

La diversité végétale à l'échelle de l'exploitation en fonction du chargement dans un système bovin allaitant du Massif central

A. Farruggia¹, B. Dumont¹, M. Jouven¹,
R. Baumont¹, P. Loiseau²

Nombreuses sont les références sur les effets des modes de gestion sur la biodiversité à l'échelle de la parcelle, mais peu de travaux abordent la biodiversité à l'échelle de l'exploitation. Ce travail étudie la diversité végétale dans des exploitations allaitantes herbagères de montagne dans le nord du Cantal.

RÉSUMÉ

L'objectif de l'étude était de préciser le niveau de diversité rencontrée selon le chargement à l'échelle des parcelles et des exploitations, et d'établir des liens entre l'utilisation des prairies et leur diversité. Des relevés botaniques ont été réalisés par faciès dans les parcelles de 4 exploitations (chargements de 0,7 à 1,2 UGB/ha) et ont permis d'évaluer la diversité spécifique et la composition fonctionnelle en graminées. La richesse spécifique à l'échelle de l'exploitation et de la parcelle augmente lorsque le chargement diminue mais la gamme de diversité au sein des parcelles est plus grande sur l'exploitation au chargement intermédiaire. Les types fonctionnels de graminées rencontrés dans les prairies ont été mis en relation avec le chargement et les pratiques. Dans les prairies pâturées, la plus grande richesse spécifique observée serait liée à la présence de plusieurs faciès et à un apport en équivalent azote minéral moins élevé que dans les prairies fauchées.

MOTS CLÉS

Auvergne, biodiversité, Cantal, chargement animal, composition fonctionnelle, fertilité du sol, mode d'exploitation, prairie de montagne, richesse spécifique, typologie de la végétation, vache allaitante, végétation.

KEY-WORDS

Auvergne, biodiversity, Cantal, functional composition, number of species present, soil fertility, stocking rate, suckler cow, type of management, upland pasture, vegetation, vegetation typology.

AUTEURS

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

2 : INRA, Unité d'Agronomie, Cruelle, 234, av. du Brezet, F-63039 Clermont-Ferrand cedex 2

L'activité agricole est au centre des préoccupations concernant la biodiversité en France. En effet, en occupant un peu plus de la moitié du territoire français, les agriculteurs jouent un rôle primordial **dans le maintien et la gestion de la biodiversité. Les éleveurs de ruminants sont au premier rang** puisqu'ils gèrent des surfaces importantes qui présentent un grand potentiel de diversité biologique (HUYGHE, 2005) : régions herbagères avec imbrication de prairies et de haies, zones humides, régions de montagne et parcours méditerranéens.

Au-delà des aspects écologiques, les avantages de la biodiversité pour l'élevage ont été reconnus d'abord pour les systèmes pastoraux (GUÉRIN et GAUTIER, 2004). Pour alimenter leurs troupeaux tout au long de l'année sur les parcours, les éleveurs s'appuient sur la diversité de la végétation composée d'un mélange d'herbe, de feuillages et de fruits, disponibles à des périodes différentes et offrant des possibilités variées de report sur pied (BELLON *et al.*, 1999). Pour les systèmes herbagers, des études récentes montrent que, si une prairie diversifiée est dans la plupart des situations moins productive qu'une prairie peu diversifiée (PLANTUREUX *et al.*, 2005 ; HODGSON *et al.*, 2005), elle peut présenter un certain nombre d'atouts en termes de qualité au sens large. GIBON *et al.* (1997) mettent ainsi en évidence que les prairies diversifiées présentent une plus grande stabilité de la valeur azotée et de la digestibilité de l'herbe au cours de la saison de pâturage que les prairies très productives et peu diversifiées. MARTIN *et al.* (2003) font apparaître une relation forte entre une végétation diversifiée et les caractéristiques sensorielles des fromages. Des différences de composition des laits (teneurs en acides gras) selon le type de prairie commencent à être démontrées (JEANGROS *et al.*, 1999 ; LECONTE *et al.*, 2005). Enfin, à l'échelle de l'exploitation, ANDRIEU (2004) montre que la diversité des types de végétation permet de réduire les variations interannuelles du climat sur la production de fourrages.

La diversité offrant ainsi des atouts pour les systèmes herbagers, une première étape consiste à mieux la caractériser et mieux l'analyser à l'échelle de ces systèmes. C'est l'objectif visé par cette étude. Nous nous sommes **limités à la diversité floristique prairiale identifiée ici par la richesse spécifique et la composition fonctionnelle**, cette dernière nous permettant de mieux comprendre les liens entre les pratiques et les espèces. Nous avons choisi d'étudier un **système a priori "porteur" de biodiversité : le système bovin allaitant**, bien développé dans les montagnes humides (ROUQUETTE et PFLIMLIN, 1995), à l'intérieur duquel nous avons exploré la gamme de chargement rencontrée dans le Massif Central.

Les questions auxquelles nous avons tenté de répondre sont les suivantes :

- Quel est le niveau de diversité des exploitations dans ce système de production, et comment varie-t-il en fonction du chargement ? Existe-t-il une gamme de diversité entre les parcelles à l'intérieur d'une même exploitation ?

- Quels sont les liens entre l'utilisation des prairies et leur diversité spécifique ? Valide-t-on les facteurs de variation de la diversité

décrits dans la littérature scientifique ? Peut-on dégager des indicateurs pertinents de cette diversité qui pourraient être utilisés pour l'estimer sans réaliser de mesures directes ?

La démarche de travail

■ Choix des exploitations et des parcelles

Quatre exploitations ont été retenues en concertation avec le Parc régional des Volcans d'Auvergne et la Chambre d'Agriculture du Cantal. Il s'agit d'élevages conduits **en race Salers pure ou croisée**, vendeurs d'animaux maigres, exploitant uniquement des prairies permanentes et dont le chargement moyen varie **entre 0,7 et 1,2 UGB/ha**. Ces exploitations se situent dans le nord du Cantal dans un rayon de 30 km, sur une zone homogène du point de vue du sol (volcanique), de l'altitude (1 000 à 1 300 m) et de la pluviométrie (>1 000 mm/an). Les caractéristiques de chacune des exploitations sont décrites dans le tableau 1. Les parcelles des exploitations présentent toutes un couvert herbacé sans présence de petits ligneux.

TABLEAU 1 : **Caractéristiques des 4 exploitations du Cantal retenues pour l'étude.**

TABLE 1 : **Characteristics of the 4 farms studied in Cantal.**

Exploitation	EX1	EX2	EX3	EX4
Chargement (UGB/ha)	1,2	1,0	0,7	0,7
Nombre de vaches	100	74	38	58
SAU (ha)	115	119	62,5	110
Surface moyenne des parcelles (ha)	5,4	5,9	3,3	7,2
Surfaces en estives (%)	29	0	42	23
Fertilisation minérale N-P-K (unité/ha)	60-20-25	12-10-17	10-2-7	6-3-4
Surfaces en fauche (%) (dont ensilage)	61 (25)	50 (0)	48 (0)	41 (0)
Date moyenne des 1 ^{res} fauches	10 juin	20 juin	20 juin	début juillet
Chargement au printemps (are/vache)	52	50	92	90
Type de pâturage	Au fil	Continu	Rotation longue	(20 j. en été)

Ce nombre très limité d'exploitations enquêtées résulte d'un choix méthodologique : en première approche, nous avons voulu privilégier la connaissance relativement fine de la diversité interne des exploitations plutôt que d'opter pour la connaissance plus grossière de la diversité sur un plus grand nombre d'exploitations.

Le travail dans ces exploitations s'est déroulé en deux temps :

- La **première phase d'enquête**, menée pendant l'été 2004, a permis de comprendre le fonctionnement des exploitations, d'inventorier les différents types de prairies présentes sur les exploitations et de choisir des prairies représentatives de chacun des types. Dans 3 exploitations (EX1, EX2, EX3), nous avons choisi entre 9 et 11 parcelles en les sélectionnant parmi les conduites suivantes : pâture vaches, pâture génisses 18 mois, pâture génisses 30 mois, fauche une coupe sans déprimage, fauche une coupe avec déprimage, fauche deux coupes sans déprimage et fauche deux coupes avec déprimage. La quatrième exploitation (EX4), dont le chargement était très voisin de EX3 n'a pas fait l'objet d'un nombre aussi important de relevés que les autres (6 parcelles), aussi les informations recueillies ont-elles été utilisées uniquement à l'échelle de la parcelle.

- Une **deuxième phase**, réalisée au cours des étés 2004 et 2005, a consisté à établir **des relevés botaniques** et à faire un **inventaire approfondi des pratiques** sur les parcelles retenues.

■ Le suivi des parcelles

Un **zonage a été réalisé sur chaque parcelle** en fonction de la topographie et de la composition du peuplement végétal. Chaque zone, appelée **faciès**, a fait l'objet d'un seul relevé botanique si le faciès représentait plus de 10% de la surface de la parcelle. Nous n'avons pas augmenté la pression d'échantillonnage en fonction de la surface des faciès, considérant que le faciès était une unité homogène. Sur l'ensemble des quatre exploitations, 37 parcelles et 67 faciès ont ainsi été décrits. La composition botanique a été estimée selon la méthode de DAGET et POISSONET (1971) par un relevé linéaire de végétation, placé au centre du faciès, sur 33 points espacés de 50 cm si il y avait plusieurs faciès dans la parcelle ou sur 40 points si il n'y avait qu'un seul faciès. Les espèces présentes autour de la ligne de relevé mais non identifiées sur la ligne ont également été notées. Il n'y a pas eu de distinction des espèces de carex et de joncs.

■ Les critères retenus pour caractériser la diversité floristique

Dans cette étude, nous nous sommes limités à la **richesse spécifique**, facilement accessible à la mesure de terrain à travers le décompte des espèces.

Pour étendre notre approche de la diversité, nous avons abordé la **composition fonctionnelle** en graminées en les classant selon les types fonctionnels A, B, C et D, proposés par CRUZ et al. (2002) et ANSQUER et al. (2004). Dans cette classification, les espèces sont regroupées en fonction des stratégies qu'elles mettent en œuvre par rapport aux ressources (capture ou conservation de la ressource) et par rapport à la fréquence de défoliation (renouvellement rapide ou lent des organes). Le **type A** caractérise plutôt une végétation précoce de milieu fertile, adaptée à la mise à l'herbe ou à la fauche précoce et au pâturage fréquent et intensif. Le **type B**, associé également à un milieu fertile, est plus adapté aux fauches moins fréquentes et plus tardives du fait du renouvellement lent de ses organes. Le **type C** caractérise une végétation associée aux milieux moins fertiles, adaptée à un pâturage assez intensif. Quant au **type D**, il rassemble des espèces à phénologie très tardive, adaptées au pâturage ou à la fauche extensive. Le **type E** a été ajouté pour cette étude et regroupe les espèces annelles, principalement *Bromus mollis*. Dans notre étude, les graminées non classées par les auteurs ont été positionnées dans les 4 types par analogie avec des graminées typées, comme par exemple *Koeleria cristata* (type D), *Nardus stricta* (type D) ou encore *Poa pratensis* (type B).

Nous avons également considéré **l'abondance relative des groupes prairiaux** (graminées, légumineuses et diverses, *i.e.* les dicotylédones non fixatrices).

■ L'exploitation des données

Les mesures de végétation ont été réalisées par faciès. Nous avons ainsi obtenu une liste et un nombre d'espèces par faciès à partir duquel nous avons calculé le **nombre total d'espèces par parcelle**, soit le nombre d'espèces non communes observées dans chaque faciès, et le **nombre pondéré d'espèces par parcelle**, obtenu en additionnant la richesse spécifique de chaque faciès multipliée par le pourcentage de recouvrement du faciès au sein de chaque parcelle. Nous avons également calculé le pourcentage pondéré des **cinq types fonctionnels** A, B, C, D et E, et des **trois groupes prairiaux**. Enfin, nous avons retenu le nombre de faciès par parcelle comme indicateur de l'hétérogénéité des parcelles.

Pour caractériser la **diversité à l'échelle de l'exploitation**, nous avons choisi comme critères : la richesse spécifique globale, c'est-à-dire le nombre total d'espèces rencontrées sur l'ensemble des parcelles étudiées, le nombre total moyen et le nombre pondéré moyen d'espèces par parcelle, ainsi que le nombre moyen de faciès des parcelles de l'exploitation considérée. Nous avons calculé la contribution moyenne des types fonctionnels de graminées et des groupes prairiaux des parcelles par exploitation. Enfin, nous avons calculé ces critères sur les parcelles fauchées et les parcelles pâturées de chaque exploitation. Afin d'apprécier la gamme de diversité entre les parcelles au sein d'une exploitation, nous avons classé les parcelles selon trois niveaux de diversité : faible pour un nombre pondéré d'espèces inférieur ou égal à 30, moyen pour un nombre compris entre 30 et 40 et fort pour un nombre strictement supérieur à 40. Nous avons ainsi dressé **un profil de la diversité spécifique** par exploitation en calculant la proportion de surface des parcelles étudiées classées dans chacun des 3 niveaux de diversité.

Pour analyser plus globalement les liens entre les pratiques et la diversité indépendamment de l'échelle exploitation, nous avons calculé sur l'ensemble des parcelles les critères de diversité retenus **selon le mode de prélèvement en fauche ou en pâture, la pratique du déprimage et le type d'animal au pâturage**.

Nous avons ensuite voulu vérifier si les facteurs de variation de la diversité spécifique et de la composition fonctionnelle décrits dans la bibliographie s'appliquaient à notre étude. En milieu herbager productif, de nombreux auteurs mettent en effet en évidence le rôle déterminant de **la disponibilité en éléments minéraux** (ou fertilité) **et/ou de l'intensité d'utilisation** sur la diversité spécifique (GRIME, 1979 ; JEANGROS *et al.*, 1994 ; LOISEAU *et al.*, 1998 ; BALENT *et al.*, 1999) et la composition fonctionnelle (CRUZ *et al.*, 2002). Par ailleurs, nous avons voulu également valider dans notre contexte le modèle de végétation de référence proposé par DURU *et al.* (1998 et 2001), construit sur la base de ces deux facteurs pour analyser les relations entre la diversité floristique, la composition fonctionnelle et les pratiques.

Nous avons donc cherché à trouver des indicateurs de la fertilité et de l'intensité d'utilisation :

- Comme indicateur de la disponibilité en éléments minéraux, nous avons retenu **l'équivalent azote minéral**, c'est-à-dire la

somme de l'azote minéral et de l'azote organique transformé en azote minéral, provenant des apports d'engrais de ferme et des restitutions des animaux au pâturage. Les quantités totales d'azote apportées par ces deux derniers postes ont été transformées en équivalent azote minéral à partir des coefficients d'équivalence-engrais des apports organiques (ZIEGLER et HÉDUI, 1991). Par exemple, nous avons pris un coefficient de 40% pour un apport occasionnel de lisier de bovins épanché au printemps et 80% pour un apport réalisé tous les ans. L'apport d'azote total des épandages de lisier et de fumier a été calculé à partir des quantités épandues et de l'estimation des teneurs en azote des engrais de ferme. Les journées de pâturage ont été converties en équivalent azote minéral reçu par parcelle en prenant la référence de flux mensuel d'azote des vaches allaitantes soit 9,1 kg N/mois (CORPEN, 2001) ramené à la journée et en lui affectant le coefficient d'équivalence du lisier, 40%. **La fertilisation azotée efficace totale**, c'est-à-dire la somme de l'azote de la fertilisation minérale et de l'équivalent azote minéral des engrais de ferme, est un critère que nous avons également utilisé pour caractériser les pratiques.

- Comme indicateur de **l'intensité d'utilisation**, nous avons considéré le **nombre de jours de pâturage en UGB, jours pour les parcelles pâturées et l'intensité du prélèvement pour les parcelles fauchées**. Nous avons calculé les journées de pâturage à partir des plannings de pâturage sur 2 ou 3 ans ou à dire d'éleveurs et nous les avons classées par ordre décroissant d'intensité : les parcelles fauchées à deux coupes avec déprimage (Intensité 4), les parcelles à deux coupes sans déprimage (Intensité 3), puis les parcelles à une coupe avec déprimage (Intensité 2) et enfin, les parcelles à une coupe sans déprimage (Intensité 1).

Nous avons réalisé une analyse de variance sur l'ensemble des variables mesurées à l'échelle de la parcelle en utilisant le modèle linéaire de SAS (1999). Le test de Tukey-Cramer avec un seuil de significativité à 5% a permis de détecter des différences entre exploitations (représentatives d'un niveau de chargement) et entre modes d'exploitation (fauche vs. pâture).

Les résultats

1. La diversité à l'échelle de l'exploitation

■ Comparaison des critères de diversité entre exploitations

Le nombre total d'espèces rencontrées par exploitation sur l'ensemble des parcelles étudiées **s'ordonne parfaitement avec le chargement** : 123 espèces pour EX1, la plus chargée contre 144 espèces pour EX2, au chargement intermédiaire, et 194 espèces pour EX3 la moins chargée (tableau 2).

L'effet de l'exploitation et donc du chargement est marqué sur tous les indicateurs de la richesse spécifique (tableau 2) : le nombre total moyen d'espèces par parcelle, le nombre pondéré

Exploitation	EX1	EX2	EX3	Signification	Erreur
Chargement (UGB/ha)	1,2	1,0	0,7	statistique	standard
Nombre total d'espèces par exploitation	123	144	194		
Nombre total moyen d'espèces par parcelle	37 ^a	55 ^{ab}	68 ^b	***	19
Nombre pondéré moyen d'espèces par parcelle	30 ^a	35 ^a	45 ^b	***	5
Nombre pondéré moyen d'espèces par parcelle fauchée	26 ^a	31 ^a	43 ^b	***	5
Nombre pondéré moyen d'espèces par parcelle pâturée	33 ^a	39 ^b	48 ^c	***	2
Nombre moyen de faciès par parcelle	1,3 ^a	2,3 ^b	2,2 ^b	*	0,9
Nombre moyen de faciès par parcelle fauchée	1,0	1,6	1,9	NS	1
Nombre moyen de faciès par parcelle pâturée	1,6	3,0	2,2	*	0,6
% pondéré moyen de type A	27	19	10	t	16
% pondéré moyen de type B	26	25	19	NS	14
% pondéré moyen de type C	38	43	56	t	20
% pondéré moyen de type D	2 ^a	7 ^{ab}	11 ^b	***	8
% pondéré moyen de type E	7	5	4	NS	2
% pondéré moyen de graminées	62	72	62	NS	12
% pondéré moyen de diverses	32	22	30	t	10

t (tendance) : p < 0,10 ; * : p < 0,05 ; ** : p < 0,01 ; *** : p < 0,001. Les groupes sont différents au seuil de 5%

TABLEAU 2 : Critères de diversité floristique observés dans les exploitations enquêtées, selon le chargement.

TABLE 2 : Criteria of floristic diversity observed on the farm surveyed, according to stocking rate.

moyen d'espèces par parcelle, ainsi que le nombre pondéré moyen d'espèces des parcelles fauchées et des parcelles pâturées.

Le nombre moyen de faciès par parcelle est dépendant également du chargement. Il y a un peu plus de 2 faciès par parcelle en moyenne pour EX2 et EX3, moyennement et peu chargées, alors qu'il n'y a que 1,3 faciès par parcelle pour EX1 (p < 0,05). Ce nombre de faciès n'est pas lié à la surface moyenne des parcelles par exploitation : une parcelle de petite taille peut présenter un nombre élevé de faciès, alors qu'une parcelle de grande taille, comme les parcelles d'estive par exemple, peut être assez homogène. Le nombre de faciès est similaire entre les prairies fauchées et les prairies pâturées pour les exploitations EX1 et EX3.

Concernant les types fonctionnels de graminées, on observe, **parallèlement à la diminution du chargement, une diminution de l'abondance pondérée moyenne du type A et, a contrario, une augmentation des types C et D.** L'abondance du type E ne change pas en fonction du chargement. Le pourcentage pondéré des divers groupes prairiaux diffère entre exploitations, mais indépendamment de leur chargement moyen.

Enfin, la fertilisation azotée efficace totale (respectivement 82, 41, 20 unités N/ha pour EX1, EX2 et EX3), l'équivalent azote minéral (114, 66, 39 unités N/ha) et le nombre de journées de pâturage (262, 204, 160 UGB.j/ha) diminuent significativement (p < 0,001) avec la diminution du chargement.

■ Une gamme de diversité intra et inter exploitations

Le **profil de richesse spécifique** (figure 1) présente l'éventail de la diversité floristique intra et interexploitation. Les parcelles de forte diversité dominant largement en termes de surface dans EX3, la moins chargée, alors que les parcelles de faible diversité n'existent

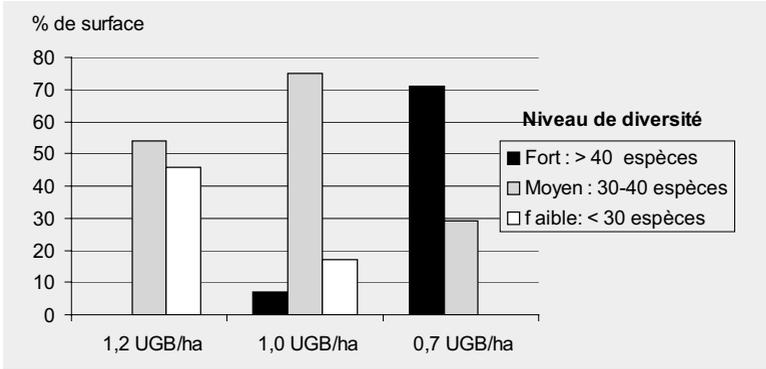


FIGURE 1 : Diversité de la richesse spécifique observée dans les exploitations enquêtées.

FIGURE 1 : Variation in specific diversity observed on the farms surveyed.

pas. A l'inverse, dans EX1, la plus chargée, il n'y a pas de parcelle de forte diversité, les parcelles à faible et moyenne diversité étant présentes dans les mêmes proportions. **EX2, de chargement intermédiaire, présente toute la gamme de diversité**, même si les parcelles de diversité moyenne couvrent la surface la plus importante de l'exploitation.

2. La diversité à l'échelle des parcelles

Sur l'ensemble des parcelles des quatre exploitations, le nombre total moyen d'espèces est de 56 (variant de 19 à 96), le nombre pondéré moyen d'espèces de 37 (de 19 à 50) et le nombre d'espèces par faciès moyen de 40 (de 19 à 60).

■ Utilisation des prairies et diversité

Le mode d'utilisation des prairies (fauche vs. pâture) a un impact sur la richesse spécifique (tableau 3). On observe **un nombre d'espèces plus élevé dans les parcelles pâturées que dans les parcelles fauchées**, cette différence étant plus marquée sur le nombre total d'espèces que sur le nombre pondéré d'espèces par parcelle. Ces critères de diversité sont à mettre en relation avec la fertilisation azotée totale (71 vs. 15, $p < 0,001$) et l'équivalent azote minéral reçu (89 vs. 47 ; $p < 0,001$). Le nombre de faciès par parcelle est plus élevé dans les parcelles pâturées que dans les parcelles fauchées.

Indicateurs directs et indirects de diversité	Fauche	Pâture	Signification statistique	Erreur standard
Nombre total moyen d'espèces par parcelle	46	68	***	19
Nombre pondéré moyen d'espèces / parcelle	35	40	t	8
Nombre moyen de faciès par parcelle	1,5	2,3	*	0,9
% pondéré moyen de type A	18	14	NS	17
% pondéré moyen de type B	30	13	***	11
% pondéré moyen de type C	42	51	*	19
% pondéré moyen de type D	3	16	***	10
% pondéré moyen de type E	8	2	*	9
% pondéré moyen de graminées	70	54	***	12
% pondéré moyen de légumineuses	5	11	**	6
% pondéré moyen de diverses	25	36	**	12

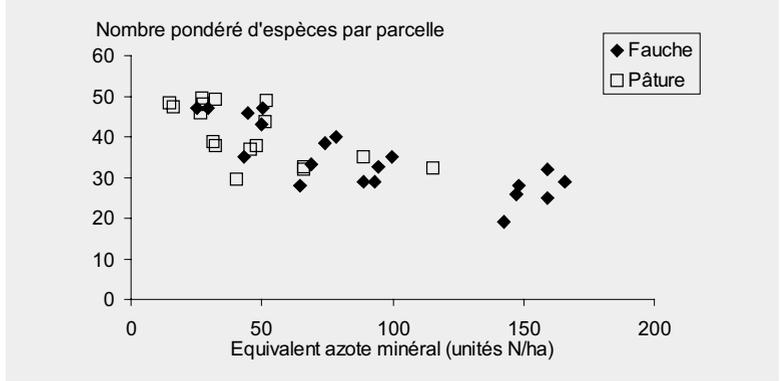
t (tendance) : $p < 0,10$; * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$

TABLEAU 3 : Critères de diversité floristique observés dans les exploitations enquêtées, selon le mode de prélèvement.

TABLE 3 : Criteria of floristic diversity observed on the farm surveyed, according to harvesting method .

FIGURE 2 : Relation entre l'équivalent azote minéral reçu par hectare et le nombre pondéré d'espèces par parcelle selon le mode de prélèvement.

FIGURE 2 : Relationship between input of mineral nitrogen equivalent per hectare and the weighted number of species per field according to harvesting method.



Le mode d'utilisation des parcelles, en interaction avec les apports azotés, **affecte également la diversité fonctionnelle** : le type B est plus abondant dans les parcelles fauchées ainsi que le type E, tandis que les types C et D sont plus représentés dans les parcelles pâturées. Les graminées sont plus présentes sur les parcelles fauchées alors que les légumineuses et les diverses sont plus abondantes sur les parcelles pâturées.

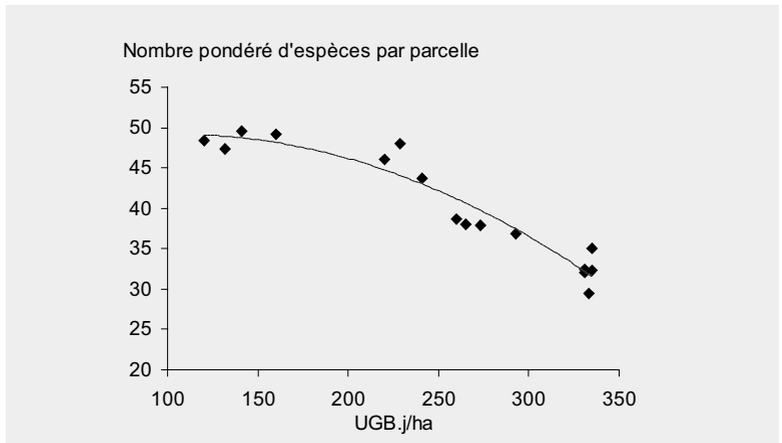
Le déprimage n'a pas d'effet sur le nombre d'espèces mais influence l'abondance relative des types fonctionnels : dans les deux exploitations qui ont à la fois des parcelles déprimées et non déprimées (EX2 et EX3), l'abondance du type A tend à augmenter dans les parcelles déprimées (respectivement 4% et 22% ; $p < 0,10$) alors que c'est l'inverse pour le type B (38% et 22%, $p < 0,05$). En revanche, nous n'avons pas mis en évidence d'effet du type d'animal sur la diversité des parcelles pâturées.

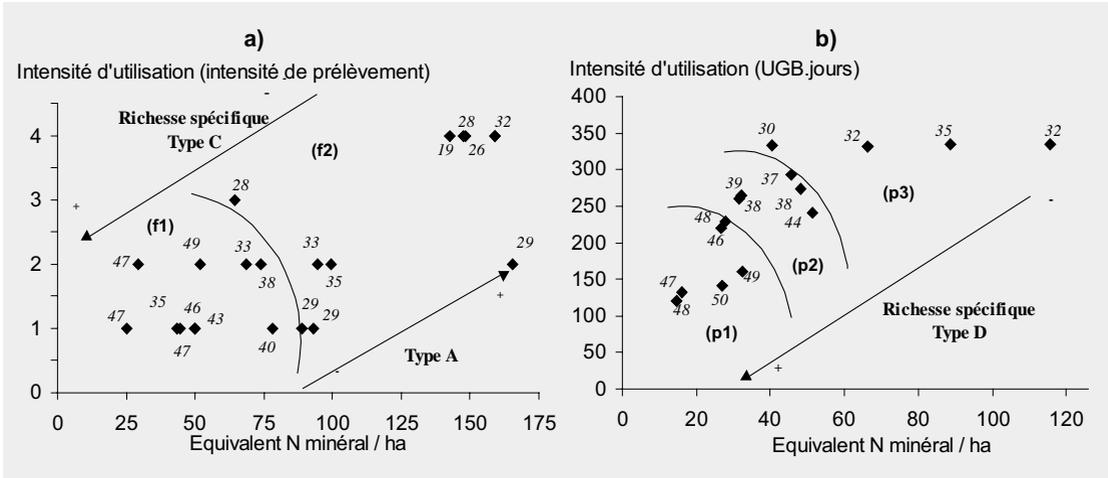
■ Les facteurs de variation de la diversité

Le nombre pondéré d'espèces par parcelle diminue avec l'augmentation de l'équivalent azote minéral reçu par parcelle, et ceci indépendamment du mode d'exploitation des parcelles, en fauche ou en pâtûre (figure 2 ; $y = - 0,15 x + 47,6$; $r^2 = 0,61$; $n = 37$).

FIGURE 3 : Relation entre le nombre pondéré d'espèces par parcelle et le nombre d'UGB.j/ha des parcelles pâturées.

FIGURE 3 : Relationship between the weighted number of species per field and the number of grazing days per LU per hectare.





De même, le nombre pondéré d'espèces par parcelle pâturée diminue avec l'augmentation du nombre d'UGB.jours par hectare (figure 3 ; $y = -0,0003x^2 + 0,07x + 45,45$; $r^2 = 0,92$, $n = 16$). Cette relation est un peu moins bonne si on prend le nombre d'espèces sur le faciès le plus représenté ($r^2 = 0,79$) et nettement moins bonne si l'on considère le nombre total d'espèces par parcelle ($r^2 = 0,37$).

Le classement des parcelles selon l'équivalent azote minéral (en abscisse) et l'intensité d'utilisation (en ordonnée), représentée par le nombre de journées de pâturage par hectare (UGB.j/ha) pour les prairies pâturées et l'intensité du prélèvement pour les prairies fauchées, permet de constituer graphiquement **des groupes** selon le niveau de diversité spécifique (figure 4 et tableau 4). Pour les prairies fauchées, on distingue 2 groupes : un groupe de diversité forte (f1) et un groupe de diversité faible (f2), avec 43 vs. 28 espèces en moyenne, une date moyenne de fauche du 10 juillet vs. 26 juin, un équivalent azote minéral moyen de 52 vs. 124 unités N/ha, et une fertilisation azotée efficace moyenne totale de 37 vs. 103 unités N/ha. Pour les prairies pâturées, nous avons mis en évidence 3 groupes de parcelles : un groupe de diversité forte (p1 : 48 espèces en moyenne), un groupe de diversité moyenne (p2 : 39 espèces) et un groupe de diversité faible (p3 : 32 espèces). Ces groupes correspondent à un gradient du nombre moyen de journées de pâturage, respectivement, 167, 266 et 333 UGB.j en moyenne ainsi qu'à un gradient d'équivalent azote minéral moyen de 24 unités N/ha, 42 uN et 75 uN, et à un gradient de fertilisation azotée efficace totale de 4 unités N/ha, 10 uN et 35 uN.

Ces groupes de parcelles, construits sur la base de la diversité spécifique, diffèrent par leur composition fonctionnelle. Dans les parcelles pâturées, on constate que plus l'intensité d'utilisation et la fertilisation azotée efficace augmentent, plus le type D de graminées diminue (27, 11 et 7% pour les 3 groupes respectivement ; $p < 0,05$) tandis que, dans les prairies fauchées, le type C diminue (55 et 29% ; $p < 0,01$) et le type A augmente (7 et 27% respectivement ; $p < 0,01$).

FIGURE 4 : Nombre pondéré d'espèces par parcelle selon l'équivalent azote minéral par hectare et l'intensité d'utilisation a) en prairies fauchées, b) en prairies pâturées. Les flèches indiquent l'évolution de la richesse spécifique et des types fonctionnels significatifs.

FIGURE 4 : *Weighted number of species per field according to amount of mineral nitrogen per hectare and intensity of utilization a) on meadows and b) on grazed pastures (arrows shows the trends of the specific diversity and of the significant functional types).*

Mode de prélèvement Diversité	Fauche		ESM ⁽¹⁾		Pâture			ESM ⁽¹⁾	
	Forte (f1)	Faible (f2)			Forte (p1)	Moyenne (p2)	Faible (p3)		
Intensité d'utilisation (date de fauche moyenne ou j.UGB/ha)	10 juill.	26 juin			167 ^a	266 ^b	333 ^c	31	***
Fertilisation azotée efficace totale (unités N/ha)	37	103	24	***	4 ^a	10 ^a	35 ^b	17	*
Nombre total d'espèces	60	33	16	**	81 ^a	69 ^{ab}	54 ^b	14	*
Nombre pondéré d'espèces (mini-maxi)	43 (33-49)	28 (19-35)	5	***	48 ^a (46-50)	39 ^b (37-44)	32 ^c (30-35)	2	***
% type A	7	27	16	**	8	17	17	16	NS
% type B	27	33	13	NS	10	11	14	9	NS
% type C	55	29	16	**	55	61	53	18	NS
% type D	4	1	4	NS	27 a	11 ab	7 b	12	*

1 : ESM : erreur standard moyenne ; signification statistique : * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$.
Les groupes sont différents au seuil de 10%

TABLEAU 4 : **Caractéristiques des 5 groupes de prairies identifiés selon le niveau de diversité spécifique.**

TABLE 4 : **Characteristics of the 5 groups of pastures identified by their levels of specific diversity.**

Discussion

1. L'importance de la prise en compte de l'assemblage de faciès à l'intérieur des parcelles

Un des enseignements de cette étude est la mise en évidence de la grande hétérogénéité intraparcellaire des prairies et en particulier des prairies pâturées. La plupart des parcelles pâturées correspondent à un assemblage de zones : zone humide, faiblement diversifiée, zone en coteau sec, peu profond, plus diversifiée et zone de replat moyennement diversifiée qui reçoit davantage les déjections des animaux. Les parcelles fauchées sont constituées de parcelles plus homogènes et illustrent le lien évident entre les fonctions des parcelles et leurs caractéristiques topographiques et pédologiques. Cette hétérogénéité des parcelles nous a conduit à caractériser le nombre de faciès par parcelle, la diversité spécifique par faciès, et à calculer un nombre pondéré d'espèces par parcelle plutôt qu'un nombre moyen d'espèces par faciès. Cette pondération nous a semblé pertinente par rapport à l'un des objectifs poursuivis, à savoir étudier les liens entre la diversité spécifique et les pratiques. En effet, en attribuant à chaque faciès un poids différent selon son importance surfacique, la pondération nous a permis de mieux rendre compte de la potentialité globale de la parcelle, en partant de l'hypothèse qu'il existe une relation entre le nombre d'espèces et la productivité. Les bonnes relations que nous avons obtenues entre les critères de diversité pondérés et les indicateurs de fertilité ou d'intensité d'utilisation calculés obligatoirement à l'échelle de la parcelle nous ont conforté sur son intérêt.

2. Un bon niveau de richesse spécifique globale et par parcelle qui s'ordonne avec le chargement

La richesse spécifique globale à l'échelle de l'exploitation et la richesse spécifique moyenne à l'échelle des parcelles s'ordonnent remarquablement avec le chargement.

A l'échelle de l'exploitation, le niveau de richesse globale mesuré paraît élevé avec un nombre d'espèces supérieur à 120 pour l'exploitation la plus chargée. La comparaison avec d'autres systèmes prairiaux français d'altitude nous permet de situer nos résultats. Ainsi, ARRANZ *et al.* (2004) recensent un nombre total moyen de 27 à 56 espèces sur 3 exploitations de brebis laitières des Pyrénées-Atlantiques. GIBON *et al.* (2004) trouvent un nombre total moyen de 78 espèces sur un réseau de 12 exploitations en système allaitant en Ariège.

A l'échelle des parcelles, nous avons mesuré un niveau de richesse spécifique plus élevé que celui rencontré dans des exploitations des Pyrénées-Atlantiques (ARRANZ *et al.*, 2004) : 37 espèces en moyenne pour les parcelles du nord du Cantal contre 17 à 25 dans les Pyrénées. De même, les 87 parcelles d'un réseau ariégeois (ANSQUER *et al.*, 2004), qualifiées de riches et complexes par les auteurs, ne comportent que 26 espèces en moyenne (minimum : 13 ; maximum : 41). En revanche, la richesse moyenne que nous avons mesurée par faciès est identique à celle mesurée par station dans les alpages des Alpes du Nord (BORNARD *et al.*, 2004) sur 177 relevés : 40 espèces en moyenne sur les faciès du Nord Cantal contre 37 espèces dans les Alpes du Nord.

Ces comparaisons donnent des ordres de grandeur de richesse spécifique entre régions et systèmes de montagne ; les différences constatées pourraient être liées à la variabilité des milieux et des systèmes. Soulignons cependant que ces résultats sont très dépendants des personnes qui effectuent les relevés et des méthodes utilisées.

3. Une gamme de diversité entre et au sein des parcelles et des exploitations

A l'intérieur d'une même exploitation, quel que soit le chargement, il existe une gamme de diversité entre les parcelles comme le montre le profil de richesse spécifique des exploitations (figure 1). La gamme de diversité la plus importante se rencontre dans l'exploitation au chargement intermédiaire. Ce sont les parcelles de pâture, recevant moins d'azote que les parcelles de fauche chargées d'assurer les stocks hivernaux, qui permettent aux deux exploitations de chargement intermédiaire (1 UGB/ha) et élevé (1,2 UGB/ha) d'élargir leur gamme de diversité alors que, dans l'exploitation la moins chargée, toutes les parcelles, qu'elles soient fauchées ou pâturées, contribuent à l'éventail de richesse. Plus l'exploitation est extensive et plus les parcelles ont tendance à présenter une bonne richesse floristique quel que soit leur mode d'exploitation. Cet indicateur de la gamme de diversité interne à l'exploitation est cependant à manier avec prudence car il est très lié aux seuils de diversité, forte, moyenne et faible, retenus.

Concernant la diversité intraparcellaire d'une exploitation, nous avons observé que l'exploitation plus chargée présentait des parcelles homogènes avec peu de faciès, que ce soit en fauche ou en pâture, alors que l'exploitation la moins chargée avait des parcelles

plus hétérogènes avec plusieurs faciès quel que soit leur mode d'exploitation. Dans le cadre de cette étude, limitée dans le temps, il est difficile de dire si le nombre de faciès observés par parcelle a pour origine des facteurs du milieu ou des modes différents d'exploitation. L'effet du système d'exploitation nous semble cependant très important. Les pratiques mises en œuvre par l'éleveur le plus intensif visent en effet à réduire la variabilité spatiale de ses parcelles. La fertilisation minérale plus élevée sur les pâtures que les autres éleveurs, l'apport de lisier sur les parcelles d'estive, très éloignées, le pâturage au fil sur toutes les parcelles et sur toute la saison pour "ne pas gâcher l'herbe et ne pas faire s'installer en permanence des aires de couchage", le choix de la taille et de l'enclosure de la parcelle qui éliminent les couverts boisés et les zones humides... contribuent à maîtriser l'impact des facteurs naturels et à homogénéiser les parcelles. Ces observations qualitatives vont dans le sens des études de LANDAIS et BALENT (1993) qui développent l'idée qu'une des spécificités des systèmes intensifs est d'essayer de limiter l'hétérogénéité et, par conséquent, la variabilité qualitative des ressources.

4. Les liens entre mode d'exploitation, richesse spécifique et composition fonctionnelle des parcelles

■ Les prairies pâturées présentent une plus grande richesse spécifique que les prairies fauchées

Ces résultats concordent avec ceux de ANSQUER *et al.* (2004) qui montrent (sur le réseau de 87 parcelles en Ariège déjà cité) que les parcelles fauchées présentent une moins grande richesse spécifique que les parcelles pâturées.

Dans notre étude, la plus grande richesse spécifique observée sur les prairies pâturées serait le résultat de deux phénomènes. On a vu que les prairies pâturées présentent dans la plupart des cas un assemblage de faciès de communautés végétales différentes, qui leur permet d'emblée de réunir un plus grand nombre d'espèces que les prairies fauchées, plus homogènes. On a également constaté que l'équivalent azote minéral reçu par parcelle, pris dans cette étude comme indicateur de fertilité, est plus élevé sur les parcelles fauchées que sur les parcelles pâturées.

■ Les facteurs de variation de la diversité

L'équivalent azote minéral reçu par hectare comme le nombre de journées de pâturage par hectare se sont révélés être très bien reliés à la richesse spécifique exprimée en nombre pondéré d'espèces par parcelle.

Le critère "jours de pâturage" est en accord avec la théorie de la perturbation intermédiaire de GRIME (1979). Cet auteur montre que la richesse spécifique évolue selon une courbe en cloche sur un gradient

de pression de pâturage : la richesse spécifique la plus forte est atteinte pour la pression de pâturage intermédiaire. Les parcelles étudiées seraient ainsi positionnées sur la partie droite de la courbe en cloche (figure 3) et la diversité floristique des parcelles les moins pâturées (120 UGB.jours) pourrait correspondre à la situation de perturbation intermédiaire, ce qui semble se confirmer par l'absence d'envahissement par les petits ligneux.

Le critère "équivalent azote minéral" est cependant discutable. La méthode de calcul de l'azote efficace utilisée fait appel à des normes nationales contestables car homogènes quel que soit le type de sol, de climat et de prairie. Une validation par les indices de nutrition aurait été utile mais ces derniers nécessitent un travail supplémentaire important. Par ailleurs, la caractérisation de la fertilité retenue est réductrice car nous n'avons pas pris en compte la fertilité en phosphore qui peut jouer fortement sur le fonctionnement et donc sur la composition de la prairie (DURU et DUCROCQ, 1997).

Néanmoins, ces critères constituent des indicateurs intéressants de la diversité spécifique pondérée à l'échelle considérée dans cette étude : un seul système d'élevage dans un territoire homogène.

■ L'intérêt de la prise en compte des types fonctionnels et la validation du modèle de végétation de référence

Les types fonctionnels de graminées nous ont permis de faire le lien entre les pratiques et les caractéristiques des espèces. Nous avons montré qu'à un type de conduite ou un niveau de chargement correspondait un type fonctionnel dominant de graminées, confirmant ainsi les résultats trouvés par DURU *et al.* (2005) à l'échelle d'exploitations d'élevage. Nous avons mis en évidence une bonne liaison entre la diversité spécifique et l'abondance des types fonctionnels par rapport aux deux facteurs : intensité d'exploitation et équivalent azote minéral (figure 4), validant dans ce contexte le modèle de végétation de référence élaboré par BALENT *et al.* (1997) et DURU *et al.* (1998) et les types fonctionnels proposés par CRUZ *et al.* (2002) et ANSQUER *et al.* (2004). Dissocier le rôle respectif de l'intensité d'utilisation de celui de l'apport d'azote minéral reste cependant difficile dans cette étude car ces deux facteurs ne sont pas indépendants : les éleveurs ajustent la fertilisation azotée totale au nombre de journées de pâturage et au type de fauche qu'ils prévoient.

Dans une prairie, la seule identification des types fonctionnels dominants de graminées est ainsi un indicateur des pratiques appliquées en termes de fertilisation et d'intensité d'utilisation, qui permet également de mieux comprendre le fonctionnement de la prairie considérée et de faire ensuite le lien avec le niveau de diversité observé. Cette classification en types fonctionnels va, à notre sens, au-delà de la classification en bonnes, moyennes ou médiocres graminées fourragères qui reste descriptive même si l'expérience permet à l'expert d'approcher le fonctionnement derrière cette description.

Conclusion

Cette étude d'exploitations nous a permis de répondre aux questions que nous nous posions sur la diversité floristique présente dans les systèmes bovins allaitants des montagnes du Massif Central. La méthode de travail utilisée et une partie des résultats obtenus peuvent être généralisés à d'autres systèmes d'élevage, en particulier les résultats portant sur l'hétérogénéité entre les parcelles d'une exploitation et à l'intérieur des parcelles, ainsi que les résultats portant sur l'effet des pratiques sur la richesse spécifique et la composition fonctionnelle. **Les indicateurs de la richesse spécifique des parcelles mis en évidence pourraient être utilement validés dans d'autres contextes.**

Notre étude confirme également qu'**il existe une mosaïque de diversité** créée par l'agencement d'exploitations de chargements différents, l'agencement des parcelles à l'intérieur d'une exploitation et l'agencement des faciès à l'intérieur d'une parcelle.

Pour terminer, nous aimerions revenir sur quelques réactions des éleveurs enquêtés face à ce thème de la diversité dans leur exploitation. Un éleveur par exemple définissait la biodiversité comme le fait de "décorer" le paysage. Un autre nous demandait "à quoi cela pouvait lui servir, toutes ces espèces...". Ces attitudes nous renforcent dans l'idée que, pour préserver la biodiversité, il est impératif de **travailler sur les intérêts réciproques qui lient la diversité biologique et l'élevage** à l'échelle de la parcelle comme à l'échelle de l'exploitation.

Accepté pour publication,
le 2 juin 2006.

Remerciements

Nous remercions Ghislaine PRADEL et Carine DESSERRE du Parc Régional des Volcans d'Auvergne, Roger BOUCHY de la Chambre d'Agriculture du Cantal ainsi que les quatre éleveurs qui nous ont ouvert leur exploitation, pour leur appui dans cette étude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDRIEU N. (2004) : L'utilisation de la diversité de la ressource fourragère dans les systèmes d'exploitation d'élevage (dans les régions de montagne) pour tamponner les effets de la variabilité interannuelle du climat, thèse de doctorat à l'Institut National Agronomique Paris-Grignon, Ecole Doctorale ABIES, 312p.
- ANSQUER P., THEAU J.P., CRUZ P., VIEGAS J., AL HAJ KAMHED 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, 179, 353-368.
- ARRANZ J. M., FIDELLE F., HAZARD L. (2004) : "Méthode rapide pour appréhender la diversité botanique à l'échelle de l'exploitation agricole", Actes des journées de l'AFPF, La biodiversité des prairies, 182-183.

- BALENT G., GIBON A., DURU M., MAGDA D., THEAU J.P., CALVIÈRE I., SOS L. (1997) : Les prairies permanentes de milieu océanique et de montagne humide. Outil de diagnostic agro-écologique et guide pour leur utilisation, éd. INRA, 51p.
- BALENT G., ALARD D., BLANFORT V., POUDEVIGNE I. (1999) : "Pratiques de gestion, biodiversité floristique et durabilité des prairies", Fourrages, 160, 385-402.
- BELLON S., GIRARD N., GUERIN G. (1999) : "Caractériser les saisons-pratiques pour comprendre l'organisation d'une campagne de pâturage", Fourrages, 158, 115-132.
- BORNARD A., BASSIGNANA M., BERNARD-BRUNET C., LABONNE S., COZIC P. (2004) : "La diversité végétale des alpages des Alpes internes françaises et italiennes. Influence du milieu et des pratiques", Fourrages, 178, 153-169.
- CORPEN (2001) : Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux bovins allaitants et aux bovins en croissance ou à l'engrais, issus des troupeaux allaitants et laitiers, et à leur système fourrager, éd. CORPEN, 33p.
- CRUZ P., DURU M., THEROND O., THEAU J.P., DUCOURTIEUX C., JOUANY C., AL HAJ KAMHED R., ANSQUER P. (2002) : "Une nouvelle approche pour caractériser les prairies naturelles et leur valeur d'usage", Fourrages, 172, 335-354.
- DAGET P., POISSONNET J. (1971) : "Une méthode d'analyse phytosociologique des prairies. Critères d'application", Annales agronomiques, 22, 5-41.
- DURU M., DUCROCQ H. (1997) : "A nitrogen and phosphorus herbage nutrient index as a tool for assessing the effect of N and P supply on the dry matter yield of permanent pastures", Nutrient cycling in agrosystems, 47, 59-69.
- DURU M., BALENT G., GIBON A., MAGDA D., THEAU J.P., CRUZ P., JOUANY C. (1998) : "Fonctionnement et dynamique des prairies permanentes. Exemple des Pyrénées Centrales", Fourrages, 153, 97-113.
- DURU M., HAZARD L., JEANGROS B., MOSIMANN E. (2001) : "Fonctionnement de la prairie pâturée : structure du couvert et biodiversité", Fourrages, 166, 165-188.
- DURU M., TALLOWIN J., CRUZ P. (2005) : "Fonctional diversity in low-input grassland farming systems: characterisation, effect and management", Actes des journées EGF en Estonie, 29-31 août 2005, 199-210.
- GIBON A., DURU M., MAGDA D., THEAU J.P., CALVIÈRE I., SOS L. (1997) : Les prairies permanentes de milieu océanique et de montagne humide. Outil de diagnostic agro-écologique et guide pour leur utilisation, éd. INRA, 51p.
- GIBON A., BALENT G., ALARD D., LADET S., MOTTET A., JULIEN M.P. (2004) : "L'usage de l'espace par les exploitations d'élevage de montagne et gestion de la biodiversité", La Biodiversité des prairies. Un patrimoine, un rôle fonctionnel, Actes Journées AFFF 23-24 mars 2004, AFFF, 69-82.
- GRIME J.P. (1979) : Plant strategies and vegetation process, Wiley and sons, Chichester, 222p.
- GUERIN G., GAUTIER D. (2004) : "Gérer une diversité de végétation. Le cas des systèmes pastoraux méditerranéens", Fourrages, 178, 233-243.
- HODGSON J. et al. (2005) : "How much will it cost to save grassland diversity ?", Biological Conservation, 122, 263-273.
- HUYGHE C. (2005) : Prairies et cultures fourragères en France, INRA Editions, 201 p.
- JEANGROS B., BERTHER V., SCEHOVIC J. (1994) : "Plantes herbacées dicotylédones : une contribution à la biodiversité des prairies permanentes", Revue Suisse Agric., 26(3), 151-154 et 163-166.
- JEANGROS B., SCEHOVIC J., TROXLER J., BACHMANN H.J., BOSSET J.O. (1999) : "Comparaison de caractéristiques botaniques et chimiques d'herbages pâturés en plaine et en montagne", Fourrages, 159, 277-292.
- LANDAIS E., BALENT G. (1993) : "Introduction à l'étude des systèmes d'élevage extensif, INRA. (Pratiques d'élevage extensif)", Etudes et recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, 13-34.
- LECONTE D., GUICHARD H., SIMON J.C., PAGÈS J. (2005) : "La prairie dans l'assiette", Actes des Prairiales Normandie, 29-48.

- LOISEAU P., LOUAULT F., L'HOMME G. (1998) : "Gestion des écosystèmes pâturés en situation extensives : apports de l'écologie fonctionnelle et perspectives de recherche en moyenne montagne humide", Ann. Zootechnie, 47, 5-6, 395-403.
- MARTIN B., BUCHIN S., HURTAUD C. (2003) : "Conditions de production du lait et qualité sensorielles des fromages", INRA Production Animales, 16 (4), 283-288.
- PLANTUREUX S., PEETERS A., MCCRACKEN D. (2005) : "Biodiversity in intensive grasslands : effect of management, improvement and challenges", Actes des journées EGF en Estonie, 29-31 août 2005, 417-426.
- ROUQUETTE J.L., PFLIMLIN A. (1995) : "Les grandes régions d'élevage en France : proposition de zonage pour la France", 5^e Symp. Int. pour la nutrition des herbivores, Institut de l'Élevage, Clermont Ferrand, 14 septembre 1995.
- Statistical Analysis System (1999) : SAS/STAT User's Guide, Version 8, SAS Institute Inc., Cary, NC.
- ZIEGLER D., HÉDUIT M. (1991) : Engrais de ferme, valeur fertilisante, gestion, environnement, éd. ITEB, ITCF, ITP, 35p.

SUMMARY

Plant diversity on the farm scale according to the stocking rates in a suckling cattle system of the Massif Central

There are many references concerning the effects of farm management on bio-diversity on the field scale, but few studies tackle this problem on the scale of a farm. The present work studies the plant diversity on suckling farms in the upland pastures of northern Cantal.

The aim of the study was to determine the level of diversity according to the stocking rate at the field level and at the farm level, and to detect any relationship between the utilization of a pasture and its diversity. Botanical relevés were drawn per facies on the fields of 4 farms (with stocking rates from 0.7 to 1.2 LU/ha), in order to estimate the specific diversity and the composition of the various functional types of grasses. On the field and the farm scales, the specific diversity increases when the stocking rate diminishes, but the range of diversities within fields is largest with intermediate stocking rates. The functional types of grasses found in the pastures were compared to the stocking rates and the farming practices. On grazed pastures, the observed greater specific diversity appears to be linked to the presence of several facies and to a lesser input of mineral nitrogen equivalent than on meadows.

