

L'usage de l'espace par les exploitations d'élevage de montagne et la gestion de la biodiversité

A. Gibon¹, G. Balent¹, D. Alard¹, J. Muntané y Raich², S. Ladet¹, A. Mottet¹, M.-P. Julien¹

Reflet de l'équilibre dynamique qui s'installe entre la végétation et l'usage qui en est fait, la biodiversité des prairies constitue un indice de leur valeur écologique et patrimoniale, mais aussi un indicateur de leur fonctionnement et de la durabilité de leur usage. En milieu de montagne, la dimension spatiale intervient fortement sur les relations entre utilisation de l'espace et biodiversité...

RÉSUMÉ

En prenant appui sur divers résultats de recherches menées depuis 20 ans dans les Pyrénées centrales, les caractéristiques de l'utilisation de l'espace par les exploitations agricoles sont présentées. Les particularités spatiales des territoires d'exploitation influent sur les pratiques d'utilisation des prairies et sur la dynamique des couverts et des paysages. Un modèle de référence permet de diagnostiquer la maîtrise de l'exploitation de la végétation. L'impact des modes d'usage des prairies sur leur richesse en espèces est présenté sur quelques cas concrets. Une gestion mal maîtrisée conduit à une augmentation de la diversité intraparcélaire et à une diminution de la diversité interparcélaire, puis à une baisse rapide de ces 2 diversités. Raisonner l'organisation de l'usage des prairies à des niveaux d'organisation larges est une nécessité pour préserver la biodiversité en région de montagne.

MOTS CLÉS

Biodiversité, diagnostic, dynamique de la végétation, évolution, gestion des prairies, gestion du territoire, paysage, Pyrénées, prairie, prairie de montagne, pratiques des agriculteurs, système fourrager.

KEY-WORDS

Agricultural practices, biodiversity, diagnosis, evolution, forage system, grassland, land management, landscape, pasture management, Pyrenees, sward dynamics, upland pasture.

AUTEURS

1 : INRA-INPT/ENSAT Dynamiques Forestières dans l'Espace Rural (DYNAFOR), Chemin de Borde Rouge, BP 27, F-31326 Castanet-Tolosan cedex ; gibbon@toulouse.inra.fr

2 : Calle Nicaragua 35A, Valldoreix, 08197 Barcelona (Espagne).

Introduction

L'élevage de montagne utilise des ressources végétales diversifiées le long de gradients altitudinaux, qui conditionnent les périodes de végétation et d'utilisation. La grande majorité de ces surfaces fourragères sont des couverts prairiaux pérennes très anciens dont la biodiversité est élevée. Les changements dans la gestion agricole de l'espace au cours de la période récente ont été identifiés comme un élément négatif pour la biodiversité des **milieux de montagne**, ce qui conduit aujourd'hui à envisager la conservation dans une double perspective de **gestion des paysages et de développement durable de l'agriculture** (OLSSON *et al.*, 2000). L'évolution des activités agricoles en montagne au cours de la seconde moitié du XX^e siècle s'est traduite par l'abandon d'une partie de l'espace agricole des vallées et un double mouvement d'intensification et d'extensification de l'usage des autres terrains en fonction de leurs caractéristiques (MACDONALD *et al.*, 2000). L'ampleur de l'expansion des accrus forestiers spontanés dans l'ensemble des massifs montagnards du sud de l'Europe est un premier révélateur des menaces sur la biodiversité et la durabilité des ressources agro-pastorales que fait peser cette évolution. La question de la conservation de la biodiversité en milieu de montagne est aussi étroitement liée à celle, plus globale, de la durabilité des relations entre l'élevage montagnard et la qualité agronomique et écologique des prairies qu'il utilise. La prise en compte des **dimensions spatiales des relations fonctionnelles entre l'usage de l'espace par les exploitations d'élevage et les dynamiques de végétation** au sein de petits territoires apparaît comme un élément indispensable de l'analyse.

La composition floristique d'une prairie et sa richesse spécifique sont le reflet de l'équilibre dynamique qui s'installe entre la végétation et l'usage qui en est fait (BALENT, 1991). Ces composantes de la biodiversité peuvent être considérées comme un indice de la valeur écologique et patrimoniale des prairies mais aussi comme un indicateur de leur fonctionnement. Qu'elle soit abordée sous l'angle patrimonial ou sous l'angle fonctionnel, la biodiversité des prairies dans les régions de montagne doit être vue à plusieurs niveaux : la parcelle, avec la nature et la diversité des espèces présentes dans une prairie ; l'exploitation, avec la qualité et la durabilité des communautés végétales au sein du parcellaire ; le paysage, avec l'organisation au sein d'unités territoriales des communautés végétales (BALENT *et al.*, 1998).

Précédemment nous avons analysé de manière détaillée l'influence éventuelle de la richesse spécifique sur la durabilité des prairies pour conclure que cette durabilité était plutôt le résultat de pratiques de gestion bien maîtrisées que de la richesse en espèces (BALENT *et al.*, 1999). Nous avons également montré, sur l'exemple du pâturage, que le fonctionnement des processus écologiques devait, pour être compris, être abordé à des niveaux d'organisation spatio-temporels multiples et différents des niveaux de gestion (BALENT *et al.*, 1998). Nous avons enfin abordé les conséquences de l'évolution des exploitations agricoles et des stratégies des agriculteurs sur la structure et la dynamique des paysages de montagne (GIBON, 2000).

Nous proposons d'explorer ici **l'influence des pratiques de gestion** au niveau des parcelles et des territoires des exploitations **sur le maintien d'une richesse en espèces prairiales élevée qui a toujours été une caractéristique des prairies de montagne** ; le maintien de cette diversité est aujourd'hui un objectif de gestion à part entière, du niveau de la parcelle à celui du paysage. Nous utilisons à cette fin les résultats de nos recherches dans quelques vallées pyrénéennes depuis une vingtaine d'années. Ces recherches, dont le développement durable de l'élevage et des territoires constitue le fil directeur, associent l'étude du fonctionnement des exploitations et des systèmes agraires locaux et celle des caractéristiques écologiques de la végétation des prairies et des paysages.

1. L'usage des ressources agro-pastorales dans les exploitations d'élevage pyrénéennes : entre tradition et modernité, une grande diversité de situations

L'organisation et le fonctionnement des exploitations de montagne sont aujourd'hui encore très marqués par l'histoire. **Les systèmes agraires locaux ont conservé jusqu'à une période récente certains traits d'organisation** voisins de ceux des communautés villageoises traditionnelles (BOURBOUZE et GIBON, 1999). Ces dernières assuraient la durabilité à long terme de la gestion des ressources agro-pastorales au niveau du territoire par un contrôle très strict de l'usage des ressources et de leur répartition entre les familles agricoles. Ce contrôle, nécessaire à la survie de la communauté, reposait sur l'homogénéité des systèmes de production et des calendriers d'utilisation de l'espace entre exploitations, sur un patron général unique d'organisation des parcellaires d'exploitation au sein du territoire, ainsi que sur la stabilité du nombre des exploitations (PARAIN, 1979). Ces principes d'organisation sont restés en montagne plus longtemps qu'ailleurs une priorité des sociétés locales. Les Pyrénées, où le contrôle communautaire a persisté jusqu'au début des années 1960, constituent un cas d'école particulièrement riche pour analyser les relations entre l'usage de l'espace au niveau des exploitations d'élevage et les dynamiques de végétation en milieu de montagne. Les traces de l'organisation ancienne de l'usage de l'espace par les exploitations, dont nous voulons souligner ici l'importance sur la dynamique des ressources végétales et de la biodiversité, y sont encore très nettes.

Nous avons caractérisé la diversité des exploitations utilisatrices du territoire **dans trois vallées des Pyrénées centrales**. Dans chacune d'elles, une étude exhaustive de la population d'exploitations d'un petit échantillon de communes a été conduite (trente à cinquante exploitations dans chaque situation). Les données ont été recueillies en 1992 pour le Couserans (Ariège), en 1993 pour le Luchonnais (Haute-Garonne) et en 2002-2003 pour le Davantaygue (Hautes-Pyrénées).

■ Les stratégies globales d'utilisation de l'espace

L'usage de l'espace dans les exploitations d'élevage de montagne s'organise généralement autour de deux grands pôles, les pâturages collectifs, utilisés en été et demi-saison, et les terres privées consacrées à la fauche et à la pâture en demi-saison et en hiver. Les modalités générales d'utilisation de l'espace se différencient aujourd'hui entre exploitations par la place relative accordée aux **terres collectives** et aux **terrains privés** dans les stratégies d'alimentation des troupeaux. Nous l'illustrons au moyen des résultats relatifs au Couserans et au Luchonnais. Notre méthode de caractérisation se fonde sur **les pratiques d'utilisation de l'espace en vigueur dans les années 1960-1970**, considérées comme un archétype. A cette date, dans leur très grande majorité, les éleveurs pyrénéens conduisaient encore leurs troupeaux ovins et bovins selon un schéma traditionnel, organisé en quatre grandes phases (GIBON, 1994) :

- Un hivernage du troupeau au village et/ou dans les granges-étables disséminées dans certains terroirs éloignés du village, au cours duquel les animaux consommaient les fourrages récoltés sur les terres de l'exploitation et sortaient au pâturage aussi souvent que le temps le permettait. Une variante consistait à mettre en pension en plaine une partie des animaux (système de «gazailhe»).

- Une montée progressive en altitude au printemps. L'alimentation était alors fournie par le pâturage des prés de fauche puis des pacages de zone intermédiaire et des communaux de basse altitude.

- Un estivage sur les parcours d'altitude, au sein de troupeaux collectifs regroupant l'ensemble des animaux du village, durant 4 à 5 mois (ovins) ou 5 à 6 mois (bovins).

- Un retour progressif vers les lieux d'hivernage en automne, selon un schéma inverse à celui du printemps.

Durant la saison de pâturage, le troupeau était mené en un seul lot. Les distributions de fourrages à l'étable faisaient en revanche l'objet d'un choix minutieux du niveau et la nature des fourrages distribués selon les types d'animaux.

TABLEAU 1 : **Les stratégies de pâturage dans les exploitations d'élevage du Couserans et du Luchonnais en 1992-1993** (d'après GIBON et al., 1999 ; MUNTANÉ Y RAICH, 1999).

TABLE 1 : **Grazing strategies in livestock farms of Couserans and of Luchonnais in 1992-1993** (after GIBON et al., 1999 ; MUNTANÉ Y RAICH, 1999).

	Conduite pastorale traditionnelle	Conduite pastorale aménagée	Repli sur zones intermédiaires*	Repli sur zones intermédiaires et SAU*	Nombre total
Bovins Couserans					
Nombre de cas	19	7	4	2	32
(%)	59,38	21,88	12,50	6,25	100,00
Bovins Luchonnais**					
Nombre de cas	15	8	1	4	28
(%)	53,57	28,57	3,57	14,29	100,00
Ovins Luchonnais					
Nombre de cas	32	1	2	3	38
(%)	84,21	2,63	5,26	7,89	100,00

* Zones intermédiaires : anciennes terres privées aujourd'hui utilisées en pâturage collectif ; SAU : terres agricoles de l'exploitation
 ** 16 des 50 exploitations du Luchonnais prises en compte dans l'analyse exploitent à la fois un troupeau ovin et un troupeau bovin. La mixité des troupeaux constituait une caractéristique courante des exploitations traditionnelles des Pyrénées.

Les **stratégies générales d'utilisation de l'espace** observées dans le Couserans et le Luchonnais **au début des années 1990** relèvent de trois grands types d'attitudes (tableau 1) : **la conservation du schéma général traditionnel** d'utilisation de l'espace, **l'aménagement du schéma traditionnel**, par une modification des pratiques estivales de pâturage (le gros du troupeau monte à l'estive mais quelques animaux sont maintenus à l'écart pour mieux en maîtriser la production), ou encore **l'abandon total de l'utilisation de l'estive**. Les animaux qui ne sont pas envoyés à l'estive passent l'été soit sur des parcours collectifs de moindre altitude, soit sur les terres privées de l'exploitation. Chez certains éleveurs, l'abandon total de l'utilisation des estives collectives découle de l'adoption de modèles d'élevage allaitant modernisés (avec races bouchères spécialisées le plus souvent). Chez d'autres, en particulier certains éleveurs âgés, l'objectif est de simplifier la conduite du troupeau afin limiter la charge en travail. L'importance relative de ces trois stratégies d'utilisation de l'espace varie en fonction des espèces élevées. Si les troupeaux ovins restent majoritairement conduits selon la logique pastorale classique, ce type de conduite ne concerne que 50 à 60% des troupeaux bovins dans les deux régions au début des années 1990. Une très grande majorité des éleveurs des deux régions (80%) conserve néanmoins pour les bovins une utilisation de l'espace à «**logique pastorale**» (conduite pastorale classique ou aménagée).

■ L'organisation du parcellaire des exploitations

Le poids de l'organisation spatiale du parcellaire des exploitations d'élevage sur les modalités techniques d'utilisation des parcelles a été démontré dans différentes régions (BENOÎT, 1985 ; JOSIEN *et al.*, 1994 ; etc.). Les parcellaires et les bâtiments des exploitations au sein de chaque vallée peuvent être regroupés selon quelques grands types, dont le détail diffère en fonction de la géomorphologie des vallées, mais dont les bases d'organisation sont similaires (tableau 2).

Le **type traditionnel** correspond à une structure spatiale voisine de l'archétype de la région. Les bases d'organisation de la «maison» (terme local désignant l'ensemble constitué des terres, du bâtiment d'habitation et des bâtiments d'élevage que chaque génération devait transmettre à la suivante) avaient pour but d'offrir à chaque famille agricole les éléments lui permettant de subvenir à ses divers besoins (SOULET, 1981 ; GRATACOS, 1998). Les exploitations, dont chacune disposait de parcelles situées dans les différents terroirs du village, présentaient entre elles une grande similitude de structure (CHEVALIER, 1980). La diversité des prairies, comme d'ailleurs celle des animaux, constituait en outre dans les systèmes de production traditionnels un facteur important pour la bonne marche technique de l'exploitation, car elle aidait à faire face aux aléas climatiques (GIBON et DURU, 1987 ; GIBON, 1994). Dans les structures qualifiées ici de traditionnelles, que l'on rencontre aussi bien chez les jeunes agriculteurs que chez des agriculteurs plus âgés, les terrains de l'exploitation restent dispersés et présentent un fort étagement en altitude, ainsi qu'une proportion marquée de terrains à forte pente et/ou difficulté d'accès.

	Type traditionnel	Type aménagé 1	Type aménagé 2	Type interstitiel	Total
Couserans (1992)	dispersion et étalement importants, accès difficile	concentration sur terrains plats	regroupement sur soulane	très fortes contraintes de pente et d'accès	
n	13	6	4	6	29
%	44,83	20,69	13,79	20,69	100,00
Luchonnais (1993)	dispersion, étalement importants, difficultés d'accès limitées	concentration sur terrains plats	regroupement sur soulane	Fortes contraintes de pente et d'accès	
n	4	32	7	2	45
%	8,89	71,11	15,56	4,44	100,00
Davantaygue (2003)	dispersion, étalement importants, fortes contraintes de pente	agrandissement des parcelles, fortes contraintes de pente et accès	regroupement autour du siège de l'exploitation agricole	structure d'un seul tenant très petite taille	
n	10	8	12	2	32
%	31,25	25,00	37,50	6,25	100,00

Légende : Les échantillons d'exploitations du Couserans et du Luchonnais considérées dans ce tableau sont les mêmes que celles étudiées dans le tableau 1 (8 exploitations ont été écartées en raison de données manquantes).

Méthode : Pour comparer la structuration spatiale des territoires entre exploitations, nous l'avons caractérisée au moyen d'une batterie d'indicateurs relatifs à l'organisation spatiale du parcellaire et des bâtiments de l'exploitation et aux contraintes et atouts des terrains pour la conduite technique de l'exploitation (pente, accès, éloignement). Pour chaque vallée, nous en avons élaboré une typologie à l'aide d'une analyse multivariée (AFC) et d'une classification automatique hiérarchique. Pour plus d'information sur la méthode et son application au Couserans et au Luchonnais, voir DI PIETRO *et al.*, 1995 ; GIBON *et al.*, 1999.

Le **type aménagé** s'apparente au précédent, mais présente des contraintes moindres à la conduite de l'activité agricole (éloignement, pente, accès...). On y distingue deux sous-types. Le premier regroupe des situations où l'éleveur a fait évoluer une structure traditionnelle en combinant l'abandon des parcelles les plus contraignantes à l'acquisition de parcelles aux caractéristiques plus favorables pour la fauche ou le pâturage. Ce type d'exploitation, de taille assez importante, se rencontre chez les familles en milieu de cycle de vie pour qui l'exploitation agricole tient une place importante dans le système d'activité. Le second rassemble des structures de taille plus faible, reflet d'un repli de l'activité agricole sur la partie la plus favorable de l'exploitation. On le rencontre chez les exploitants âgés et certains ménages plus jeunes dont le système d'activité privilégie d'autres sources de revenu.

Le **type «interstitiel»** regroupe des exploitations aux dimensions souvent modestes dont le territoire présente des handicaps plus accusés que les précédentes. On le rencontre principalement dans le Couserans et le Luchonnais, chez des agriculteurs ayant constitué *ex nihilo* une exploitation en récupérant les terres délaissées par ceux qui ont aménagé leur structure. Dans le Davantaygue, ce type d'installation se fait plutôt sur de toutes petites structures d'un seul tenant.

Dans les trois vallées étudiées, l'organisation spatiale des exploitations est fortement marquée par l'histoire (tableau 2). Dans le Couserans du début des années 1990 comme le Davantaygue d'aujourd'hui, les structures spatiales de type classique restent fréquentes (plus de 40% et 30% des cas respectivement). Les structures dispersées à fortes contraintes (type interstitiel dans le Couserans, aménagé pour le pâturage dans le Davantaygue) représentent 20% des cas. Dans le Luchonnais, où les exploitations se sont concentrées sur les surfaces de fonds de vallée et les versants favorisés, les terrains restent néanmoins fréquemment dispersés sur plusieurs kilomètres de distance (en raison de la persistance des pratiques de pâturage collec-

TABLEAU 2 : Répartition des exploitations selon leur type de structure spatiale dans le Couserans, le Luchonnais et le Davantaygue (d'après GIBON *et al.*, 1999, MUNTANÉ Y RAICH, 1999 ; MARCADET, 2003 ; MARCADET *et al.*, in prep.).

TABLE 2 : *Distribution of farms according to the type of spatial structure in Couserans, Luchonnais, and Davantaygue* (after GIBON *et al.*, 1999, MUNTANÉ Y RAICH, 1999 ; MARCADET, 2003 ; MARCADET *et al.*, in prep.).

tif des terres privées dans cette région, les parcelles situées dans les terroirs les plus difficiles sont venues progressivement agrandir les zones intermédiaires vouées au pâturage collectif).

Au-delà des particularités de chaque vallée, l'imbrication des parcelles des exploitations au sein de paysages en mosaïque constitue un trait majeur du schéma d'organisation du territoire agricole. Le poids de ce schéma sur l'usage de l'espace est très important. Il conditionne l'organisation spatiale du phénomène d'enfrichement et d'installation de boisements spontanés qui a marqué ces régions depuis plus d'un demi-siècle. L'abandon agricole des terres y présente le plus souvent un caractère très fragmenté, ne formant de grandes unités que sur quelques terroirs anciens par trop défavorables pour l'élevage d'aujourd'hui. Il explique également la complexité spatiale particulière de l'organisation des modes d'exploitation des prairies, qui s'inscrit dans une mosaïque de territoires d'exploitations aux caractéristiques différenciées.

■ Les modes d'utilisation des prairies au sein du parcellaire de l'exploitation

Comme l'ont montré de nombreux auteurs, les fonctions (fauche, pâturage) que l'éleveur attribue à chacune des parcelles de prairie de son exploitation dépendent de sa productivité et des contraintes qu'elle présente pour la récolte de fourrage et le pâturage, comme son éloignement, son accessibilité, sa pente ou sa taille (LANDAIS et BALENT, 1993). Ces fonctions, et les modes d'usage et d'entretien de la végétation qui leur sont associés, dépendent non seulement de la valeur intrinsèque des contraintes, mais aussi de leur valeur relative au sein du parcellaire de l'exploitation. Les travaux que nous avons conduits dans le Couserans ont montré que **la répartition des superficies prairiales entre terrains d'aptitudes et contraintes d'exploitation variées influe fortement sur l'organisation des systèmes fourragers et les choix techniques d'utilisation de l'espace** dans les exploitations de montagne. L'organisation en un système cohérent des modalités d'exploitation de parcelles hétérogènes dans leurs altitudes, leurs aptitudes agro-écologiques et leurs contraintes de mise en valeur constitue un point délicat de la gestion des exploitations et, pour un même type de système d'élevage, la maîtrise de la conduite de l'exploitation peut présenter des degrés de difficulté très différents en fonction des caractéristiques spatiales du territoire de l'exploitation et du chargement global de la SAU (VIVIANI-ROSSI, 1991 ; VIVIANI-ROSSI *et al.*, 1992 ; THEAU et GIBON, 1993). Dans ces conditions, quand un changement intervient (agrandissement de l'exploitation, introduction d'une innovation), la réorganisation des pratiques d'utilisation des prairies sur des bases solides et durables appelle la mise en œuvre d'un nouvel équilibre dans le jeu complexe des interactions entre la diversité des aptitudes des prairies et les contraintes de la structure spatiale, la stratégie d'alimentation du troupeau, les limites du temps de travail disponible et l'aléa climatique (GIBON *et al.*, 1989).

Nos travaux ont mis en évidence que, dans les trois régions des Pyrénées centrales étudiées, **la grande majorité des éleveurs locaux**

accorde une valeur importante à la conservation des ressources agro-pastorales et des paysages. Comme nous l'avons montré dans le Couserans (GIBON, 1999), leurs stratégies de développement sont cependant marquées par **l'impact très lourd du contexte économique** de l'agriculture **sur les exploitations de montagne.** L'augmentation, voire le simple maintien, de leur revenu agricole passait (et passe encore) par l'augmentation des hectares et des effectifs entretenus (BAZIN, 1992). Quand l'**agrandissement** confère au temps de travail demandé un caractère démesuré par rapport aux **disponibilités en main d'œuvre** dans les conditions d'exploitation que nous venons de décrire, **gérer les ressources dans une perspective de durabilité devient très délicat.**

2. Gestion des prairies de montagne et diversité de la végétation

Dans cette deuxième partie, nous allons rendre compte des **conséquences des évolutions récentes** des exploitations agricoles sur la composition floristique et la richesse en espèces des prairies. Nous abordons cette question aux niveaux i) des parcelles agricoles où se déroulent les processus, ii) des exploitations agricoles et de leur territoire où se décident les changements et iii) des paysages où se manifestent les conséquences les plus spectaculaires.

■ La richesse en espèces des prairies de montagne et les enjeux de la conservation de leur biodiversité

Une comparaison de la biodiversité des prairies entre différents milieux permet d'illustrer l'importance de l'enjeu de la préservation de leur biodiversité en région de montagne. Si l'on se base sur la richesse en espèces des prairies de régions où nous l'avons étudiée, on observe que **les prairies fauchées et pâturées de moyenne montagne sont très riches en espèces comparées à celles des régions de plaine ou de coteaux** (tableau 3). On trouve en moyenne environ 180 espèces dans les prairies de montagne contre environ 90 espèces dans les zones de plaine et de coteaux. Dans la vallée d'Oô en Haute-Garonne, dans des prairies situées vers 1 000 m d'altitude, nous avons trouvé

TABLEAU 3 : Richesse en espèces prairiales dans différentes régions françaises d'altitudes variées.

TABLE 3 : Number of grassland species in different French regions of varying altitudes.

	Vallée d'Oô	Bigorre	Couserans	Alpes de Haute-Provence	Aubrac	Auxois	Aveyron	Pays basque
Relevés	61	91	129	77	60	95	70	92
Médiane	38	34	31	30	30	29	28	25
Moyenne	37	34	30,2	30	29,7	31,3	28	28,5
Ecart type	8	6	6,76	6	7,92	7,65	6	12,14
Richesse totale	217	214	130	188	144	69	64	142

Légende : Les régions de plaine et de coteaux sont en italique.

Origine des données : Oô : BALENT, 1991 ; Couserans, Aubrac, Aveyron : BALENT, non publié ; Alpes de Haute-Provence : RAWSKI, non publié ; Auxois : GRANGER, 1992 ; Pays basque : MAESTRE, non publié ; Bigorre : JULIEN et al., en cours. L'ensemble des relevés botaniques a été réalisé par la méthode des points quadrats (50 points espacés de 40 cm le long d'une ligne de 20 m).

217 espèces prairiales pour un nombre relativement limité de relevés floristiques (BALENT, 1991). En Bigorre, dans une vallée du Parc national des Pyrénées située à la même altitude, nous avons trouvé 214 espèces pour 91 relevés (JULIEN *et al.*, en cours). Dans les Alpes de Haute-Provence (RAWSKI, non publié), il a été trouvé 188 espèces pour 77 relevés. Dans les prairies de l'Aubrac (144 espèces) ou du Couserans en Ariège (130 espèces), la richesse totale en espèces est plus faible malgré un nombre de relevés comparable ou plus élevé. Le niveau d'intensification élevé, dont nous précisons les effets ci-après, peut expliquer ce résultat pour l'Aubrac et en partie pour le Couserans.

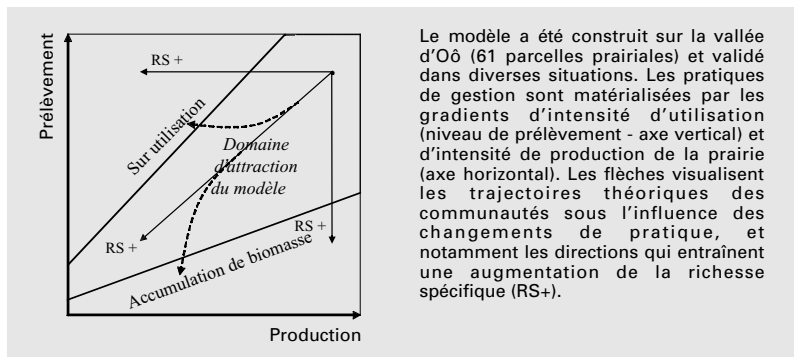
Dans les plaines et les régions de basse montagne, la richesse est nettement plus faible. Dans les prairies de fauche de la vallée de l'Aveyron, nous avons trouvé 64 espèces (BALENT, non publié) et dans les prairies humides pâturées de la vallée de l'Auxois, GRANGER (1992) a trouvé 69 espèces. L'intensification excessive des prairies à l'époque des relevés (années 1980) est le facteur explicatif le plus probable pour l'Aveyron, alors que le pâturage de prairies hydromorphes par des bovins est probablement à l'origine de la faible diversité des prairies de l'Auxois.

■ La diversité floristique des prairies : un modèle de référence pour évaluer les conséquences des pratiques de gestion sur la diversité de la végétation

La notion d'état de référence d'un système écologique est aujourd'hui largement remise en cause en tant qu'objectif de gestion car assimilée à un retour vers des modes d'organisation passés. Nous considérons ici, qu'un **état de référence** est avant tout une métrique servant à **évaluer les changements dans un système écologique qui s'écarte de son état initial ou d'un état d'équilibre dynamique**, suite à un changement brusque d'un ou plusieurs facteurs de son environnement. Ce point de vue, proposé par HOLLING (1973), formalisé par BLANDIN (1986) et FRESKO et KROONENBERG (1992), est au cœur de l'écologie des perturbations développée par LEVIN et PAINE (1974), WHITE (1979) puis théorisée par RYKIEL (1985), VAN ANDEL et VAN DEN BERGH

FIGURE 1 : Un modèle de référence pour analyser la relation entre les pratiques de gestion qui conditionnent la production et les prélèvements et les caractéristiques de la végétation (d'après BALENT, 1991 ; BALENT *et al.*, 1997 ; 1999 ; DURU *et al.*, 1998).

FIGURE 1 : A reference model for the analysis of the relationships between management practices affecting production and samplings, and the characteristics of the vegetation (after BALENT, 1991 ; BALENT *et al.*, 1997 ; 1999 ; DURU *et al.*, 1998).



(1987) pour les prairies. Cette théorie postule qu'il existe une zone d'attraction au sein de laquelle le système revient vers son état initial, au-delà de laquelle le système est durablement modifié (GRIMM et WISSEL, 1997). Il existe donc une gamme d'états non perturbés qui sert de base pour évaluer les écarts induits par des modifications de l'environnement (VAN DER MAAREL, 1993). Dans nos travaux antérieurs, nous avons établi un tel modèle (figure 1) qui permet d'évaluer l'état des prairies en relation avec les pratiques de gestion liées à la fertilisation (i.e. Production) et au niveau des prélèvements par la fauche et le pâturage (Prélèvement).

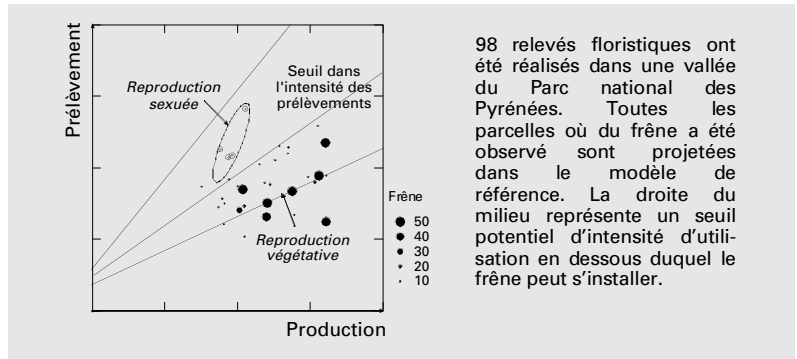
D'une manière générale, il est admis que **la richesse spécifique diminue avec l'intensité des facteurs de gestion**. Le modèle de référence établi dans les Pyrénées centrales (présenté de façon détaillée dans BALENT, 1991 ; BALENT *et al.*, 1997 ; DURU *et al.*, 1998) confirme ce résultat car la richesse d'une parcelle augmente quand le niveau de production (lié à la fertilité) diminue et quand le niveau d'utilisation diminue (figure 1). Ces relations sont statistiquement significatives ($n=53$, $r^2=0,507$, $F\text{-ratio}=52,5$, $p=0$ pour l'axe Production ; $n=53$, $r^2=0,439$, $F\text{-ratio}=39,9$, $p=0$ pour l'axe Prélèvement). Dans ces conditions, l'extensification de la gestion des prairies qui caractérise une grande partie des prairies de montagne devrait donc se traduire par une augmentation de la richesse spécifique, à condition que l'évolution conjointe de l'intensité des deux facteurs maintienne la parcelle au sein de la zone d'attraction du modèle où ces relations sont vérifiées. Nous avons observé ce type de trajectoire pour les parcelles de la vallée d'Oô qui ont servi à constituer le modèle (BALENT, 1991). Cette diminution conjointe de la fertilité des parcelles et de leur degré d'utilisation a été possible dans le contexte d'une déprise agricole longue et progressive, qui a vu simultanément les agriculteurs utiliser la rente de fertilité héritée des usages passés sans la renouveler et les troupeaux en pâturage libre adapter leur niveau de prélèvement à l'état de la végétation. Cette évolution lente et progressive a fait que les trajectoires des parcelles se sont maintenues dans la zone d'attraction du modèle.

Diverses études complémentaires nous ont permis de consolider l'utilisation de ce modèle comme outil de diagnostic de l'équilibre entre les pratiques et la durabilité de la fonction agricole et environnementale attribuée à une prairie, et donc de la maîtrise de sa gestion, au moyen de la projection dans l'espace du modèle d'un relevé de sa composition botanique (BALENT *et al.*, 1997 ; DURU *et al.*, 1998).

Aujourd'hui, dans de nombreuses situations, il existe un **découplage entre prélèvement et production**. Le niveau de prélèvement décroît plus vite que la fertilité entraînant une accumulation de la biomasse non consommée. Cette situation semble être une des principales **causes d'installation progressive ou massive de plantules d'espèces ligneuses** (JULIEN *et al.*, 2003). La figure 2 montre que les parcelles où l'on trouve du frêne, une fois projetées dans le modèle de référence, sont en général sous-utilisées en regard de leur niveau de production. Tout se passe comme s'il existait un seuil dans l'intensité d'utilisation (rapport entre la consommation et la production) sous lequel le frêne peut s'installer dans la parcelle *via* la reproduction végétative ou sexuée. Les quelques parcelles situées au-dessus de ce seuil

FIGURE 2 : Localisation dans le modèle de référence de parcelles colonisées par le frêne (*Fraxinus excelsior*) dans une vallée du Parc national des Pyrénées (d'après JULIEN *et al.*, 2003).

FIGURE 2 : Location in the reference model of fields colonized by ash trees (*Fraxinus excelsior*) in a valley of the Pyrenees National Park (after JULIEN *et al.*, 2003).



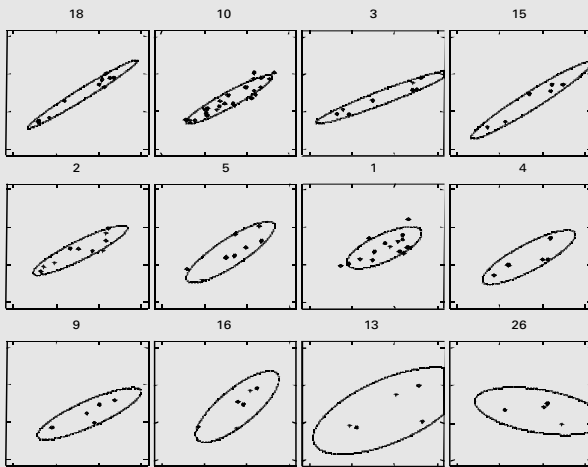
98 relevés floristiques ont été réalisés dans une vallée du Parc national des Pyrénées. Toutes les parcelles où du frêne a été observé sont projetées dans le modèle de référence. La droite du milieu représente un seuil potentiel d'intensité d'utilisation en dessous duquel le frêne peut s'installer.

(entourées par une ellipse) correspondent à des situations où, en dépit d'une intensité d'utilisation élevée, certaines plantules de frêne parviennent à se développer, mais nos observations ont montré que ces peuplements de frêne ne sont pas viables.

Les parcelles qui s'écartent de la zone d'attraction du modèle suite à une sous-utilisation conduisant à l'envahissement par des ligneux voient leur richesse spécifique décroître brutalement. La richesse moyenne des parcelles avec du frêne est de 21,6 alors que celle des autres est de 34,4 (différence significative). **La règle d'augmentation de la richesse spécifique avec la diminution des prélèvements n'est donc valable que dans la zone d'attraction du modèle** ; au-delà, la richesse décroît rapidement. Le boisement des territoires pastoraux conduit à une baisse de la richesse spécifique au niveau des parcelles.

■ La biodiversité des prairies au niveau des exploitations agricoles

Si les pratiques de gestion conditionnent la biodiversité intraparcellaire des prairies permanentes, **la diversité des situations agro-écologiques et celle des structures spatiales des exploitations de montagne conditionne grandement la diversité interparcellaire**. De nombreux travaux d'agronomes, de zootechniciens et de pastoralistes (par exemple, VIVIANI-ROSSI *et al.*, 1992) ont montré que, pour des raisons structurelles (main d'œuvre limitée, chaînes de récolte peu performantes pour les foins), les exploitations de montagne avaient tout intérêt à disposer de ressources végétales de fertilités variées afin d'étaler au maximum la période de fenaison. Les travaux réalisés dans la vallée du Couserans il y a une dizaine d'années permettent d'illustrer ce phénomène. Les 12 exploitations prises pour exemple dans ce qui suit (figure 3) sont un sous-ensemble de celles dont la structure spatiale a été décrite dans la première partie de cet article. Des relevés botaniques ont été réalisés dans toutes les parcelles de ces exploitations d'élevage qui appartiennent à une même commune (Ercé). Ces relevés ont été projetés dans le modèle de référence reliant les pratiques de gestion à la végétation prairiale (BALENT, 1991).



L'axe horizontal représente le niveau de PRODUCTION ; l'axe vertical, le niveau de PRELEVEMENT de la biomasse produite. Les exploitations sont classées par ordre décroissant de la corrélation entre les deux axes (de gauche à droite et de haut en bas) : $p < 0,001$ pour la 1^{ère} ligne ; $p < 0,05$ pour la 2^e. Les 4 dernières ne sont pas significatives.

Les parcelles d'une même exploitation agricole couvrent une gamme de fertilité et de prélèvement relativement élevée avec quelques variations entre exploitations. Les exploitations de la première ligne du graphique sont remarquables par la qualité de l'ajustement entre le niveau de production et le niveau de prélèvement. Tout se passe comme si, dans ces exploitations, il existait une très bonne maîtrise des pratiques de gestion, c'est-à-dire un très bon ajustement des prélèvements au niveau de production de la parcelle. Ceci contribue à maintenir ces parcelles dans la zone d'équilibre dynamique du modèle de référence. Les exploitations de la deuxième ligne ont une diversité interparcelle moins grande que les précédentes ; la corrélation entre production et prélèvement est moins bonne. Le phénomène s'accroît pour les parcelles des exploitations de la troisième ligne au sein desquelles la relation n'est pas significative. Dans l'exploitation 26, le niveau de prélèvement semble même indépendant de la production. Ces résultats suggèrent **des niveaux de maîtrise différents entre agriculteurs dans leur capacité à ajuster production et prélèvement** au niveau de leurs parcelles, mais sont **aussi le reflet de structures spatiales différentes**, les variables d'**accessibilité** entrant fortement en ligne de compte.

Concernant la diversité floristique, le nombre total d'espèces végétales présentes sur l'ensemble des parcelles de chaque exploitation de l'échantillon est respectivement de 76 et de 60 espèces (différence significative) pour les exploitations où la relation entre production et prélèvement est significative et pour celles où elle ne l'est pas. Dans cet échantillon d'exploitations, la richesse moyenne par parcelle (diversité intra) est respectivement de 29,7 et de 31,8 pour les deux groupes, mais la différence est non significative. **Dans la situation étudiée, des pratiques maîtrisées favorisent le maintien d'une diversité inter-**

FIGURE 3 : Diversité de la végétation des parcelles d'une douzaine d'exploitations du Couserans (Ariège) dans le modèle de référence.

FIGURE 3 : Diversity of the vegetation in the fiefs of a dozen farms in Couserans (Ariège), as shown in the reference model.

parcellaire plus élevée que dans les exploitations où les pratiques sont moins maîtrisées. Elles conduisent vraisemblablement aussi à une diversité intraparcellaire plus faible (hypothèse qui reste à vérifier).

■ Gestion de l'espace et biodiversité au niveau des paysages

Dans les Pyrénées centrales, comme dans beaucoup de régions de montagne, les paysages ont une forte valeur esthétique et patrimoniale, menacée par la concentration de l'élevage sur les zones les plus favorables et l'abandon des zones les moins favorables. La question de la durabilité des relations entre élevage et paysage y est posée en termes de contrôle de la structure et de la biodiversité des paysages en relation avec l'évolution des pratiques pastorales.

Dans des travaux antérieurs, nous avons proposé **un modèle de référence basé sur la définition d'un état initial d'organisation des paysages** dans les systèmes traditionnels servant de «métrique» pour comparer différents paysages entre eux (BALENT *et al.*, 1998 ; BALENT et GIBON, 1999). Ce modèle est basé sur la théorie de l'organisation des systèmes écologiques proposée par KOLASA et PICKETT (1989). L'organisation des paysages résulte d'un système de gestion hiérarchisé (la collectivité exerce des contraintes sur les agriculteurs et les bergers ; les agriculteurs exercent des contraintes sur les bergers), au sein duquel les différents niveaux de contrôle permettent l'intégration d'objectifs de gestion de l'espace entre les différents niveaux d'organisation de la gestion (parcelle, exploitation, commune). Ce système de gestion vise à assurer la complémentarité des ressources nécessaires au sein de chaque exploitation agricole, grâce à la coordination des exploitations dans la gestion de ces ressources imposée par la collectivité. Il lui correspond **une organisation du territoire sous forme de terroirs définis** comme portions d'espace de plusieurs dizaines d'hectares **homogènes par leurs potentialités pédoclimatiques et leur mode d'utilisation agricole**. Ces terroirs agricoles, de par la stabilité de leurs modes d'usage, ont constitué pendant longtemps des unités écologiques de paysage homogènes dans leur végétation et leur biodiversité.

Au cours du XX^e siècle, la structure hiérarchique de prise de décision en matière de gestion de l'espace a été fortement modifiée, **l'exploitation agricole devenant le niveau principal de prise de décision, en lieu et place du contrôle collectif antérieur**. Avec l'émergence de stratégies individuelles de gestion des ressources au niveau des exploitations, complémentarité et coordination ont fait place à des stratégies de compétition pour les ressources clés, à l'appropriation individuelle de certains terroirs de versant ou de quartiers de granges, et à l'abandon de parties entières du territoire progressivement envahies par des accrues forestiers spontanés (BALENT et GIBON, 1999). En termes de diversité végétale, la dynamique à l'œuvre aboutit à des différences de végétation de plus en plus importantes entre les parcelles d'un même terroir. A une végétation homogène a succédé une mosaïque de faciès végétaux répondant à la diversification des pra-

tiques de gestion qui correspond aux différentes stratégies des agriculteurs. **Au niveau du terroir, la biodiversité a augmenté avec l'hétérogénéité.** Toutefois, ce type d'augmentation se fait le plus souvent en faveur d'espèces banales qui peuvent se contenter d'un habitat de petite taille (FORMAN, 1995). **Au niveau de l'ensemble du paysage,** le changement de grain observé aboutit en revanche à **une banalisation du paysage et à une perte globale de biodiversité,** suite à la convergence de la végétation des différents terroirs. Ce type d'évolution, décrit pour les Pyrénées par DI PIETRO et BALENT (1997), est très répandu dans les zones en déprise et considéré comme un des problèmes environnementaux majeurs communs aux zones de montagne européennes (MACDONALD *et al.*, 2000).

La figure 4 illustre le processus pour trois terroirs d'une même commune, autrefois différents par leurs usages, leurs caractéristiques géomorphologiques et pédologiques. Ils présentent, à la date de notre analyse (1993), une diversité «intra» très élevée (dispersion importante des parcelles le long des axes) et une diversité «inter» très réduite (fort chevauchement des ellipses). Ces trois terroirs ont respectivement une richesse spécifique totale de 100, 93 et 104 espèces, et une diversité moyenne par parcelle de 28, 32 et 32 espèces. La richesse spécifique totale de l'ensemble du paysage pastoral est de 130 espèces. A titre de comparaison, à la même date, dans une autre vallée des Pyrénées centrales, le Luchonnais, où les pratiques collectives sont restées vivaces jusqu'à la dernière décennie, cette homogénéisation entre terroirs est restée beaucoup plus limitée (DI PIETRO et BALENT, 1997) et la richesse globale du paysage pastoral reste beaucoup plus élevée (217 espèces).

Le **début des années 1990** marque un infléchissement dans cette évolution, avec la réforme de la PAC et la **mise en place de mesures agri-environnementales.** Dans les régions étudiées, des opérations agri-environnementales locales (OLAE) ont cherché à maîtriser les dynamiques de végétation sur certaines unités de paysages d'intérêt spécifique, en particulier les anciens terroirs de granges, en jouant sur les pratiques d'utilisation des parcelles. Rejoignant en cela les évaluations faites au niveau national à la fin des années 1990 (en particulier DOBREMEZ et PERRET, 1998), les observations que nous avons faites localement dans le cadre d'un programme européen ont mis en évidence que **la faiblesse des diagnostics** sur les possibilités

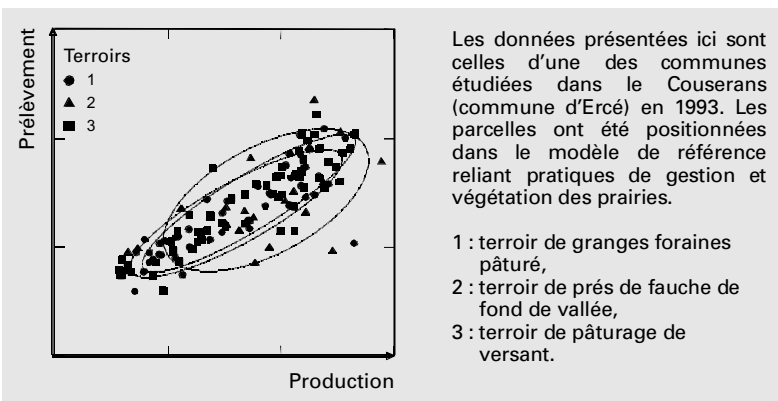


FIGURE 4 : Convergence de la végétation de 3 terroirs traditionnels dans une vallée des Pyrénées centrales.

FIGURE 4 : Convergence of the vegetation of 3 traditional zones in a valley of the Central Pyrenees.

concrètes de réorganisation de l'utilisation de l'espace au niveau de l'exploitation lors de la définition des bases contractuelles d'attribution des aides aux éleveurs **a limité fortement leurs possibilités d'impact environnemental** (GIBON, 1997 ; 2000). Pour être pleinement efficace au plan environnemental, la mise en œuvre de pratiques recommandées sur quelques parcelles au sein des territoires complexes et fragmentés des exploitations pyrénéennes aurait demandé une évaluation prévisionnelle approfondie de leur impact sur le fonctionnement d'ensemble de l'exploitation.

Conclusion

La connaissance des relations entre modes d'usage de l'espace et biodiversité apparaît comme un élément important dans la recherche des voies d'un développement durable en montagne. Nous considérons qu'un des faits les plus importants dans **l'évolution des modes d'usage de l'espace par l'élevage dans les montagnes du sud de l'Europe** au cours des dernières décennies a été le déplacement du principal centre de décision dans la gestion des ressources végétales de la communauté villageoise vers l'exploitation agricole individuelle. A un contrôle collectif s'est substituée une multitude de centres de décision rarement convergents. Pendant près d'un demi-siècle, les politiques agricoles comme les stratégies individuelles ont essentiellement visé à assurer la survie des exploitations au sein de leur propre territoire qu'elles ont essayé de faire évoluer en fonction de leurs objectifs. Les structures des exploitations, autrefois comparables, se sont donc profondément différenciées. Certaines exploitations ont continué sur la base du schéma traditionnel à valoriser la diversité des ressources disponibles, alors que d'autres se sont concentrées sur l'utilisation des surfaces les plus favorables, ou encore se sont approprié des portions d'espaces d'usage collectif laissés vacants.

Parallèlement à ces évolutions de structure spatiale des exploitations, de nombreux changements se sont produits dans les pratiques de gestion des prairies. Nous avons montré, sur un échantillon d'exploitations agricoles assez typique des évolutions observables dans les Pyrénées centrales, que certaines maîtrisaient relativement bien la diversité des ressources disponibles alors que d'autres avaient beaucoup de mal à y parvenir. Nous avons montré que **la maîtrise dans les relations entre le niveau de production et du prélèvement sur une parcelle conditionnait fortement la biodiversité des prairies**. Les exploitations maîtrisant leur gestion contribuent à maintenir un plus grand nombre d'espèces sur leur territoire que celles qui la maîtrisent moins bien. Ces dernières ont cependant une richesse par parcelle plus forte que les premières. Cela traduit simplement une évolution temporaire qui se manifeste d'abord par une augmentation locale de la diversité, puis par une convergence des différentes végétations vers un type dégradé dominant. La diversité globale décroît alors fortement. Si ce processus se poursuit jusqu'à la colonisation par les espèces ligneuses, la diversité intraparcélaire diminue alors fortement.

Dans de nombreuses régions, l'évolution passée de l'agriculture fait peser aujourd'hui des risques sur la qualité écologique et esthé-

tique de paysages à haute valeur patrimoniale et récréative, d'où la nécessité de bien raisonner l'organisation du pâturage à des niveaux d'organisation élevés (un territoire, l'ensemble des agriculteurs qui l'utilisent). Le début des années 1990, avec en particulier la réforme de la PAC, a marqué la fin d'une longue période d'oubli du territoire et de la durabilité écologique des ressources et des paysages dans la politique de développement agricole et rural.

Les orientations de la PAC fondées sur la multifonctionnalité de l'agriculture ont légitimé la recherche de voies nouvelles de développement des exploitations, avec les CTE hier (BÉRANGER et MORHAIN, 1999) et les CAD aujourd'hui. **Les stratégies des agriculteurs se diversifient en référence à des objectifs multiples** qui appellent chacun des réponses particulières en matière d'orientation des calendriers d'élevage, d'utilisation de l'espace et d'organisation du travail (produits de haut de gamme, entretien de l'espace...). En parallèle, de nombreuses initiatives politiques au niveau général et local visent aujourd'hui à mettre en œuvre des formes de développement territorial assurant la durabilité des ressources, des paysages, et la préservation de la biodiversité. Il est particulièrement important **de disposer de guides pour une gestion agri-environnementale des prairies**, guides qui permettent de contrôler ces processus, qu'ils aillent vers l'extensification ou l'intensification des usages, selon les objectifs agricoles et environnementaux retenus. Ces derniers sont à voir en fonction des besoins internes des exploitations agricoles mais également en fonction des besoins relatifs aux territoires et aux paysages (BÉRANGER, 1999). Les connaissances disponibles permettent de mieux en mieux de concevoir des cibles et des pratiques recommandées pour conserver la biodiversité au niveau de la parcelle. Le besoin de développer des conceptions et des outils qui permettent de gérer les relations entre modes d'usage des prairies et biodiversité aux niveaux englobants que sont le territoire de l'exploitation et le paysage est un impératif pressant pour pouvoir assurer de manière coordonnée et efficace la conservation de la biodiversité des prairies face aux menaces que constituent, entre autres, la fragmentation des habitats ou l'expansion spontanée et désordonnée des ligneux et des boisements. De même, dans les projets de gestion de sites remarquables pour leur biodiversité, il est important de prendre en compte la possibilité d'intégration des pratiques recommandées dans la conduite des exploitations d'élevage.

Travail présenté aux Journées d'information de l'A.F.P.F.
«La biodiversité des prairies. Un patrimoine - un rôle fonctionnel»,
les 23 et 24 mars 2004

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALENT G. (1991) : «Construction of a reference frame for studying the changes in species composition in grassland», *Options Méditerranéennes*, 15, 73-81.
- BALENT G., GIBON A. (1999) : «Organisation collective et individuelle dans la gestion des ressources pastorales: conséquences sur la durabilité agro-écologique des ressources», *Options Méditerranéennes*, 27, 267-277.

- BALENT G., DURU M., GIBON A., MAGDA D., THEAU J.P. (1997) : *Les prairies permanentes de milieu océanique et de montagne humide: Outils de diagnostic agro-écologique et guide pour leur utilisation*, INRA-Toulouse, CRA Midi-Pyrénées, Région Midi-Pyrénées.
- BALENT G., ALARD D., BLANFORT V., GIBON A. (1998) : «Activités de pâturage, paysages et biodiversité», *Ann. Zootechnie*, 47, 419-429.
- BALENT G., ALARD D., BLANFORT V., POUDEVIGNE I. (1999) : «Pratiques de gestion, biodiversité floristique et durabilité des prairies», *Fourrages*, 160, 385-402.
- BAZIN G. (1992) : «PAC et zones défavorisées: bilan et perspectives», *Economie-Rurale*, 211, 40-46.
- BENOÎT M. (1985) : *La gestion territoriale des activités agricoles. L'exploitation et le village : deux échelles d'analyse en zone d'élevage. Cas de la Lorraine*, thèse INA-PG, Paris.
- BÉRANGER C. (1999) : «Projets d'intégration de l'évolution des systèmes d'exploitation agricole et de la dynamique territoriale», *C. R. Acad. Agric. de France*, 85 (7) : 257-266.
- BÉRANGER C., MORHAIN B. (1999) : Possibilités de valorisation des surfaces en herbe dans les Contrats territoriaux d'exploitation, *Fourrages*, (No. 160) : 457-464.
- BLANDIN P. (1986) : «Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques», *Bulletin d'Ecologie*, 17, 215-307.
- BOURBOUZE A., GIBON A. (1999) : «Ressources individuelles ou ressources collectives ? L'impact du statut des ressources sur la gestion des systèmes d'élevage des régions du pourtour méditerranéen», *Options Méditerranéennes*, 27, 289-309.
- CHEVALIER M. (1980) : *La vie humaine dans les Pyrénées Ariégeoises*, Editions Résonances, Tarascon, France.
- DI PIETRO F., BALENT G. (1997) : «Dynamique des pratiques pastorales et des paysages : une approche pluri-échelles appliquée aux Pyrénées ariégeoises (France)», *Agronomie*, 17, 139-155.
- DOBREMEZ L., PERRET E. (1998) : «Les cahiers des charges des opérations locales agri-environnementales en montagne: quelles implications pour les exploitations agricoles ?», *Ann. Zootechnie*, 47, 497-503.
- DURU M., BALENT G., GIBON A., MAGDA D., THEAU J.P., CRUZ P., JOUANY C. (1998) : «Fonctionnement et dynamique des prairies permanentes. Exemples des Pyrénées centrales», *Fourrages*, 153, 97-113.
- FORMAN R.T.T. (1995) : «Some general principles of landscape and regional ecology», *Landscape Ecology*, 10, 133-142.
- FRESCO L.O., KROONENBERG S.B. (1992) : «Time and spatial scales in ecological sustainability», *Land Use Policy*, 9, 155-168.
- GIBON A. (1994) : «Qualité du milieu, qualité des produits : L'émergence sociale du concept de qualité offre-t-elle une nouvelle chance à l'élevage en milieu difficile», *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, 28, 219-239.
- GIBON A. (1997) : «Le Haut Couserans», *Rapport final de l'étude Euromontana - CE DG XI Intégration des préoccupations environnementales dans l'agriculture de montagne*, Vol. Pyrénées Centrales, 21-77.
- GIBON A. (1999) : «Etudier la diversité des exploitations agricoles pour appréhender les transformations locales de l'utilisation de l'espace : l'exemple d'une vallée du versant Nord des Pyrénées centrales», *Options Méditerranéennes*, 27, 197-215.

- GIBON A. (2000) : «Entretien des paysages et durabilité de l'élevage dans les Pyrénées centrales: inquiétudes et espoirs», *Pastum*, hors série, 3, 3-41.
- GIBON A., DURU M. (1987) : «Fonctionnement des systèmes d'élevage pyrénéens et sensibilité au climat», *Agrométéorologie des régions de moyenne montagne, Colloques de l'INRA*, Versailles, 39, 304-316.
- GIBON A., DI PIETRO F., THEAU J.P. (1999) : «La diversité des structures spatiales des exploitations pyrénéennes», *Options Méditerranéennes*, 27, 259-266.
- GRANGER S. (1992) : *Typologie de fonctionnement de prairies permanentes pâturées. Essais d'identification de voies prospecter pour la gestion des prairies*, thèse de Doctorat de Sciences de la Vie, Université de Bourgogne, Dijon.
- GRATACOS I. (1998) : *Femmes Pyrénéennes, un statut social exceptionnel en Europe*, Privat, Toulouse, pp.31-92.
- GRIMM V., WISSEL D.C. (1997) : «Babel, or the ecological stability discussions : an inventory and analysis of terminology and a guide for avoiding confusion», *Oecologia*, 109, 323-334.
- HOLLING C.S. (1973) : «Resilience and stability of ecological systems», *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1-23.
- JOSIEN E., DEDIEU B., CHASSAING C. (1994) : «Etude de l'utilisation du territoire en élevage herbager. L'exemple du réseau extensif limousin», *Fourrages*, 138, 115-134.
- JULIEN M-P., GIBON A., LADET S., BALENT G. (2003) : «Invasibility of permanent grasslands by ash tree (*Fraxinus excelsior*) in the Central Pyrenees France», *Proc. 7th Int. Conf. on the Ecology and Management of Alien Plant, Invasions in Invasive Plants in Natural and Managed Systems*, Fort Lauderdale, FL, USA.
- KOLASA J., PICKETT S.T.A. (1989) : «Ecological systems and the concept of biological organization», *Proc. National Acad. of Science (USA)*, 86, 8837-8841.
- LANDAIS E., BALENT G. éd. (1993) : *Pratiques d'élevage extensif. Identifier, modéliser, évaluer*, INRA, Paris. *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, n° 27.
- LEVIN S.A., PAINE R.T. (1974) : «Disturbance, patch formation, and community structure», *Proc. National Acad. of Science (USA)*, 2744-2747.
- MACDONALD A., CRABTREE J.R., WIESINGER G., DAX T., STAMOU N., FLEURY P., GUTIERREZ LAZPITA J., GIBON A. (2000) : «Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: Environmental consequences and policy response», *J. of Environmental Management*, 59, 47-69.
- MARCADET C. (2003) : *La diversité des structures spatiales des exploitations agricoles en zone de montagne : un élément clé pour la compréhension du processus d'enrichissement. Le cas du Parc National des Pyrénées*, mémoire DAA, INA-PG, INRA UMR-DYNAFOR Toulouse.
- MUNTANÉ Y RAICH J. (1999) : *Stratégies de conduite des troupeaux et d'utilisation de l'espace dans les Pyrénées centrales : une analyse en référence à la durabilité de l'espace et à l'entretien des paysages*, mémoire de fin d'Etudes, INP-ENSAT, INRA Toulouse.
- OLSSON E. G. A., AUSTRHEIM G., GRENNE S. N. (2000) : «Landscape change patterns in mountains, land use and environmental diversity, Mid-Norway 1960-1993», *Landscape Ecology*, 15 (2) : 155-170.

- PARAIN C. (1979) : *Outils, ethnies et développement historique. Contribution à une problématique de la communauté villageoise dans le domaine européen*, Editions sociales, Paris, 425-459.
- RYKIEL E.J. (1985) : «Towards a definition of ecological disturbance», *Australian J. of Ecology*, 10, 361-365.
- SOULET J.F. (1981) : «Aspects de la société pyrénéenne au XIX^e siècle : le cas des vallées d'Oueil et du Larboust», *Revue du Comminges*, 94, 5-21.
- THEAU J.P., GIBON A. (1993) : «Mise au point d'une méthode pour le diagnostic des systèmes fourragers. Application aux élevages bovin-viande du Couserans», *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, 27, 323-350.
- VAN ANDEL J., VAN DEN BERGH J.P. (1987) : «Disturbance in grasslands. Outline of the theme», van Anandel J., Bakker J.P., Snaydon R.W. ed., *Disturbance in grasslands*, Dr. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 3-13.
- VAN DER MAAREL E. (1993) : «Some remarks on disturbance and its relations to diversity and stability», *J. of Vegetation Science*, 4, 733-736.
- VIVIANI-ROSSI E. (1991) : *L'enquête pour le diagnostic des systèmes fourragers. Elaboration d'une méthode sur le cas des exploitations du Haut-Couserans (Pyrénées Centrales)*, thèse de l'Institut National Polytechnique de Toulouse.
- VIVIANI-ROSSI E., THEAU J.P., GIBON A., DURU M. (1992) : «Diagnostic des systèmes fourragers à partir d'une enquête: méthodologie et application à la constitution des stocks fourragers dans le Couserans», *Fourrages*, 130, 123-147.
- WHITE P.S. (1979) : «Pattern, process, and natural disturbance in vegetation», *Botanical Review*, 45, 229-299.

SUMMARY

The utilization of space by mountain livestock farms and the management of biodiversity

Grassland biodiversity reflects the dynamic balance resulting from the vegetation and the utilization to which it is subjected, and constitutes an index of its ecological and conservational value ; it does also indicate how grasslands work and how sustainable their utilization can be. In mountains, the relationships between the utilization of space and biodiversity are strongly affected by the spatial dimension. The characteristics of space utilization by the farms are presented here thanks to results from various studies made for 20 years in the central Pyrenees. The spatial particularities of the farm lands affected the pastoral practices as well as the dynamics of swards and of landscapes. A reference model has been set up for the diagnosis of how the vegetation is controlled and utilized. The effect of pastoral practices on the number of species is illustrated by a number of actual instances. A poorly controlled management led at first to a larger diversity within fields and to a smaller one among fields, but later on to a rapid decline in both, as a consequence of the appearance of woody plants. How biodiversity became homogenized at the level of the landscapes is shown in an example involving the territory of a village. A rational organization of pasture utilization must be done at larger levels (a whole territory, the totality of farmers utilizing it) if the biodiversity in mountain landscapes is to be preserved.