

Comparaison d'outils de caractérisation de la flore pour diagnostiquer l'effet des modes de gestion sur les dynamiques de végétation des prairies permanentes

A. Farruggia¹, J.-P. Theau²,
F. Louault³, B. Dumont¹

Comment décrire, comprendre et prédire l'évolution de la végétation des prairies multispécifiques sous l'effet des pratiques ? La synthèse des résultats de dispositifs expérimentaux mis en place sur des prairies permanentes de moyenne montagne apporte des éléments de réponse utiles.

RÉSUMÉ

Les mêmes outils de caractérisation de l'évolution de la fertilité et de la végétation (indices de nutrition et de valeur pastorale, abondance des familles botaniques, richesse spécifique et outils issus de l'approche fonctionnelle) ont été utilisés sur 5 dispositifs. L'évolution de l'indice de valeur pastorale et de la richesse spécifique rendent compte des gradients de fertilité combinés ou non à des gradients de perturbation mais restent descriptifs. Les valeurs moyennes de certains traits d'espèces, l'abondance des stratégies ou des types fonctionnels des graminées sont des bons révélateurs des conditions de milieu et de gestion. De plus, ils réagissent très rapidement à un changement de gestion et fournissent des éléments de compréhension sur le fonctionnement de la communauté végétale et peuvent aussi aider à raisonner le système fourrager.

MOTS CLÉS

Chargement animal, composition fonctionnelle, diagnostic, évolution, fertilisation, mode d'exploitation, moyenne montagne, nutrition de la plante, prairie permanente, valeur pastorale, végétation.

KEY-WORDS

Diagnosis, evolution, fertilisation, functional composition, grazing value, medium highland, permanent pasture, plant nutrition, soil fertility, stocking rate, type of management, vegetation.

AUTEURS

1 : INRA, UR1213, Unité de Recherche sur les Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle ; farruggi@clermont.inra.fr

2 : INRA, UMR 1248 AGIR, BP 52627, F-31326 Castanet-Tolosan

3 : INRA, UR874, Unité de Recherche sur l'Ecosystème Prairial, F-63100 Clermont-Ferrand

Introduction

Les pratiques et les conditions de milieu déterminent la composition botanique de la prairie permanente. Cette composition conditionne la valeur agricole de la prairie en termes de production fourragère, de qualité du fourrage, de saisonnalité de la production, et influence les caractéristiques sensorielles et nutritionnelles des produits animaux (FARRUGGIA *et al.*, 2008). Elle confère aussi à la prairie une valeur environnementale, notamment au travers de son niveau de diversité floristique. **Disposer de clés pour comprendre et prévoir l'évolution de la flore sous l'effet des modes de gestion représente donc un enjeu important** pour ces surfaces. De nombreux auteurs ont mis au point des outils de caractérisation de la végétation des prairies permanentes ayant une valeur indicatrice des pratiques et du milieu. La caractérisation la plus simple, selon les trois grands groupes, graminées, légumineuses et "diverses" (dicotylédones non fixatrices d'azote) peut être facilement liée aux mesures du prélèvement des animaux (DUMONT *et al.*, 2007a). Une autre caractérisation repose sur la détermination de l'ensemble des espèces végétales (ELLENBERG, 1952) et sur l'hypothèse que la présence de certaines d'entre elles a une valeur indicatrice des facteurs du milieu (*e.g.*, l'humidité, le pH, etc.) et des pratiques (*e.g.*, les exigences vis-à-vis de l'état nutritif du sol, etc.). Dans une optique d'utilisation agronomique, plusieurs auteurs ont proposé des notes de valeur pastorale pour les principales espèces et le calcul d'un indice global de valeur pastorale pour la prairie reposant sur la moyenne de ces notes pondérée par le recouvrement des espèces dans la prairie (DELPECH, 1960 ; DAGET et POISSONET, 1971). Certains auteurs ont montré sa pertinence et son utilité en identifiant les relations qui existent entre le chargement animal et cet indice (LOISEAU, 1988). Enfin, **une caractérisation récente de la végétation qualifiée de fonctionnelle**, repose sur les traits (ou caractères) et les types fonctionnels des espèces. Ces nouveaux outils permettent de **mieux comprendre les mécanismes responsables de l'évolution de ces communautés** (LAVOREL et GARNIER, 2002 ; DURU *et al.*, 2007 ; JOUANY *et al.*, 2008, ce numéro). Par ailleurs, des liens entre les traits et les propriétés agronomiques comme par exemple la valeur nutritive ou la production commencent à être établis (ANSQUER *et al.*, 2004 ; AL HAJ KHALED *et al.*, 2006 ; PONTES *et al.*, 2007). Avec cette approche, l'évolution floristique n'est plus seulement considérée en termes d'espèces mais de groupes d'espèces types qui se distinguent par des stratégies différentes face à une perturbation. GRIME *et al.* (1988) ont ainsi proposé de classer un nombre très important de plantes en trois grands groupes selon les stratégies qu'elles mettent en œuvre au sein de la communauté : les compétitrices (C) ont un comportement d'investissement et d'expansion lorsque la disponibilité en facteurs favorisant la croissance est forte ; les tolérantes au stress (S) profitent des périodes favorables pour constituer des réserves et investissent peu dans la croissance ; enfin, les rudérales (R) sont capables de vivre dans des environnements dans lesquels la destruction partielle ou totale de la biomasse est fréquente. Selon cette théorie, chaque espèce est caractérisée par une stratégie de vie qui est une combinaison des trois stratégies élémentaires C, S et R. Récemment, CRUZ *et al.* (2002) ont également utilisé cette approche pour les graminées dans un objectif de

construction d'un outil pratique permettant de caractériser les prairies et d'aider à leur gestion. Ces auteurs ont identifié **quatre types fonctionnels A, B, C et D selon leurs stratégies par rapport aux ressources** (capture ou conservation) **et leur tolérance à la défoliation** (renouvellement rapide ou lent des feuilles) (ANSQUER *et al.*, 2004 ; JOUANY *et al.*, 2008).

L'objectif de cet article est d'analyser l'effet de la gestion des prairies permanentes sur la dynamique de leur flore et de montrer comment la diversité floristique créée par des modes de gestion contrastés au sein d'une exploitation d'élevage peut être utilisée au profit de la production. Nous nous appuyons sur des résultats obtenus dans des dispositifs expérimentaux à court, moyen ou long terme et dans des réseaux d'exploitations en zone de moyenne montagne. Dans une première partie, nous examinons l'évolution de la flore sous l'effet des gradients d'utilisation des parcelles et/ou de fertilité du milieu au travers des **outils de caractérisation de la végétation** suivants : la distribution des familles **botaniques**, **l'indice de valeur pastorale**, **la richesse spécifique** et **les nouveaux outils issus de l'approche fonctionnelle** de la végétation. La réponse de la végétation aux modes de gestion est ainsi appréciée par l'évolution de la valeur des traits fonctionnels moyens ou par l'abondance des stratégies ou types fonctionnels des espèces, en prenant en compte toutes les espèces dominant la communauté, ou bien en ne considérant que les graminées. Dans une deuxième partie, nous analysons la diversité de composition fonctionnelle des parcelles au sein d'une exploitation d'élevage, et nous montrons comment il est possible d'en tirer parti pour une meilleure valorisation des surfaces fauchées et pâturées.

TABLEAU 1 : Descriptif des différents dispositifs expérimentaux et réseaux de parcelles mentionnés.

TABLE 1 : Description of the various experimental lay-outs and networks of plots mentioned.

1. Effet de la fertilité du milieu et du taux d'utilisation des parcelles sur la végétation

Pour comprendre l'effet des modes de gestion des prairies permanentes sur l'évolution de leur composition botanique à l'échelle de la parcelle, nous nous sommes appuyés sur les résultats de **trois dispositifs expérimentaux et de deux réseaux de parcelles** (tableau 1).

Dispositifs expérimentaux	Forbioben (site français)	Dispositif Excédents	Dispositif ORE
Altitude	1 100 m	870 m	880 m
Type de prairie	Estives très diversifiées	Prairies fertiles peu diversifiées	Prairies fertiles peu diversifiées
Mode d'exploitation	Pâturage bovin continu	Fauche et pâturage en rotation	Fauche exclusive
Fertilisation antérieure	Nulle	Régulière d'entretien	Entretien
Traitements	1,2, 0,85 et 0,5 UGB/ha	PFPPP, PPPP, P ⁽¹⁾	Fertilisation NPK, PK, 0
Durée	5 ans	12 ans	2 ans
Réseaux de parcelles	Ariège	Nord-Cantal	
Altitude	600 à 1 100 m	800 à 1 300 m	
Type de système	Bovin allaitant	Bovin allaitant	
Nombre de parcelles	82	37	
Mode d'exploitation	Prés de fauche et pacages	Prés de fauche et pacages	
Gradient analysé	0 à 2 fauches par an	Fauche +/- précoce ; 170 à 330 UGB.j/ha	
1 : F : une fauche ; P : une séquence de pâturage ; l'ensemble des séquences est réalisé annuellement			

Le premier dispositif expérimental, **“Forbioben”** (DUMONT *et al.*, 2007b), compare des prairies diversifiées pâturées en continu par des génisses dans un gradient de chargement allant d’une utilisation quasi totale de la production annuelle (1,2 UGB/ha) à un fort sous chargement (0,5 UGB/ha). Cette expérimentation fait partie d’un dispositif multisites européen (programme européen Foraging for Biodiversity Benefit). Le deuxième dispositif, **“Excédents”** (LOUAULT *et al.*, 2005), compare des parcelles fertiles soumises à un gradient de perturbation créé par un nombre différent de fauches et de séquences de pâturage par des ovins entre les parcelles. Le troisième dispositif **“ORE”** (Observatoire de Recherche en Environnement, LEMAIRE *et al.*, 2005), en place depuis seulement deux années, compare des prairies fertiles peu diversifiées exploitées en fauche avec 3 coupes par an et soumises à un gradient de fertilisation allant d’un apport de NPK à une fertilisation nulle. Le **réseau de 82 parcelles des Pyrénées ariégeoises** (ANSQUER *et al.*, 2004) représente la totalité du parcellaire utilisé par 4 élevages allaitants en race Gasconne. Il présente donc un fort gradient d’utilisation (de pacages extensifs aux prairies fauchées deux fois) et d’états de nutrition minérale (indices azote de 55 à 90). Celui du **Nord-Cantal** (FARRUGGIA *et al.*, 2006) correspond à 37 parcelles issues de quatre exploitations d’élevage allaitant Salers couvrant un gradient de chargement allant de 0,7 à 1,2 UGB/ha et situées dans une zone homogène du point de vue des conditions pédoclimatiques.

■ Les familles botaniques et l’indice de valeur pastorale

La **classification par famille botanique** (graminées, légumineuses, diverses) ne permet que partiellement de rendre compte des changements de composition botanique sous l’effet des facteurs de gestion. Dans les prairies d’altitude soumises à un gradient de chargement décroissant (dispositif Forbioben), les légumineuses diminuent significativement de 10,5 à 3,1% entre 1,2 et 0,5 UGB/ha au profit des diverses (de 28,1 à 36,2% dans le même gradient) mais la part relative totale des graminées reste inchangée (tableau 2). Dans les prairies du dispositif Excédents, la part des légumineuses régresse également fortement (de 11,4 à 0,5% de la surface) avec la suppression de la fauche et la diminution du nombre d’épisodes de pâturage, en lien avec le niveau d’ombrage créé par le mode d’exploitation.

Chargement	1,2 UGB/ha	0,85 UGB/ha	0,5 UGB/ha	Signification
IN	62	55	56	ns
IP	55	54	54	ns
% Graminées	50,5	50,2	48,0	ns
% Diverses	28,1 ^a	30,9 ^a	36,2 ^b	**
% Légumineuses	10,5 ^a	7,9 ^a	3,1 ^b	***
Nombre d’espèces	56,0	55,1	53,0	ns
% Type C-R	0,07	0,13	0,00	ns
% Types C-S-R et C	34,9 ^a	30,7 ^a	25,5 ^b	***
% Types S et S-C	12,4 ^a	17,6 ^b	20,1 ^b	***

* p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001 ; ns : non significatif

TABLEAU 2 : **Caractérisation botanique et fonctionnelle de prairies positionnées le long d’un gradient de chargement (essai Forbioben).**

TABLE 2 : Botanical and functional characterization of pastures along a stocking-rate gradient (Forbioben trial).

Dispositif	"Excédents" ⁽¹⁾				ORE (fauche exclusive) ⁽¹⁾				
	Mode de gestion	PFPPP	PPPP	P	Sign.	Fert. NPK	Fert. PK	Fert. nulle	Sign.
Indice d'utilisation ⁽²⁾	100	41	11		**	fort	fort	fort	
IN	55	66	76	ns	91 a	64 b	62 b	***	
IP	122	116	113	ns	84	90	87	**	
% Graminées	68,0	91,9	64,9	ns	64,4	51,2	49,8	***	
% Diverses	20,5	6,6	34,7	ns	32,6	28,4	32,9	ns	
% Légumineuses	11,4	1,1	0,5	*	3,0	20,4	17,3	***	
Nombre d'espèces	20	20	26	ns	17,0	16,3	19,5	ns	
Indice de Shannon	3,43	3,46	3,66	ns	2,9	2,67	3,0	ns	
Valeur pastorale	67,6	63,4	36,9	*	67	77	65	0,06	
TMS des limbes ⁽³⁾	210 ^a	230 ^b	230 ^b	**	203 ^b	210 ^b	245 ^a	**	
Hauteur à maturité ⁽³⁾	455 ^a	671 ^b	684 ^b	*	-	-	-	-	
Date début floraison ⁽³⁾	156 ^a	165 ^b	178 ^c	*	-	-	-	-	
Poids des graines ⁽³⁾	0,075 ^a	0,138 ^b	0,178 ^b	*	-	-	-	-	
% Type A	0,56	0,21	0,11	0,06	44,4	45,2	37,8	ns	
% Type B	0,23	0,60	0,67	0,06	52,3	49,8	37,8	ns	
% Type C	0,22	0,19	0,22	ns	3,0	4,9	24,3	*	
% Type D	0	0	0	-	0	0	0	-	

1 : P : 1 pâturage ; F : 1 fauche ; * : p < 0,05 ; ** : p < 0,01 ; *** : p < 0,001 ; ns : non significatif
2 : L'indice d'utilisation rend compte du niveau d'utilisation par fauche ou pâturage de la biomasse annuelle produite. Le traitement PFPPP, fortement utilisé, est considéré comme ayant un indice égal à 100.
3 : TMS (teneur en matière sèche des feuilles) en mg/g ; Hauteur à maturité en cm ; Date début floraison en numéro de jour julien ; Poids des graines en g pour 100 graines

TABLEAU 3 : **Caractérisation botanique et fonctionnelle de communautés prairiales positionnées dans le dispositif expérimental "Excédents" le long d'un gradient d'utilisation et dans le dispositif ORE sur un gradient de fertilisation.**

TABLE 3 : *Botanical and functional characterization of pasture plant communities along a utilization gradient in the experimental lay-out 'Excédents', and along a fertilisation gradient in the experimental lay-out 'ORE' (= Environmental Research Observatory).*

Les diverses n'évoluent cependant pas clairement sur ces mêmes expérimentations avec la diminution du gradient d'utilisation (tableau 3). Dans le réseau de prairies des Pyrénées ariégeoises (tableau 4), la réduction du nombre de fauches annuelles se traduit par une diminution de l'abondance des graminées au profit des diverses, alors que la part des légumineuses n'est pas affectée. Ces mêmes évolutions ne se retrouvent pas dans les parcelles fauchées ou pâturées du Nord-Cantal (tableau 4).

Au regard de ces évolutions non convergentes en réponse au niveau d'utilisation, il apparaît nécessaire de définir des classifications plus fonctionnelles des espèces, la classification entre graminées, dicotylédones et légumineuses n'apparaissant **pas à même de décrire** de manière générique **les effets des facteurs agissant sur la végétation prairiale.**

La diminution de l'**indice de valeur pastorale** rend compte en revanche des effets d'une diminution de l'intensité d'utilisation des parcelles dans le dispositif Excédents après 12 années d'application des traitements (tableau 3), ou d'une gestion différente sur les réseaux de parcelles (diminution en situation de pâturage comparée à la fauche ou avec la diminution de l'intensité du pâturage ou encore avec l'avancement de date de fauche, tableau 4). L'indice de valeur pastorale ne réagit cependant pas de manière linéaire à seulement deux années de fertilisation contrastées (tableau 3). Il semble donc être **un outil descriptif global pertinent pour juger de l'impact de la gestion à moyen et long terme sur la végétation, mais pas à court terme.**

Réseau de parcelles	4 exploitations en Ariège				4 exploitations dans le Nord-Cantal						
	F	PF	P	Sign. (2)	P	P	P	Sign. (2)	F	F	Sign. (2)
Mode d'exploitation ⁽¹⁾	2	1	0		333	266	167		Précoce	Tardive	
Intensité d'utilisation	fauches	fauche	fauche		UGB.j	UGB.j	UGB.j		26 juin	10 juil.	
Nombre de parcelles	36	32	14		6	5	5		10	11	
IN ou (unité N/ha)	73	70	67	ns	(35) ^b	(10) ^a	(4) ^a	*	(103)	(37)	***
IP	90 ^a	77 ^b	64 ^b	***	-	-	-	-	-	-	-
% Graminées	64 ^a	54 ^b	52 ^b	*	43 ^b	68 ^a	52 ^{ab}	*	68	72	ns
% Diverses	27 ^b	35 ^a	38 ^a	*	44	23	39	0,07	26	24	ns
% Légumineuses	10	11	9	ns	13	9	6	ns	7	4	ns
Nombre d'espèces	21 ^b	29 ^a	36 ^a	***	32 ^a	39 ^b	48 ^c	**	28	43	***
Valeur pastorale	61 ^a	54 ^{ab}	43 ^b	***	45	48	34	0,06	58	45	**
TMS (mg/g)	216 ^b	221 ^a	230 ^a	***	-	-	-	-	-	-	-
% Type A	54 ^a	42 ^a	18 ^b	***	17	17	8	ns	27	7	**
% Type B	42 ^a	31 ^{ab}	22 ^b	***	14	11	10	ns	33	27	ns
% Type C	3 ^b	25 ^a	55 ^a	***	53	61	55	ns	29	55	**
% Type D	0 ^b	1 ^{ab}	4 ^a	**	7 ^b	11 ^{ab}	27 ^a	*	1	4	ns

1 : F : Fauche, P : Pâture

2 : * p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001, ns non significatif

■ La richesse spécifique

Dans les situations gérées de la même manière sur le long terme (Réseaux de parcelles), la richesse spécifique diminue significativement lorsque la fertilisation combinée avec un nombre élevé d'interventions augmente (tableau 4).

Les résultats obtenus sur les dispositifs expérimentaux de plus courte durée sont moins clairs, confirmant le fait qu'**il est difficile d'évaluer l'effet de modes de gestion sur la richesse spécifique du couvert tant que les dynamiques d'évolution de la flore ne sont pas stabilisées** (LOISEAU *et al.*, 1998). La vitesse d'évolution du nombre d'espèces peut-être variable selon le niveau initial de fertilité et de diversité du couvert. L'application pendant 12 ans d'un gradient d'utilisation contrasté n'a pas fait varier le nombre d'espèces dénombré dans les prairies initialement fertiles du dispositif Excédents (tableau 3). On observe cependant une tendance à l'augmentation du nombre d'espèces sur le traitement le moins exploité qui s'explique par un changement du cortège floristique avec l'apparition d'espèces associées à l'enrichissement, généralement en marge des communautés prairiales. Dans les prairies diversifiées du site français du programme Forbioben, le nombre d'espèces n'a pas évolué après cinq années d'application des traitements (tableau 2). Le même suivi réalisé dans les prairies plus fertiles et moins diversifiées du site anglais de ce programme européen a cependant révélé, après seulement 3 années de suivi, une diminution significative du nombre d'espèces avec le chargement le plus faible (SCIMONE *et al.*, 2007). Le calcul de l'indice de dominance de SIMPSON a également permis de mettre en évidence une évolution plus rapide de l'abondance relative des espèces dans les prairies fertiles et peu diversifiées, ce qui conforterait l'hypothèse d'une plus grande stabilité des communautés végétales diversifiées de moyenne montagne (BORNARD *et al.*, 1996 ; LAVOREL *et al.*, 2004).

TABLEAU 4 : **Caractéristiques botaniques et fonctionnelles des parcelles d'exploitations agricoles le long de gradients d'intensité d'exploitation** (du plus fort au plus faible) dans 2 réseaux d'exploitations des Pyrénées ariégeoises et du Nord-Cantal.

TABLE 4 : **Botanical and functional characteristics of farm plots along gradients of management intensity (from the most intensive to the least intensive) in 2 networks farms in the Pyrenees (Ariège) and the North Cantal.**

■ Traits d'espèces, stratégies et types fonctionnels de plantes

- Réponse fonctionnelle des communautés prairiales

Aussi bien dans les dispositifs expérimentaux que dans les réseaux de parcelles, **plusieurs traits moyens** (traits des espèces pondérés par l'abondance des espèces dominantes) **répondent de manière cohérente aux gradients de perturbation appliqués aux parcelles**. Ainsi, les couverts fertiles sous-exploités de l'expérimentation Excédents présentent une teneur en matière sèche des limbes, une hauteur des plantes à maturité, une masse des graines plus élevées, et une phénologie des espèces retardée par rapport aux prairies bien exploitées (tableau 3). De même, sur l'ORE, la teneur en matière sèche des limbes est différente après seulement deux années de traitement entre les parcelles fauchées non fertilisées et les parcelles fertilisées (tableau 3). Enfin, sur une sélection de parcelles des Pyrénées ariégeoises situées à des niveaux comparables de fertilité, une diminution du nombre de fauches (ANSQUER *et al.*, 2004) se traduit par une plus grande teneur en matière sèche des limbes de graminées dans les parcelles. Dans ces trois situations contrastées, la désintensification de l'utilisation du couvert s'est donc traduite par une augmentation de la teneur en matière sèche des limbes de graminées, ce qui présage du caractère prédictif de ce trait.

La réponse des prairies se traduit également par **une modification dans les types fonctionnels de plantes qui composent la communauté** (LOUAULT *et al.*, 2005). Dans l'essai Excédents, non seulement les valeurs moyennes des traits sont modifiées, mais également la contribution des trois principaux types fonctionnels de plantes. Ces types ont été définis dans cet essai en considérant toutes les espèces dominantes, qu'elles soient monocotylédones ou dicotylédones, selon les valeurs de 4 traits remarquables : la teneur en matière sèche des limbes (TMS), la hauteur de la plante à maturité, la taille des limbes (surface) et la précocité de floraison. Un premier type (type 1) correspond à des plantes hautes, tardives et à forte teneur en matière sèche des limbes. Il apparaît comme compétiteur pour la lumière et domine dans les prairies sous-exploitées. Les deux autres types sont de plus petite taille et plus précoces, mais l'un présente des limbes petits et à forte teneur en matière sèche (type 2) et l'autre des limbes plus grands à faible teneur en matière sèche (type 3), caractéristique d'un type compétiteur pour les nutriments adapté à une défoliation fréquente. Ces types de petite stature occupent respectivement 35 et 33% des parcelles bien utilisées, tandis que le type 1 ne s'y maintient que très peu, à près de 10% du recouvrement. **Les prairies positionnées sur le gradient d'utilisation se composent donc des trois types fonctionnels de plante, mais en proportions variables**. Elles sont composites et plusieurs stratégies cohabitent, ce qui signifie que les propriétés de la prairie ne sont pas simplement assimilables à celles du seul type dominant.

- Les types de graminées comme indicateurs de diversité fonctionnelle

Au sein des communautés prairiales, **les graminées pour lesquelles deux classifications fonctionnelles peuvent être**

utilisées, représentent des indicateurs privilégiés. Dans le dispositif Forbioben, la part des espèces compétitives (type C de GRIME *et al.*, 1988) ou ayant une stratégie intermédiaire (type CSR) diminue au plus faible chargement au profit d'espèces plus tolérantes aux stress (types S et CS), et cela même si l'abondance totale des graminées reste stable (DUMONT *et al.*, 2007a ; tableau 2). Les types fonctionnels de graminées, définis par CRUZ *et al.* (2002) traduisent également l'effet des pratiques sur les réseaux de parcelles d'Ariège et du Nord-Cantal ainsi que dans la plupart des dispositifs expérimentaux (tableaux 2-4). Par exemple, sur le réseau de parcelles des Pyrénées ariégeoises (tableau 4), les types A et B dominent dans les parcelles plus fréquemment fauchées, alors que l'abondance des types C et D est plus élevée dans les parcelles pâturées. La classification garde sa valeur prédictive lorsque le taux d'utilisation du couvert et le niveau de fertilité varient indépendamment ou lorsque le changement de gestion est récent. Ainsi, les contributions des types de graminées se différencient dans les parcelles fauchées dans un gradient de fertilité de l'ORE alors que l'application des traitements n'a démarré que depuis 2 ans : les graminées de type C ont diminué de près de 20% dans les parcelles conduites avec restitutions minérales (tableau 3). Dans les parcelles soumises au gradient d'utilisation de l'essai Excédents, le type A tend à régresser au profit du type B sous l'effet de la sous-exploitation (tableau 3).

Les traits et les types fonctionnels apparaissent donc comme des outils très pertinents, indicateurs des états différenciés ou des réponses des prairies à la gestion. La réponse, aussi bien en termes de traits que de types fonctionnels, à un changement de niveau de fertilisation est par ailleurs extrêmement rapide. La teneur en matière sèche des limbes semble un trait pertinent de classification des espèces. Actuellement, la classification fonctionnelle pratique proposée par CRUZ *et al.* (2002) ne repose que sur les graminées parmi lesquelles seules les espèces principales ont été classées, ce qui pose la question de la part relative de ces espèces dans le couvert. A titre d'illustration, seules 34% des graminées présentes dans le traitement le plus extensif du dispositif Excédents entrent pour l'instant dans la classification de ANSQUER *et al.* (2004).

2. Les dynamiques de végétation et leur utilisation au sein des exploitations d'élevage

Pour illustrer cette partie, nous nous sommes appuyés sur **une "expérimentation système"** menée sur la ferme expérimentale INRA de Redon (BRELURUT *et al.*, 1998 ; LOUAULT *et al.*, 1998) ainsi que sur **deux réseaux d'exploitations** : le réseau d'exploitations

	Puy-de-Dôme (Redon)	Ariège	Aveyron	
	3 systèmes	4 exploitations	4 exploitations	4 exploitations
Altitude (m)	700 - 850	600 - 1 100	900 - 1 200	900 - 1 100
Type de production	Ovin allaitant	Bovin allaitant	Bovin allaitant	Bovin laitier
Chargement (UGB/ha)	0,6 - 1,2	1,3 + estives	0,7 - 1,1	07 - 1,1

TABLEAU 5 : Dispositifs à l'échelle du système de production ou de l'exploitation.

TABLE 5 : Lay-outs at the scale of the production level or at that of the farm.

allaitantes des Pyrénées ariégeoises précitées (ANSQUER *et al.*, 2004) et un nouveau réseau de huit exploitations laitières et allaitantes situées dans l'Aveyron (tableau 5).

■ Le taux d'utilisation des surfaces comme premier outil de diagnostic

Lorsqu'il peut être calculé, le taux d'utilisation des ressources herbagères à l'échelle d'un système d'élevage rend bien compte des variations de l'évolution de la végétation. A Redon, après quatre ans d'extensification d'un système ovin allaitant, la production fourragère totale des systèmes comportant des prairies de fauche fertiles, des pâtures peu fertiles et des parcours a été mesurée sur des emplacements mis en défens et coupés 5 fois par an dans chacune des parcelles. Parallèlement, la biomasse d'herbe sur les parcelles fauchées et pâturées a été quantifiée pour calculer le taux d'utilisation des ressources correspondant au ratio des quantités utilisées sur la biomasse produite. Malgré une différence importante de chargement entre le système le plus intensif (T) et le système modérément extensifié (E1), le taux d'utilisation des ressources fourragères à l'échelle du système a été de l'ordre de 60% pour les deux systèmes (tableau 6). Conjointement, les indices de valeur pastorale ont peu changé durant la période. Dans le système T, la production d'herbe par unité de surface et les prélèvements d'herbe en pâturage et en fauche ont augmenté en raison respectivement de la fertilisation et de la taille du troupeau, conduisant à un taux d'utilisation des ressources de 62%. Un taux d'utilisation équivalent a été mesuré dans le système E1, caractérisé par un troupeau moins important mais aussi par une production fourragère globale réduite à l'expression du potentiel du milieu de ce système. En revanche, la sous-exploitation des surfaces du système E2, illustrée par le très faible taux global d'utilisation des ressources (37%), s'accompagne d'une forte réduction de l'indice de valeur pastorale, en particulier dans les zones éloignées du siège de l'exploitation. Dans ce système, l'effectif du troupeau est très réduit et conduit à de faibles prélèvements en pâturage comme en fauche. **Le taux d'utilisation**

TABLEAU 6 : Niveaux d'utilisation de la production fourragère et effets sur la valeur pastorale des couverts à l'échelle du système sur la ferme expérimentale de l'INRA de Redon (BRELURUT *et al.*, 1998).

TABLE 6 : *Levels of utilization of the forage production and effects on the grazing value of the swards at the scale of the system on the INRA experimental farm at Redon (BRELURUT et al., 1998).*

Système ⁽¹⁾	Traditionnel	Extensif 1	Extensif 2
	(T)	(E1)	(E2)
Chargement (UBG/ha)	1,2	0,85	0,6
Utilisation moyenne des ressources herbagères (% de la production et écart type)			
- Prélèvement par pâturage (P)	38 (3)	42 (5)	32 (3)
- Récolte (R)	23 (2)	19 (6)	10 (3)
- Production non utilisée	38 (1)	39 (3)	58 (6)
- Taux d'utilisation des ressources (P+R)	62	61	42
Indice de Valeur pastorale en fin de période et variation en 4 ans (%)			
- Prairies fauchables :			
- îlot proche	73 (- 1)	72 (+ 3)	67 (- 6)
- îlot éloigné			71 (- 15)
- Pacages et parcours :			
- îlot proche	37 (+ 6)	34 (- 1)	41 (0)
- îlot éloigné			54 (- 23)
1 : La valeur pastorale moyenne des parcelles est calculée en considérant la valeur de chaque parcelle pondérée par sa surface. Les données des systèmes T et E1 vont de 1988 à 1992, E2 : 1994-1998.			

des surfaces à l'échelle d'un système se révèle donc être un meilleur moteur et indicateur de l'évolution de la végétation que le niveau de chargement global.

■ Les types fonctionnels de graminées pour décrire le système fourrager d'une exploitation

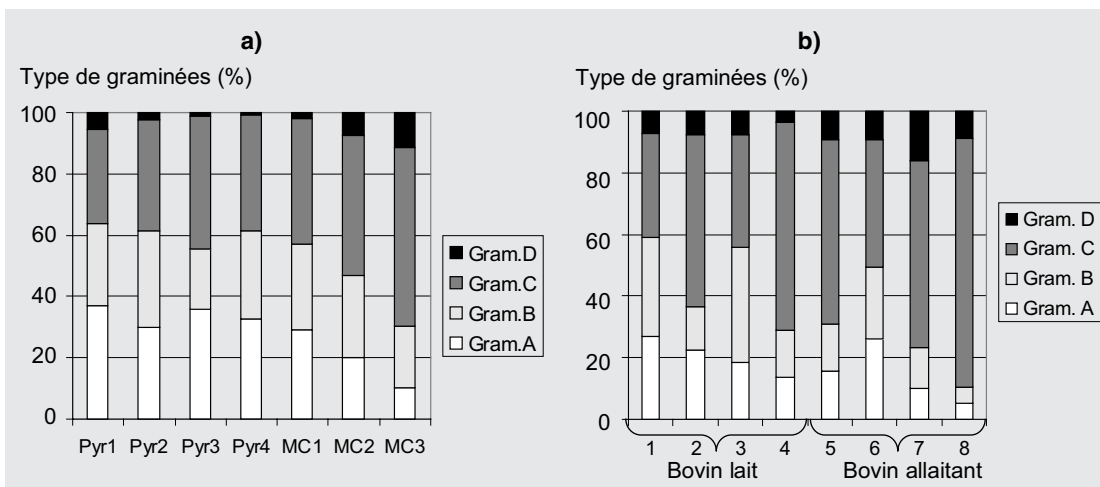
Au sein d'une exploitation d'élevage, il existe une diversité d'utilisation des surfaces depuis un usage intensif pour les parcelles fauchées précocement (ensilage ou enrubannage) ou les parcelles proches des bâtiments, jusqu'à un usage extensif pour les parcelles les moins productives ou les plus difficiles d'accès. Cette diversité des modes de conduite des parcelles crée une diversité des types de prairies. L'approche fonctionnelle, qui a montré sa pertinence pour comprendre l'effet des modes de gestion appliqués aux parcelles pâturées et fauchées, permet également de rendre compte de la diversité de ressource et de raisonner l'adaptation de l'offre fourragère aux objectifs de production au sein d'une exploitation et entre exploitations. Ainsi, au sein de la surface fourragère principale (SFP) de sept exploitations bovines allaitantes des Pyrénées (Pyr) et du Massif central (MC), **une forte cohabitation de trois types fonctionnels de graminées est systématiquement observée dans toutes les exploitations** (figure 1a).

Parmi ces trois types fonctionnels, les graminées de type C sont les plus abondantes (41% en moyenne) mais également les plus variables (30 à 56%) entre exploitations. **Cette diversité fonctionnelle n'est que peu liée au système de production.** En effet, le suivi des huit exploitations en Aveyron montre autant de variations dans la répartition des types fonctionnels entre exploitations d'un même système qu'entre les exploitations laitières et allaitantes (figure 1b).

Cette diversité fonctionnelle est entretenue par les modes d'exploitation des prairies. Les relations qui existent entre la diversité fonctionnelle et les fonctions attendues par les éleveurs sont

FIGURE 1 : **Part des 4 types fonctionnels de graminées a) dans la SFP de 7 exploitations de bovins allaitants des Pyrénées (Pyr) et du Massif central (MC), b) dans la SFP de 4 exploitations bovin lait et 4 exploitations bovin viande du Massif central.**

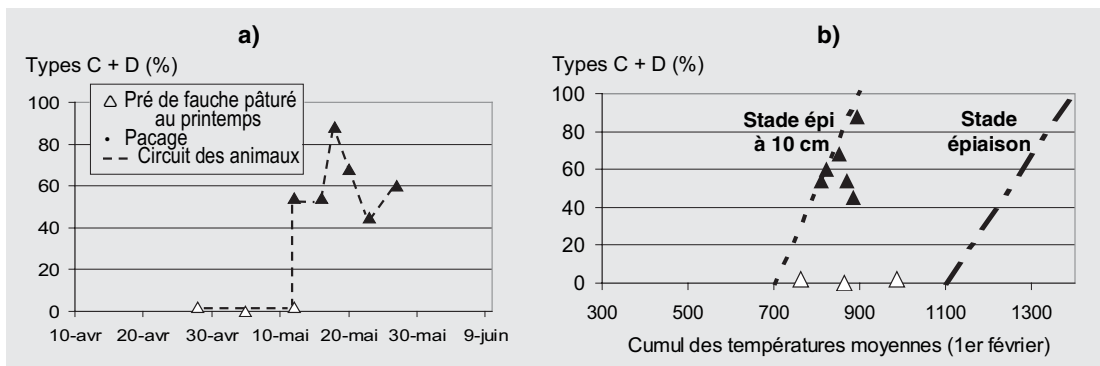
FIGURE 1 : **Proportions of the 4 functional types of grasses in : a) the main fodder area of 7 suckling cattle farms in the Pyrenees (Pyr) and the Massif Central (MC) ; b) the main fodder area of 4 dairy cattle farms and 4 beef cattle farms in the Massif Central.**



aujourd'hui analysées. Des suivis des pratiques fourragères dans le réseau des Pyrénées ariégeoises sur 6 ans ont révélé que la fonction des parcelles (ANSQUER *et al.*, 2004) est fortement orientée par leur localisation et reste inchangée d'une année sur l'autre. Pour **examiner les relations entre la fonction parcellaire et le type fonctionnel dominant de ces communautés**, seules les parcelles dominées par un seul type fonctionnel (80% des parcelles du réseau) ont été retenues. Ainsi, **pour la fonction "Faire exclusivement du foin", les parcelles mobilisées sont toutes dominées par des graminées compétitives de type A ou B**. Dans les parcelles les plus fertiles, les espèces appartenant à ces types fonctionnels permettent des pics de production de matière sèche importants et suffisamment précoces pour autoriser une seconde coupe dans de bonnes conditions. Les prairies de type C, moins fertiles et à croissance plus lente, n'assurent pas l'autonomie fourragère en stock recherchée par les éleveurs, en raison de leur plus faible productivité et de leur phénologie tardive qui compromet les possibilités de fournir de manière régulière deux coupes par an. Ces prairies sont en revanche utilisées pour le pâturage de lots d'animaux à croissance lente, gardés en été sur l'exploitation. Le rythme lent de pâturage nécessite d'avoir des graminées dont la durée de vie des feuilles est longue, afin de limiter les pertes d'herbe par sénescence. **Les graminées de type C sont donc bien adaptées à la fonction "Ne faire que du pâturage extensif"**. En revanche, **dans les prairies assurant la fonction "Pâturer au printemps et faire du foin l'été", il existe une forte variabilité interparcellaire du type dominant**. En effet, pour organiser l'atelier pâturage de printemps dans ces vallées, au sens de "l'atelier de production" proposé par COLÉNO *et al.* (2005), les éleveurs mobilisent deux grands types de prairies depuis la mise à l'herbe jusqu'au départ vers les pacages d'altitude : d'abord des prés de fauche précoces dominés par les types A et B, puis des prés de fauche de type C plus tardifs, situés plus haut en altitude, qui ne présentent pas une végétation trop avancée. Pour certains usages, la diversité fonctionnelle entre parcelles d'une même exploitation assure donc la flexibilité de l'atelier de production.

■ Vers des outils de diagnostic des pratiques fourragères

Le calendrier d'utilisation des surfaces est un outil descriptif des modes de gestion de l'éleveur sur l'ensemble des parcelles de son exploitation. **L'utilisation de la classification des parcelles selon les types fonctionnels de graminées permet de rendre compte de l'état de la végétation lors de son utilisation en pâturage ou en fauche**. Des outils de diagnostic de la conduite fourragère utilisant des représentations graphiques se basant sur les caractéristiques phénologiques des types fonctionnels ont été mis au point par THEAU *et al.* (1998) et ANSQUER *et al.* (2004). A titre d'exemple, la figure 2a présente l'ordre des parcelles pâturées par un troupeau de vaches allaitantes entre la mise à l'herbe et le départ à l'estive. Le troupeau utilise d'abord des prés de fauche puis passe sur les surfaces de pâture. Les prés de fauche de vallée, régulièrement fertilisés, ne comportent que des graminées de types A et B, alors que les pâtures utilisées plus tardivement sont composées de 45 à 90% de graminées de types C et



D. Cette première représentation reste très descriptive et ne permet pas de répondre à certaines questions importantes qui influent fortement sur les résultats de la conduite fourragère : le pâturage des prés de fauche au printemps est-il conduit en déprimage ou en ététagé ? L'utilisation tardive de l'herbe des pâtures d'altitude génère-t-elle une perte de qualité importante ? **En transformant les dates d'entrée des animaux dans les parcelles en sommes de températures moyennes journalières cumulées depuis le 1^{er} février, chaque parcelle se replace selon un repère phénologique qui tient compte des types fonctionnels des graminées dominantes.** Ainsi, sur la figure 2b, la droite en pointillés serrés représente la variabilité du stade "épis à 10 cm" de la parcelle en fonction de la part de graminées conservatives alors que les pointillés lâches représentent la variabilité du stade épiaison. L'expression de la somme des températures permet également d'intégrer l'effet de l'altitude dans le diagnostic. Les pâtures d'altitudes utilisées tardivement apparaissent pâturées à des stades plus précoces que certains prés de fauche de vallée (figure 2b), et avec une qualité de l'herbe pâturée encore assez élevée (proche du stade épi à 10 cm). En revanche, si l'on s'intéresse aux prés de fauche de cette exploitation, on constate que ces derniers sont fortement ététés par le pâturage de printemps, ce qui compromet irrémédiablement leur fonction productive pour assurer des stocks hivernaux suffisants. Ce type de représentation est donc **un outil pertinent et simple d'utilisation pour le conseil en exploitation** sur la conduite du système fourrager mais, pour en étendre son utilisation, **un travail de calibration** des sommes de températures en fonction des espèces et des régions **reste à réaliser.**

FIGURE 2 : a) Déroulement du pâturage de printemps d'un troupeau bovin allaitant pyrénéen, b) Positionnement des pratiques de pâturage en fonction du cumul des températures pour les mêmes parcelles.

FIGURE 2 : a) Distribution over time of the spring grazings by a suckling cattle herd in the Pyrenees; b) distribution of the same grazings according to cumulated temperatures.

Conclusion

Pour rendre compte et comprendre les effets des modes de gestion sur la dynamique de la végétation prairiale, nous avons rassemblé et analysé des résultats obtenus sur des dispositifs expérimentaux et des réseaux de parcelles ou d'exploitations en zones de moyenne montagne. Nous avons tiré de cette analyse des conclusions génériques qui peuvent par conséquent s'appliquer à l'ensemble des prairies. L'évolution de l'abondance relative des principales familles botaniques n'est pas un indicateur systématique des facteurs de gestion. L'indice de valeur pastorale, la richesse spécifique et les différentes

classifications fonctionnelles rendent compte des effets individuels ou combinés de l'intensité d'utilisation des parcelles ou de leur niveau de fertilisation. Cependant, seule l'approche fonctionnelle permet de comprendre et prédire ces évolutions. Les outils pratiques qui en découlent permettent d'ores et déjà d'analyser la place et l'utilisation des prairies dans le système fourrager. Cette approche sera enrichie dès lors que les différentes classifications intégreront un plus grand nombre d'espèces, y compris des diverses, et que les liens entre les propriétés agronomiques et écologiques des couverts prairiaux seront consolidés, les propriétés des prairies n'étant pas nécessairement réductibles aux caractéristiques du type dominant.

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

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 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 KHALED R., DURU M. (2004) : "Caractérisation de la diversité fonctionnelle des prairies à flore complexe : vers la construction d'outils de gestion", *Fourrages*, 179, 353-368.
- BORNARD A., COZIC P., BRAU-NOGUE C. (1996) : "Diversité spécifique des végétations en alpage : influence des conditions écologiques et des pratiques", *Ecologie*, 27, 103-115.
- BRELURUT A., LOUAULT F., BENOIT M., TOURNADRE H., DE MONTARD F.X., THERIEZ M., LIENARD G., DEDIEU B., LAIGNEL G. (1998) : "Adaptation de conduites d'élevage ovin allaitant à une diminution du chargement. Exemple en moyenne montagne", *Ann. de Zootechnie*, 47, 483-490.
- COLENO F.C., DURU M., THEAU J.P. (2005). "A method to analyse Decision-making processes for land use management in livestock farming", *Int. J. of Agric. Sustainability*, vol. 3, 1, 69-78.
- 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.
- DAGET P., POISSONET J. (1971) : "Une méthode d'analyse phytologique des prairies", *Ann. Agron.*, 22 (1), 5-41.
- DELPECH R. (1960) : "Critères de jugement de la valeur agronomique des prairies", *Fourrages*, 4, 83-96.
- DUMONT B., FARRUGGIA A., GAREL J.P. (2007a) : "Pâturage et biodiversité des prairies permanentes", *Rech. Rech. Ruminants*, 14, 17-24.
- DUMONT B., GAREL J.P., GINANE C., DECUQ F., FARRUGGIA A., PRADEL P., RIGOLOTT C., PETIT M. (2007b) : "Effect of cattle grazing a species-rich mountain pasture under different stocking rates on the dynamics of diet selection and sward structure", *Animal*, 1, 1042-1052.
- DURU M., CRUZ P., THEAU J.P., JOUANY C., ANSQUER P., AL HAJ KHALED R., THERON O. (2007) : "Typologie de prairies riches en espèces en vue d'évaluer leur valeur d'usage : bases agro-écologiques et exemples d'application", *Fourrages*, 192, 453-475.
- ELLENBERG H. (1952) : "Wiesen und weiden und ihre standörtliche BEwertung", *Landwirtschaftliche Pflanzenzociologie*, II, 1-143. Umer.
- FARRUGGIA A., DUMONT B., JOUVEN M., BAUMONT R., LOISEAU P. (2006) : "La diversité végétale à l'échelle de l'exploitation en fonction du chargement dans un système bovin allaitant du Massif central", *Fourrages*, 188, 477-493.
- 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, Productions Animales*, à paraître.

- GRIME J.P., HODGSON J.G., HUNT R. (1988) : *Comparative plant ecology - A functional approach to common British species*, Academic Division of Unwin Hyman Ltd ed., 741 p.
- JOUANY C., THEAU J.-P., DURU M., HAZARD L., CRUZ P. (2008) : "Quels enseignements d'études sur prairies permanentes mobiliser pour implanter et gérer les prairies plurispécifiques ?", *Fourrages*, 195, ce numéro.
- LAVOREL S., GARNIER E. (2002) : "Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits : revisiting the Holy Grail", *Funct. Ecol.*, 16, 545-556.
- LAVOREL S., QUETIER F., GAUCHERAND S., CHOLER P. (2004) : "Apports des traits fonctionnels végétaux pour l'évaluation écologique des trajectoires de gestion en milieux prairiaux", *Fourrages*, 178, 179-191.
- LEMAIRE G., SOUSSANA J.F., EMILE J.C., CHABBI A., LOUAULT F., LOISEAU P., DUMONT B., CHARRIER X. (2005) : "Role of grasslands and grassland management for biogeochemical cycles and biodiversity. Setting up long term manipulation experiments in France", *XXth IGC*, 26 june-1st july 2005, Dublin, Ireland, p 765 (poster).
- LOISEAU P. (1988) : "Signification et limites de l'indice de valeur pastorale pour le diagnostic de la valeur agricole des pâturage en moyenne montagne humide", Coll. Phytosociologiques, *Phytosociologie et pastoralisme*, Paris 14, 411-428.
- LOUAULT F., DE MONTARD F.X., BRELURUT A., THERIEZ M., PAILLEUX J.Y., BENOIT M., LIENARD G. (1998) : "Extensification en élevage ovin par agrandissement des surfaces. Adaptation de la gestion des prairies", *Fourrages*, 154, 217-237.
- 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. Veg. Sci.*, 16, 151-160.
- PONTES L. DA S., SOUSSANA J-F., LOUAULT F., ANDUEZA D., CARRÈRE P. (2007) : "Leaf traits affect the above-ground productivity and quality of pasture grasses", *Functional Ecology*, 21, 844-853.
- SCIMONE M., ROOK A.J., GAREL J.P., SAHIN N. (2007) : "Effects of livestock breed and grazing intensity on grazing systems : 3. Effect on diversity of vegetation", *Grass For. Sci.*, 62, 172-184.
- THEAU J.P., COLENO F.C., DURU M. RAUZY Y. (1998) : "L'utilisation de l'herbe pâturée et fauchée en référence au potentiel de production des prairies", *Fourrages*, 156, 589-601.

SUMMARY

Comparison of tools for the characterization of the flora in order to diagnose the effect of types of management on the vegetation dynamics of permanent pastures

How can the evolution of multi-specific pastures, as affected by the farming practices, be described, understood and predicted ? A number of experimental lay-outs on permanent pastures at medium altitudes provided some useful data for answering these questions. On five experimental lay-outs, the same tools were compared that are used to characterize the evolution of the fertility and of the vegetation. The variation of the grazing value index and of the number of species were explained by the fertility gradients, combined or not with gradients of perturbation, but only in a descriptive way. The mean values of certain specific characteristics and the abundance of the various functional types of grasses were good indicators of the environmental and management conditions. Moreover they reacted quite rapidly to the changing management methods and helped to understand the workings of the plant community; they could also be useful for discussing the forage system.