la nature de la prairie, la saison et le numéro du cycle au Pin-au-Haras.

TABLE 2 : *Produced biomass, percentage of legumes, chemical composition and feeding value of the herbage, according to the nature of the pasture, the season and the rank of the growth cycle, at Le Pin-au-Haras.*

Saison - cycle - âge (jours)	Biomasse (t MS/ha)	Légumineuses (%)	MAT (g/kg MS)	CB (%)	dMO (%)	Ingestibilité (g/kgP ^{0,75})	UFL (/kg MS)	UEL (/kg MS)	PDIN (g/kg MS)	PDIE (g/kg MS)
Prairie multi-espèces « Suisse »										
Printemps - 1 - 33 à 61 j	4,6	18,0	135	279	72,2	58,0	0,84	1,11	93	92
Debut été - 2 - 36 à 61 j	3,0	30,3	135	271	72,2	72,0	0,84	1,03	93	91
Fin été - 3 - 30 à 65 j	2,8	45,5	158	271	69,4	76,5	0,80	1,00	108	93
Automne - 4 - 41 à 69 j	2,1	37,4	173	260	71,9	75,0	0,84	1,01	117	96
Automne - 5 - 41 à 69 j	1,8	21,1	176	231	75,7	73,0	0,86	1,00	119	99
Prairie multi-espèces « Pays de Loire »										
Printemps - 1 - 33 à 61 j	4,2	39,2	141	280	73,7	66,4	0,87	1,06	97	94
Debut été - 2 - 36 à 61 j	3,9	37,7	137	277	72,2	74,7	0,85	1,01	94	92
Fin été - 3 - 30 à 65 j	3,9	60,1	148	284	69,0	76,8	0,80	0,99	101	92
Automne - 4 - 41 à 69 j	2,7	64,3	191	236	73,0	82,5	0,86	0,96	129	100
Automne - 5 - 41 à 69 j	2,0	45,5	210	207	79,1	82,2	0,93	0,96	142	105

4. La valeur des prairies permanentes

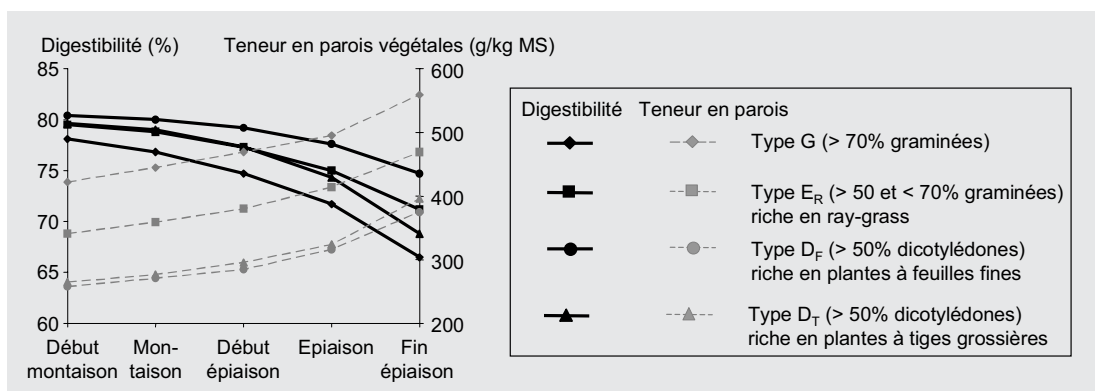
La composition botanique d'une prairie permanente **résulte à la fois des conditions pédoclimatiques et des pratiques de l'agriculteur** (intensité d'utilisation et fertilisation principalement) (JEANGROS *et al.*, 1994 ; LECONTE *et al.*, 2004). Pour comprendre la valeur alimentaire des prairies permanentes, il importe donc de comprendre comment la composition botanique varie avec ces facteurs.

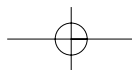
Des travaux importants ont été réalisés dans le massif alpin, en particulier dans les Alpes du Nord et en Suisse : la **typologie des Alpes du Nord** (JEANNIN *et al.*, 1991) distingue les prairies selon la physionomie de graminées et le type de dicotylédones. Pour les différents types décrits de prairies de fauche et de pâture, des valeurs alimentaires ont été caractérisées. Pour les **prairies suisses**, DACCORD *et al.* (2006) ont proposé une typologie simple, permettant de relier la valeur nutritive de la prairie à ses caractéristiques botaniques (figure 5). Celle-ci distingue quatre types principaux de prairies en fonction de la proportion de graminées, de légumineuses et de dicotylédones autres que légumineuses (les "diverses"). Pour les deux groupes dominés par les graminées (G et E), des sous-groupes distinguent les prairies dans lesquelles le ray-grass est la graminée dominante (G_R et E_R) pour prendre en compte l'effet positif de cette espèce sur la valeur nutritive. De même, pour le groupe dominé par les "diverses", des sous-groupes distinguent le type de "diverses", feuillues (type D_F) ou à tiges fibreuses (D_T). L'évolution de la composition chimique et de la valeur nutritive en fonction du stade de développement a ensuite été calculée à partir de la valeur individuelle de chaque plante pour des mélanges virtuels représentatifs des différents types de prairies ainsi définis (figure 5). Sur cette base, le groupe riche en dicotylédones feuillues montre la digestibilité la plus élevée dans le temps suivi par le groupe riche en graminées avec le ray-grass dominant. Cela pose toutefois la question de l'additivité des valeurs quand on sait que la composition chimique des espèces peut différer selon qu'elles sont cultivées en monoculture ou en mélange (CARRÈRE *et al.*, 2006).

Les résultats de RODRIGUES *et al.* (2007) qui ont analysé la variabilité de la valeur alimentaire sur 180 parcelles de **prairies du Massif central** sont cohérents avec la typologie Suisse et avec la **typologie fonctionnelle des graminées** selon leurs stratégies

FIGURE 5 : **Evolution de la digestibilité et des teneurs en parois végétales, en fonction du stade de développement, pour 4 des 7 types de prairies définis par leur composition botanique** (DACCORD *et al.*, 2006).

FIGURE 5 : **Change over time of the digestibility and of the cell-wall contents, according to the developmental stages, in 4 types of pastures defined by their botanical composition** (DACCORD *et al.*, 2006).





Valeur alimentaire des couverts multispécifiques

TABLEAU 3 : Rendement et valeur alimentaire à un stade d'exploitation en ensilage pour 6 groupes de prairies permanentes identifiés dans le Puy-de-Dôme (RODRIGUES *et al.*, 2007).

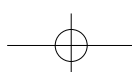
TABLE 3 : *Yields and feeding values at the stage of cutting for silage of 6 groups of permanent pastures identified in Puy-de-Dôme (RODRIGUES et al., 2007).*

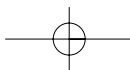
Groupe de prairies*	G1	G2	G3	G4	G5	G6
	F+ P+	F= P+	F+ P-	F= P+	F= P-	F- P-
Rendement (t MS/ha)	5,01 a	3,41 b	5,14 a	5,40 a	3,85 ab	2,74 b
dMO (%)	77 a	71 b	72 b	69 bc	70 b	62 c
Ingestibilité (g MS/P ^{0.75})	72,2 a	68,2 ab	71,7 a	71,1 ab	67,2 b	60,6 c
MAT (g/kg MS)	124 a	122 a	115 ab	138 a	100 b	129 a
NDF (g/kg MS)	512 c	551 bc	562 b	554 bc	568 b	628 a

* F+ : fertilisation > 80 kg N/ha ; F= : 40-80 kg N/ha ; F- : < 40 kg N/ha ;
P+ : pluviométrie > 1 000 mm/an ; P- : < 1 000 mm/an

d'acquisition des ressources. Dans cette étude, les 180 parcelles ont pu être classées en six groupes qui se distinguent par un gradient de digestibilité qui s'explique en partie par les niveaux de fertilisation et par la composition botanique (tableau 3). Les prairies des groupes les plus fertilisés (G1 et G3) sont caractérisées par la présence de graminées de valeur alimentaire élevée (ray-grass, dactyle) associées, dans le cas de G1 qui présente la digestibilité la plus élevée au stade ensilage, à des dicotylédones feuillues comme le pissenlit. Les prairies des groupes moins fertilisés (G2, G4 et G5) sont caractérisées par la présence de graminées de valeur plus faible (fétuque rouge, agrostis) associées dans le cas de G4 à des dicotylédones à tige fibreuse comme la renouée bistorte. Par ailleurs, la diminution de digestibilité observée entre le stade ensilage et le stade foin est plus élevée sur le groupe de prairies les plus fertilisées que sur le groupe de prairies les moins fertilisées. Ceci confirme les résultats de DURU (1997) dans lesquels les prairies de milieux pauvres présentent une digestibilité plus faible au stade précoce, mais qui diminue plus lentement que celle des milieux riches, en raison de la présence d'espèces à développement plus tardif.

Identifier le rôle de la diversité des prairies permanentes sur leur valeur alimentaire est difficile dans la mesure où les niveaux de diversité élevés correspondent généralement à des prairies de milieux plus pauvres conduites de façon plus extensive que les prairies peu diversifiées. Elles n'auront donc pas la même composition botanique. Ces prairies apporteront généralement des fourrages de valeur nutritive plus faible que des prairies conduites de façon plus intensive comme le montrent la plupart des études conduites sur animaux en production (TALLOWIN et JEFFERSON, 1999 ; BRUINENBERG *et al.*, 2003 ; FIEMS *et al.*, 2004). En revanche, **les prairies diversifiées peuvent présenter une plus grande stabilité de la valeur alimentaire au cours de la saison**, dans la mesure où elles sont caractérisées par la présence importante d'espèces à phénologie tardive et/ou par la présence de dicotylédones feuillues dont la valeur nutritive reste relativement stable au cours du temps. Cela leur confère un intérêt en termes de souplesse d'exploitation.





R. Baumont et al.

Conclusion

Il ressort de cette synthèse que la valeur alimentaire d'une prairie diversifiée va dépendre en premier lieu de la composition du mélange d'espèces et de la valeur de ces espèces. Ainsi, pour les mélanges composés de plantes fourragères dont la valeur est connue, les grandes lois de variation de la valeur alimentaire vont s'appliquer. Graminées et légumineuses peuvent s'inscrire dans une loi commune qui relie la digestibilité à la teneur en parois végétales non digestibles des plantes, et l'ingestibilité à la teneur en parois totales. La valeur azotée dépend quant à elle avant tout de la teneur en matières azotées totales.

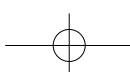
Pour les associations semées qui utilisent généralement des graminées de bonne valeur alimentaire, la part de légumineuses, en faisant varier les teneurs en parois végétales et en matières azotées, va être souvent déterminante pour l'ingestibilité et la valeur azotée du fourrage. La digestibilité dépendra dans une moindre mesure de la composition du mélange.

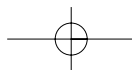
Pour les prairies permanentes, les conditions de milieu et le mode de conduite de la prairie en déterminent la composition botanique et, par conséquent dans une large mesure, la valeur alimentaire. Celle-ci va dépendre d'une part du type de graminées - les espèces n'ont pas la même valeur selon qu'elles présentent une stratégie de capture ou de conservation des ressources - et d'autre part de la proportion et du type de dicotylédones. La classification de graminées en types fonctionnels constitue une piste intéressante pour construire des typologies de prairies permanentes suffisamment génériques pour pouvoir s'appliquer à une large zone géographique, et qui permettent de décrire la variabilité de la valeur alimentaire.

La valeur des graminées natives reste moins bien connue que celle des graminées sélectionnées. Il en est de même de la valeur des dicotylédones non légumineuses, en particulier pour leur contribution en apports de micronutriments d'intérêt pour la santé animale et la qualité des produits, et pour le rôle de certains composés secondaires pouvant améliorer l'utilisation de l'azote et réduire les rejets de méthane. Il est nécessaire de mieux comprendre les effets associatifs entre plantes sur la digestion et l'ingestion des animaux. Dans les prairies diversifiées, l'ingestion peut être stimulée dans la mesure où les animaux peuvent, par leurs choix alimentaires, constituer eux-mêmes leur ration.

A l'échelle de la saison de pâturage et du système fourrager, l'intérêt des prairies diversifiées réside dans une plus grande souplesse d'utilisation du fait d'une valeur alimentaire qui peut être plus stable dans le temps. Enfin, rappelons qu'au-delà de son intérêt pour l'alimentation des animaux, l'utilisation de prairies diversifiées s'inscrit dans une démarche d'amélioration de l'impact environnemental de l'élevage et de renforcement de son lien au territoire.

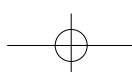
Intervention présentée aux Journées de l'A.F.P.F.,
"Prairies multispécifiques. Valeur agronomique et environnementale",
les 26-27 mars 2008.

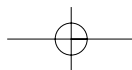




RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

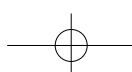
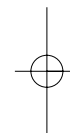
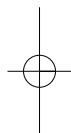
- Agreste (2006) : "Cultures fourragères. Evolution 2005-2006", <http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/saa2007T3a-2.pdf>
- ALARD D., BALENT G. (2007) : "Sécheresse: quels impacts sur la biodiversité en systèmes prairiaux et pastoraux ?", *Fourrages*, 190, 197-206.
- AL HAJ KHALED R., DURU M., DECRUYENAERE V., JOUANY C., CRUZ P. (2006) : "Using leaf traits to rank native grasses according to their nutritive value", *Rangeland Ecol. Manag.*, 59, 548-654.
- ANSQUER P., THEAU J.P., CRUZ P., VIEGAS J., AL HAJ KALHED R., DURU M. (2004) : "Caractérisation de la diversité fonctionnelle des prairies naturelles. Une étape vers la construction d'outils pour gérer les milieux à flore complexe", *Fourrages*, 178, 353-368.
- AUFRÈRE J., DUDILIEU M., PONCET C., BAUMONT R. (2005) : "Effect of condensed tannins in Sainfoin on in vitro protein solubility of lucerne", *Proc. 20th Int. Grassl. Congr.*, eds. F.P. O'Mara *et al.*, Dublin, Irlande, Wageningen Academic Publishers, p. 248.
- AUFRÈRE J., PONCET C., GAYRAUD P., DUDILIEU M., LAGET M., BERTHON D., BAUMONT R. (2006) : "Nutritional interest of growing mixtures of grasses and legumes with and without tannins", *Grassl. Sci. in Europe*, 11, 360-362.
- AUFRÈRE J., BAUMONT R., DELABY L., PECATTE J.-R., ANDRIEU J., ANDRIEU J.-P., DULPHY J.-P. (2007) : "Prévision de la digestibilité des fourrages par la méthode pepsine-cellulase. Le point sur les équations proposées", *INRA Prod. Animales*, 20, 129-136.
- AUFRÈRE J., CARRÈRE P., DUDILIEU M., BAUMONT R. (2008) : "Estimation of nutritive value of grasses from semi-natural grasslands, by biological, chemical and enzymatic methods", *Grassl. Sci. in Europe*, 13, in press.
- BAUMONT R., POMIES D. (2004) : "Feed preferences and voluntary intake of dairy heifers fed grass silage and hays offered singly or as a matter of choice", *Grassl. Sci. in Europe*, 9, 1089-1091.
- BAUMONT R., PRACHE S., MEURET M., MORAND-FEHR P. (2000) : "How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants : a review", *Livestock Prod. Sci.*, 64, 15-28.
- BAUMONT R., LE MORVAN A., DULPHY J.P., SAUVANT D. (2002) : "Development of a simple mechanistic rumen model in order to improve prediction of forage fill effect and voluntary intake", *Grassl. Sci. in Europe*, 7, 238-239.
- BAUMONT R., DULPHY J.P., DOREAU M., PEYRAUD J.L., NOZIÈRES M.O., ANDUEZA D. MESCHY F. (2005) : "La valeur des fourrages pour les ruminants : comment synthétiser et diffuser les nouvelles connaissances, comment répondre aux nouvelles questions ?", *Rencontres Rech. Ruminants*, 12, 85-92.
- BAUMONT R., DULPHY J.P., SAUVANT D., MESCHY F., AUFRÈRE J., PEYRAUD J.L. (2007) : "Chapitre 8. Valeur alimentaire des fourrages et des matières premières : tables et prévision", *Alimentation des bovins, ovins et caprins, Tables INRA 2007*, Editions Quae, 149-179.
- BROWN W.F., LAI Z.Q., PITMAN W.D. (1991) : "In vitro fiber digestion - Associative effects in tropical grass-legume mixtures", *Tropical Grassl.*, 25, 297-304.
- BRUINENBERG M.H., VALK H., KOREVAAR H., STRUIK P.C. (2002) : "Factors affecting digestibility of temperate forages from seminatural grasslands: a review", *Grass and Forage Sci.*, 57, 292-301.
- BRUINENBERG M.H., VALK H., STRUIK P.C. (2003) : "Voluntary intake and in vivo digestibility of forages from semi-natural grasslands in dairy cows", *Netherlands J. of Agric. Sci.*, 51, 219-235.
- CARRÈRE P., PONTES L., FABRE P., ANDUEZA D. LOUAULT F., SOUSSANA J.F. (2006) : "The interspecific plant competition affects the production and the nutritive value of grassland species", *Grassl. Sci. in Europe*, 11, 544-546.

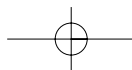




R. Baumont et al.

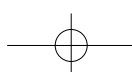
- CHAMPION R.A., ORR R.J., PENNING P.D., RUTTER S.M. (2004) : "The effect of the spatial scale of heterogeneity of two herbage species on the grazing behaviour of lactating sheep", *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 88, 61-76.
- CORTES C., DAMASCENO J.C., JAMOT J., PRACHE S. (2006) : "Ewes increase their intake when offered a choice of herbage species at pasture", *Animal Sci.*, 82, 183-191.
- CRUZ P., DURU M., THEROND O., THEAU J.P., DUCOURTIEUX C., JOUANY C., AL HAJ KHALED R., ANSQUER P. (2002) : "Une nouvelle approche pour caractériser les prairies naturelles et leur valeur d'usage", *Fourrages*, 172, 335-354.
- DACCORD R., WYSS U., KESSLER J., ARRIGO Y., ROUEL M., LEHMANN J., JEANGROS B. (2006) : *Apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive des aliments pur les ruminants. Chapitre 13. Valeur nutritive des fourrages*, 18 p, *On line publishing*, Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, Posieux.
- DEAK A., HALL M.H., SANDERSON M.A., ARCHIBALD D.D. (2007): "Production and nutritive value of grazed simple and complex forage mixtures", *Agronomy J.*, 99, 814-821.
- DELABY L., PECCATTE J.R., AUFRÈRE J., BAUMONT R. (2007) : "Description et prévision de la valeur alimentaire de prairies multi-espèces - Premiers résultats", *Renc. Rech. Ruminants*, 14, 249.
- DEMARQUILLY C., ANDRIEU J. (1998) : "Les fourrages", *Alimentation des bovins, ovins et caprins*, R. Jarrige éd., INRA Editions. 315-336.
- DUMONT B., FARRUGGIA A., GAREL J.P. (2007) : "Pâturage et biodiversité des prairies permanentes", *Renc. Rech. Ruminants*, 14, 17-24.
- DUNCAN A.J., GINANE C., GORDON I.J., ØRSKOV E.R. (2003) : "Why do herbivores select mixed diets?", *Vth Int. Symp. on the Nutrition of Herbivores*, L.t Mannetje ed., Merida, Mexico, 195-209.
- DURU M. (1997) : "Leaf and stem in vitro digestibility for grasses and dicotyledons of meadow plant communities in spring", *J. Sci. Food and Agriculture*, 74 175-185.
- DURU M., CRUZ P., THEAU J.P., ANSQUER P., JOUANY C., AL HAJ KALHED R., THEROND O. (2007) : "Typologies de prairies riches en espèces en vue d'évaluer leur valeur d'usage : bases agro-écologiques et exemples d'application", *Fourrages*, 192, 453-475.
- DURU M., CRUZ P., THEAU J.P. (2008) : "Un modèle générique de digestibilité des graminées des prairies semées et permanentes pour raisonner les pratiques agricoles", *Fourrages*, 193, 79-102.
- FARRUGGIA A., MARTIN B., BAUMONT R., PRACHE S., DOREAU M., HOSTE H., DURAND, D. (2008) : "Intérêts de la diversité floristique des prairies permanentes pour les ruminants et les produits animaux", *INRA Prod. Anim.*, soumis.
- FIEMS L.O., DE BOEVER J.L., DE VliegHER A., VANACKER J.M., DE BRABENDER D.L., CARLIER L. (2004) : "Agri-Environmental grass hay: Nutritive value and intake in comparison with hay from intensively managed grassland", *Archives of Animal Nutrition*, 58 (3), 233-244.
- GINANE C., BAUMONT R., LASSALAS J., PETIT M. (2002) : "Feeding behaviour and intake of heifers fed on hays of various quality, offered alone or in a choice situation", *Animal Res.*, 51, 177-188.
- GIOVANNI R. (1988) : "Valeur alimentaire des associations graminées/trèfle blanc", *INRA Prod. Anim.*, 1 (3), 193-200.
- HESS H.D., KREUZER M., DIAZ T.E., LASCANO C.E., CARULLA J.E., SOLIVA C.R., MACHMULLER A. (2003) : "Saponin rich tropical fruits affect fermentation and methanogenesis in faunated and defaunated rumen fluid", *Anim. Feed Sci. and Technology*, 109, 79-94.
- HUYGHE C., BAUMONT R., ISSELSTEIN J. (2008) : "Plant diversity in grasslands and feed quality", *Grassl. Sci. in Europe*, vol 13, in press.

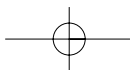




Valeur alimentaire des couverts multispécifiques

- JEANGROS B., BERTHIER V., SCEHOVIC J. (1994) : "Plantes herbacées dicotylédones: une contribution à la biodiversité des prairies permanentes", *Revue Suisse d'Agriculture*, 26 (3), 151-154 et 163-166.
- JEANNIN B., FLEURY P., DORIOZ J.M. (1991) : "Typologie des prairies d'altitude des Alpes du Nord: méthode et réalisation", *Fourrages*, 128, 379-396.
- JULIER B., LILA M., HUYGUE C., MORRIS P., ALLISON G., ROBBINS M. (2002) : "Effect of condensed tannin content on protein solubility in legume forage", *Grassl. Sci. in Europe*, 7, 134-135
- LECONTE D., SIMON J.C., STILMANT D. (2004) : "Diversité floristique des prairies permanentes normandes. Lien avec les caractéristiques des produits laitiers dérivés", *Fourrages*, 178, 265-283.
- LEE M., WINTERS A., DEWHURST R., MINCHIN F. (2006) : "Polyphenol oxidase activity, protein complexing and lipid profiles in bovine red clover-boluses", *Proc. of the British Society of Anim. Sci.*, York, UK, March 2006, 45.
- LOUAULT F., PILLAR V.D., AUFRÈRE J., GARNIER E., SOUSSANA J.F. (2005) : "Plant traits and functional types in response to reduced disturbance in a semi-natural grassland", *J. of Vegetation Sci.*, 16 151-160.
- MAKKAR H.P.S., BECKER K. (1997) : "Degradation of *Quillaja* saponins by mixed culture of rumen microbes", *Letters in Applied Microbiology*, 25, 243-245.
- MERRY R.J., LEE M.R.F., DAVIES D.R., DEWHURST R.J., MOORBY J.M., SCOLLAN N.D., THEODOROU M.K. (2006) : "Effects of high-sugar ryegrass silage and mixtures with red clover silage on ruminant digestion. 1. *In vitro* and *in vivo* studies of nitrogen utilization", *J. of Animal Sci.*, 84, 3049-3060.
- MIN B.R., MCNABB W.C., BARRY T.N., PETERS J.S. (2000) : "Solubilization and degradation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase (EC 4.1.1.39; Rubisco) protein from white clover (*Trifolium repens*) and *Lotus corniculatus* by rumen microorganisms and the effect of condensed tannins on these processes", *J. of Agricultural Sci.*, 134, 305-317.
- MOSELEY G., JONES J. (1979) : "Some factors associated with the difference in nutritive value of artificially dried red clover and perennial ryegrass for sheep", *British J. of Nutrition*, 42, 139-147.
- NOZIÈRES M.-O., DULPHY J.P., PEYRAUD J.L., PONCET C., BAUMONT R. (2007) : "La valeur azotée des fourrages. Nouvelles estimations de la dégradabilité des protéines dans le rumen et de la digestibilité réelle des protéines alimentaires dans l'intestin grêle : conséquences sur les valeurs PDI", *INRA Prod. Anim.*, 20, 109-118.
- PONTES L., CARRERE P., ANDUEZA D., LOUAULT F., SOUSSANA J.F. (2007a) : "Seasonal productivity and nutritive value of temperate grasses found in semi-natural pastures in Europe. Responses to cutting frequency and N supply", *Grass and Forage Sci.*, 62, 485-496.
- PONTES L., SOUSSANA J.F., LOUAULT F., ANDUEZA D., CARRERE P. (2007b) : "Leaf traits affect the above-ground productivity and quality of pasture grasses", *Functional Ecology*, 21, 844-853.
- RAMIREZ-RESTREPO C.A., BARRY T.N. (2005) : "Alternative temperate forages containing secondary compounds for improving sustainable productivity in grazing ruminants", *Animal Feed Sci. and Technology*, 120, 179-201.
- REID R.L., TEMPLETON W.C.J., RANNEY T.S., THAYNE W.V. (1987) : "Digestibility, intake and mineral utilization of combinations of grasses and legumes by lambs", *J. of Animal Sci.*, 64, 1725-1734.
- RODRIGUES A., ANDUEZA D., PICARD F., CECATO U., FARRUGGIA A., BAUMONT R. (2007) : "Valeur alimentaire et composition floristique des prairies permanentes : premiers résultats d'une étude conduite dans le Massif Central", *Renc. Rech. Rumin.*, 14, 241-244.
- SCHUBIGER F.X., LEHMANN J., DACCORD R., ARRIGO Y., JEANGROS B., SCEHOVIC J. (2001) : "Valeur nutritive des plantes des prairies. 5. Digestibilité de la matière organique", *Revue Suisse d'Agriculture*, 33 (6) 275-279.





R. Baumont et al.

- SELJE N., HOFFMANN E.M., MUETZEL S., NINGRAT R., WALLACE R.J., BECKER K. (2007) : "Results of a screening programme to identify plants or plant extracts that inhibit ruminal protein degradation", *Br. J. Nutr.*, 98, 45-53.
- SODER K.J., SANDERSON M.A., STACK J.L., MULLER L.D. (2006) : "Intake performance of lactating cows grazing diverse forage mixtures", *J. Dairy Sci.*, 89, 2158-2167.
- SURAUULT F., VERON R., HUYGHE C. (2008) : "Production fourragère de mélanges prairiaux à diversité spécifique initiale variée", *Fourrages*, 194 (cet ouvrage).
- TALLOWIN J.R.B., JEFFERSON R.G. (1999) : "Hay production from lowland semi-natural grasslands: a review of implications for ruminant livestock systems", *Grass and Forage Sci.*, 54, 99-115.

SUMMARY

Specific diversity in forages : its consequences on the feeding value

About two thirds of the forages used by herbivorous livestock comes from diversified (i.e. multi-specific) pastures; these have both agronomical and ecological advantages. An optimal management of such pastures requires a good knowledge of their feeding value.

The feeding value of a diversified pasture depends in the first place on the composition of the mixture of species and on the species' feeding value. In grass-legume associations, the proportion of legumes is often determinant for the voluntary intake and the nitrogen value of the herbage. In permanent pastures, the environmental conditions and the type of management determine the botanical composition (especially the types and proportions of grasses with a capture or a conservation strategy, and those of legumes); they thus determine, in a large measure, the feeding value. The value of the voluntary grasses and of the dicotyledons other than the legumes is little known, nor are the interactions among plants on the digestion and intake by the animals. At the scales of the grazing season and of the forage system, the advantage of diversified pastures lies in their greater flexibility of management.

