HAL
open science

Relationships between the use of fields in mountain cattle systems and geographical characteristics

C Sibra, Florence Garcia-Launay, H. Molenat, Claire Agabriel, Gilles Brunschwig

To cite this version:

C Sibra, Florence Garcia-Launay, H. Molenat, Claire Agabriel, Gilles Brunschwig. Relationships between the use of fields in mountain cattle systems and geographical characteristics. Fourrages, 2012, 210, pp.129 - 140. hal-02644869

HAL Id: hal-02644869

https://hal.inrae.fr/hal-02644869v1

Submitted on 28 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

Relations entre utilisations et caractéristiques géographiques des parcelles en système bovin de montagne

C. Sibra[1, 2], F. Garcia-Launay[2], H. Molénat[1, 2], C. Agabriel[1, 2], G. Brunschwig[1, 2]

Les agriculteurs déterminent les utilisations des parcelles en tenant compte de leurs caractéristiques géographiques (pente, surface, distance au siège d'exploitation...). Cette étude, menée auprès de 72 éleveurs en système Salers traditionnel, montre les relations entre les choix d'utilisation des parcelles et leurs caractéristiques.

RÉSUMÉ

Les caractéristiques géographiques et les utilisations (coupe et/ou pâturage) de plus de 1 500 parcelles ont été décrites, principalement à dire d'éleveurs. Trois groupes de parcelles (uniquement fauchées, fauchées et pâturées, et uniquement pâturées), puis 15 classes d'utilisation ont été identifiés et décrits. L'utilisation des parcelles est déterminée selon des critères géographiques pris en compte dans un ordre défini : pente, surface, distance au siège et enfin altitude. Cette analyse apporte également des informations sur la façon dont les éleveurs effectuent certaines prises de décisions d'utilisation des parcelles. Ces résultats permettent d'élaborer un modèle conceptuel d'utilisation des parcelles.

SUMMARY

Relationships between the use of fields in mountain cattle systems and geographical characteristics

This study, which looked at 72 in traditional Salers system, shows there is a correlation between the use made of fields and the characteristics of these fields. The geographical characteristics and the use made of over 1,500 fields (cut and/or grazed fields) were described, mainly based on the statements made by farmers. Three groups of fields were identified (only cut fields, cut and grazed fields, only grazed fields) and in a second step, 15 types of fields uses were identified and described. The use made of fields was determined based on geographical criteria ranked in a specific order: slope, area, distance from main farm building and altitude. This analysis also provided an insight into the decision making process by which livestock farmers decided on the use of fields. These results may be used to develop a conceptual model for field use.

Au cours de la dernière décennie, la surface des élevages bovins du Massif central a augmenté régulièrement alors que la main-d'œuvre est restée stable (56 ha et 1,9 UTA en 2000 *versus* 68 ha et 1,9 UTA en 2007 en moyenne par exploitation orientée bovin lait ; Agreste, 2008). Dans ce contexte, les agriculteurs gèrent des parcellaires de plus en plus éclatés et des surfaces toujours plus éloignées et hétérogènes. **Les caractéristiques des parcelles couramment identifiées comme contraignantes** pour leur utilisation **sont la distance au siège d'exploitation, la surface, la pente et l'altitude**. La distance au siège et la surface sont des éléments clés de l'attribution d'une parcelle au pâturage des vaches laitières qui doivent rejoindre la salle de traite deux fois par jour (Morlon et Benoît, 1990 ; Brunschwig *et al.*, 2006 ; Andrieu *et al.*, 2007). La pente et l'altitude sont des déterminants de l'usage des parcelles en zone de montagne (Fleury *et al.*, 1996 ; Andrieu *et al.*, 2007). Les contraintes se cumulent souvent sur les parcelles des exploitations de montagne, réduisant ainsi la gamme et

AUTEURS

1 : Clermont Université, VetAgro Sup, UMR 1213 Herbivores Inra-VetAgro Sup, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand

2 : Inra, UMR 1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle

CORRESPONDANCE : VetAgro Sup, Campus agronomique de Clermont, 89, av. de l'Europe, BP35, F-63370 Lempdes ; cecile.sibra@vetagro-sup.fr

MOTS CLÉS : Auvergne, bovin allaitant, bovin laitier, enquête, exploitation agricole, mode d'exploitation, parcellaire, prairie permanente, pratiques de gestion des prairies, système d'élevage, système fourrager, typologie.

KEY-WORDS : Auvergne, dairy cattle, farm, forage system, land parcels, livestock system, pasture management practices, permanent pasture, suckling cattle, survey, type of management, typology.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Sibra C., Garcia-Launay F., Molénat H., Agabriel C., Brunschwig G. (2012) : " Relations entre utilisations et caractéristiques géographiques des parcelles en système bovin de montagne", *Fourrages*, 210, 129-140.

la durée des utilisations possibles. La fréquence et l'ampleur des aléas climatiques compliquent aussi de plus en plus la gestion de la production fourragère et du pâturage (Baumont *et al.*, 2008 ; Mosnier *et al.*, 2009). Ces contraintes sont déterminantes dans l'utilisation spatio-temporelle des parcelles et ont des conséquences sur les charges de structure et de travail (coûts, temps de déplacements…) et sur l'autonomie fourragère.

Les chercheurs étudient actuellement de nouveaux modes de gestion du système fourrager, grâce notamment à **des modèles de fonctionnement de l'exploitation d'élevage qui tiennent compte de l'organisation spatio-temporelle des fauches et du pâturage sur les parcelles**. Dans cette logique, Martin *et al.* (2009) ont étudié, à dire d'experts, les conditions de flexibilité dans l'utilisation des prairies face aux aléas et ont publié un « arbre de discrimination des possibilités d'utilisation des prairies au printemps ». Notre approche souhaite élargir l'étude de l'utilisation des prairies à toutes les saisons de l'année et préciser, à partir d'une grande quantité de données, les types d'utilisation observés en troupeaux laitier et allaitant. Notre objectif est de caractériser la diversité des utilisations des parcelles observées en système d'élevage bovin de montagne, d'identifier les relations entre ces utilisations et les caractéristiques géographiques, et enfin de synthétiser l'ensemble des relations mises en lumière sous forme d'un modèle conceptuel de l'utilisation des prairies aisément mobilisable dans une démarche de modélisation.

1. Le dispositif mis en place

Nous avons utilisé comme support à cette démarche le **système Salers traditionnel**, localisé dans un environnement à fortes contraintes naturelles. Nous avons procédé par **enquête** dans les élevages et recueilli des informations relatives aux **caractéristiques géographiques des parcelles**, ainsi qu'à **leurs utilisations** (fauche et/ou pâturage) **sur l'ensemble de la saison de pâturage**. Nous nous sommes placés au niveau de la parcelle, dans le but de faire émerger des liens entre utilisations et géographie qui soient indépendants d'une part de la relativité existante entre parcelles au sein d'un parcellaire, et d'autre part des façons de faire propres à chaque éleveur.

Le système Salers traditionnel

Le système Salers traditionnel utilise des animaux de race Salers et permet la production simultanée de lait et d'animaux maigres. La présence du veau est indispensable pour amorcer et finir la traite de sa mère. Selon les éleveurs, les vaches sont traites pendant tout ou partie de leur lactation ; dans ce dernier cas, elles deviennent allaitantes pendant le reste de la lactation. Le troupeau peut aussi être séparé en deux lots distincts, l'un laitier et l'autre allaitant. Le système Salers traditionnel, originaire de régions montagneuses (Teissier, 1979), valorise des parcellaires à fortes contraintes géographiques et climatiques pour une double production laitière et allaitante. Il constitue donc, bien qu'il soit actuellement moins usité, un modèle adapté à l'étude des déterminants géographiques de l'utilisation des parcelles.

L'enquête en exploitations

A l'automne 2005, **72 éleveurs** ont été **enquêtés** soit la quasi-totalité de la population utilisant le système Salers traditionnel. Les exploitations étaient réparties sur 49 communes (6 Petites Régions Agricoles) du département du Cantal et du sud du Puy-de-Dôme. Les enquêtes ont été réalisées en une visite, par les étudiants clermontois de VetAgro Sup (Agabriel *et al.*, 2005). Les données recensées ont porté sur la composition du troupeau et les pratiques d'élevage de l'année 2005. **Au niveau de la parcelle, un calendrier détaillé des récoltes et du pâturage** a été réalisé, en précisant les dates de fauche, d'entrée et de sortie des lots d'animaux, ainsi que les effectifs ; les quantités récoltées n'ont pas toujours été notées à la parcelle, car beaucoup d'éleveurs n'en avaient qu'une connaissance globale. Les caractéristiques géographiques ont été relevées, principalement la surface, la distance au siège d'exploitation, l'altitude, la pente et la qualité de portance.

Les caractéristiques des exploitations

Les 72 fermes enquêtées présentent des caractéristiques très diverses sur l'ensemble des points examinés (tableau 1).

	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Surface Agricole Utile de l'exploitation (ha)	78	33,5	27	169
Surface en prairie permanente (% de la SFP[1])	95	12,6	47	100
Nombre de parcelles par exploitation	23	8,5	9	45
Altitude du siège d'exploitation (m)	892	202,1	430	1 400
Quota laitier (1 000 l/an)	69	32,4	15	156
Taille du troupeau (UGB/exploitation)	81	37,5	31	273
Nombre de vaches par exploitation	52	20,4	24	130
Nombre de vaches traites par exploitation	43	19,8	18	130
Durée de la période de traite (jour/an)	304	51,9	135	365
Durée de la saison de pâturage (jour/an)	222	16,3	185	257

1 : SFP : Surface Fourragère Principale =surface en prairie permanente et temporaire et en maïs ensilage

Tableau 1 : **Caractéristiques des exploitations enquêtées en système Salers traditionnel** (n = 72).

*Table 1 : **Charateristics of surveyed farms in traditional Salers system** (n = 72).*

	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Toutes les parcelles (n = 1 586)				
Surface (ha)	3,4	4,36	0,05	62,6
Distance au siège (km)	2,4	7,29	0,0	100,0
Altitude (m)	875	194,8	430	1 500
Surface en pente (% surface de la parcelle)	32	46,0	0	100
Surface peu portante (% surface de la parcelle)	14	34,0	0	100
Date de 1ère utilisation (jour calendaire)	140	35,3	31	301
Date de fin d'utilisation (jour calendaire)	288	46,4	109	360
Ecart entre date 1ère utilisation et DTDE[1] (jour)	- 9	34,8	- 104	142
Intensité de pâturage par période (% du pâturage total)				
Période 1	16	21,5	0	100
Période 2	26	26,4	0	100
Période 3	21	22,2	0	100
Période 4	37	32,4	0	100
Apport de fourrage (kg MS/ha)	330	926,8	0	14 419
Parcelles uniquement fauchées (F) et parcelles fauchées et pâturées (FP) (n = 113 + 679)				
Date de 1ère coupe (jour calendaire)	177	18,2	129	254
Nombre de coupes	1,1	0,36	1	3
Parcelles fauchées et pâturées (FP) et parcelles uniquement pâturées (P) (n = 679 + 794)				
Intensité de pâturage (UGB x jour/ha)				
Tous les animaux (n = 679+794)	245	225,9	4	3 300
Vaches laitières (n = 675)	202	142,8	12	1 134
Vaches allaitantes (n = 400)	134	160,0	2	1 550
Vaches taries (n = 182)	62	46,9	5	282
Taureaux (n = 29)	439	766,5	57	3 300
Petites génisses (n = 440)	116	107,7	1	708
Grandes génisses (n = 410)	101	136,2	2	1 763
Veaux non sevrés (n = 277)	156	252,4	2	1 830
Veaux sevrés (n = 69)	79	126,5	2	765

1 : DTDE : Date Théorique de Début Epiaison

TABLEAU 2 : **Utilisations et caractéristiques géographiques des parcelles des exploitations enquêtées en système Salers traditionnel.**

*TABLE 2 : **Use and geographical characteristics of fields in surveyed farms in traditional Salers system.***

Elles ont une Surface Agricole Utile et un effectif de vaches traites qui correspondent aux valeurs moyennes nationales (73 ha et 41 vaches ; Institut de l'Elevage, 2008) ; leurs quotas laitiers se situent en deçà de valeurs relevées dans d'autres exploitations de montagne (69 000 l/an *versus* 196 000 l/an pour les exploitations de montagne françaises ; PERROT *et al.*, 2009).

L'altitude des sièges d'exploitation présente une amplitude importante (970 m) correspondant à des situations allant de la plaine à la montagne. La prairie permanente représente la quasi-totalité de la surface de ces exploitations, dont les parcellaires sont peu à très morcelés. La saison de pâturage s'étale en moyenne sur 7 mois et demi. La période de traite dure de 135 à 365 jours, révélant des pratiques très différenciées d'une ferme à l'autre, depuis des troupeaux traits toute l'année à d'autres traits pendant environ 3 mois et demi seulement. Parmi ces éleveurs, 43 conduisent la totalité de leur troupeau en système laitier, alors que 29 gèrent parallèlement un lot laitier et un lot allaitant.

Les caractéristiques géographiques des parcelles

Les 1 586 parcelles ont des caractéristiques géographiques très diverses en termes d'éloignement (jusqu'à plus de 100 km), de surface (jusqu'à presque 63 ha), d'altitude et de pente (tableau 2). Certaines parcelles présentent donc des conditions favorables vis-à-vis de la mécanisation et/ou du pâturage, alors que d'autres apparaissent fortement contraignantes.

Les variables relatives à l'utilisation des parcelles

La saison de pâturage a été divisée en 4 périodes (P1 à P4), correspondant approximativement aux 1er, 2e et 3e cycles de l'herbe (JOUVEN et BAUMONT, 2008) : de la mise à l'herbe au 22 mai (P1, déprimage), du 23 mai au 5 août (P2, pâturage de printemps), du 6 août au 21 septembre (P3, pâturage d'été), du 22 septembre à la rentrée à l'étable (P4, pâturage d'automne). Ces dates sont des moyennes calculées à partir des calendriers de récolte et de pâturage : date moyenne de fin de 1er pâturage pour le 22 mai (calculée sur les parcelles pâturées en 1re utilisation), dates moyennes de début d'agrandissement de la surface pâturée après la 1re (5 août) et la 2e coupe (21 septembre) (calculées sur les parcelles fauchées et pâturées). Les durées de P2 et P3 sont identiques pour toutes les exploitations ; celles de P1 et P4 sont propres à chaque exploitation car dépendantes des dates moyennes de mise à l'herbe et de rentrée à l'étable de l'ensemble des lots d'animaux.

La précocité de la première utilisation (fauche ou pâturage) a été caractérisée pour chaque parcelle par rapport à la date théorique de début épiaison (DTDE),

calculée en considérant un début d'épiaison de la prairie permanente du Massif central à 120 jours calendaires à 400 mètres d'altitude et un décalage de 6 jours par 100 m d'altitude supplémentaires (Réseaux d'élevage Auvergne et Lozère, 2006).

Les catégories d'animaux considérées ont été les vaches en lactation (VL), allaitantes (VA) et taries (VT), les veaux non sevrés et sevrés, les petites (de 1 à 2 ans, G1) et les grandes (de 2 à 3 ans, G2) génisses, les taureaux et les équins.

L'intensité de pâturage a été calculée pour chaque parcelle (en UGB x jour/ha) par période de pâturage (P1 à P4), par catégorie d'animaux et globalement pour l'ensemble des animaux et de la saison de pâturage. Elle prend en compte la surface de la parcelle, la durée du pâturage, l'effectif et la catégorie d'animaux.

La complémentation fourragère (en kg MS/ha) correspond, pour chaque parcelle, à la quantité totale de fourrage apportée pendant la saison de pâturage.

Les variables relatives à la géographie des parcelles

La surface a été relevée sur les déclarations transmises par les éleveurs au Ministère de l'Agriculture en vue des aides versées par la PAC. Les autres critères géographiques ont été précisés à dire d'éleveurs. **La distance au siège d'exploitation** (en km) correspond au trajet à effectuer par la route jusqu'à la parcelle (confirmation à l'aide des photographies aériennes). **La pente** a été qualifiée selon l'intensité perçue par chaque éleveur (plat, pente faible, variable, forte, très forte), en précisant la proportion de la surface de la parcelle concernée. **L'altitude** correspond à l'altitude moyenne de la parcelle. La présence éventuelle de **problème de portance** a été signalée, avec indication de la proportion de surface de la parcelle concernée.

Analyse des données

Nous avons travaillé sur un effectif de **1 586 parcelles** correspondant à 72 parcellaires. Les parcelles cultivées (n=23) ou utilisées par un autre agriculteur (n=28) ou abandonnées (n=35) n'ont pas été incluses dans l'étude.

La parcelle a été considérée comme individu statistique. Elle a été définie dans cette étude comme la plus petite entité fonctionnelle et spatiale (Thenail et Baudry, 2004) dont l'utilisation était homogène en 2005. Ainsi, une parcelle simultanément pâturée sur la moitié de sa surface et récoltée sur l'autre moitié a été découpée en deux parcelles.

Pour examiner les relations entre les utilisations et les caractéristiques géographiques des parcelles, **plusieurs étapes de travail** ont été mises en œuvre :

- séparation des 1 586 parcelles en 3 groupes selon leur type d'utilisation : parcelles uniquement fauchées (F, n=113), parcelles fauchées et pâturées (FP, n=679) et parcelles uniquement pâturées (P, n=794), ceci se justifiant par le fait que les variables caractéristiques d'une fauche ou d'un pâturage sont complètement différentes ;

- réalisation d'une classification des parcelles dans chacun des trois groupes (F, FP et P) à partir des variables d'utilisation ;

- mise en relation des classes d'utilisation des parcelles résultant de l'étape précédente avec les caractéristiques géographiques des parcelles.

Les trois classifications sont issues d'une analyse en composantes principales (ACP) suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) (SPAD, 2005). La classification relative aux parcelles uniquement fauchées (F) a été construite à partir des dates de 1re récolte et de fin d'utilisation, et du nombre de récoltes. Celle réalisée sur les parcelles fauchées et pâturées (FP) a été construite à partir des dates de 1re récolte, de début et de fin d'utilisation, et du nombre de récoltes ; des variables relatives au pâturage n'ont pas été intégrées car elles se sont révélées peu structurantes par rapport à celles de fauche. La 3e classification (P) a été basée sur 7 variables relatives à l'intensité du pâturage sur la saison (pour toutes les catégories d'animaux hors taureaux et équins et pour l'ensemble des animaux) et sur la quantité de fourrage apportée sur la parcelle au cours de la saison de pâturage. Les différences d'utilisation entre classes ont été confirmées avec un traitement statistique permettant de s'affranchir de l'effet de l'appartenance de chaque parcelle à un parcellaire. Nous avons donc testé l'effet des classes d'utilisation sur les variables d'utilisation des parcelles à l'aide d'un modèle linéaire mixte avec l'exploitation en facteur aléatoire, dans la mesure où l'on n'explique pas les facteurs sous-jacents liés à l'effet exploitation (Proc Mixed ; SAS, 2000).

La **mise en relation des classes d'utilisation des parcelles avec leurs caractéristiques géographiques** a été réalisée en testant l'effet de la classe d'utilisation sur les variables de géographie des parcelles, toujours en tenant compte de l'effet aléatoire de l'exploitation (Proc Mixed), pour dégager des relations robustes entre classes et variables, quelle que soit l'exploitation considérée. Des moyennes ajustées par classe ont été obtenues pour l'ensemble des caractéristiques géographiques : surface (ha), altitude (m), distance au siège d'exploitation (km), proportion de surface en pente et proportion de surface peu portante (% de la surface de la parcelle). Les variables de type pourcentage ont fait l'objet d'une transformation angulaire (arcsinus de la racine) préalablement à l'analyse, pour respecter les hypothèses de l'analyse de variance (Sokal et Rohlf, 1995).

Un modèle conceptuel de l'utilisation des parcelles selon leurs caractéristiques géographiques a été construit sur la base des différences significatives observées en termes de surface, de distance au siège… entre groupes de parcelles (F, FP, P) et entre classes d'utilisation des parcelles au sein d'un même groupe.

Classe	F1p 1 fauche précoce (n = 39)	F1t 1 fauche tardive (n = 50)	F2 2 fauches (n = 24)
Utilisation des parcelles			
Date de 1ère coupe (jour calendaire)	167 ± 1,9 b	194 ± 1,9 a	160 ± 2,3 c
Date de fin d'utilisation (jour calendaire)	170 ± 2,9 c	195 ± 3,1 b	237 ± 3,6 a
Nombre de coupes	1 ± 0,03 b	1 ± 0,03 b	2 ± 0,03 a
Ecart entre date 1ère coupe et DTDE (jour)[1]	24 ± 2,8 b	43 ± 2,8 a	18 ± 3,4 b
Description géographique des parcelles			
Surface (ha)	1,3 ± 0,26	1,5 ± 0,23	1,2 ± 0,32
Distance au siège (km)	2,4 ± 0,54	1,4 ± 0,54	2,0 ± 0,65
Altitude (m)	830 ± 29,5 b	967 ± 31,2 a	803 ± 34,2 b
Pente (% surface de la parcelle)	3	8	2

1 : Variable non incluse dans l'ACP
a, b, c : des lettres différentes indiquent une différence significative (p < 0,05) entre classes

TABLEAU 3 : **Utilisations et caractéristiques géographiques des parcelles uniquement fauchées** (n = 113 ; moyenne et erreur type).

*TABLE 3 : **Use and geographical characteristics of only cut fields** (n = 113; mean and standard error).*

2. Résultats

Les utilisations des parcelles

La description des utilisations des parcelles met en lumière des différences très importantes (tableau 2). La période d'utilisation de l'ensemble des parcelles s'étale en moyenne de mi-mai à mi-octobre, avec cependant quelques parcelles utilisées très précocement ou très tardivement. La 1re utilisation est relativement précoce puisqu'elle intervient avant la date théorique de début épiaison (DTDE). Les parcelles fauchées sont majoritairement récoltées une seule fois dans l'année (85 %). La 1re coupe intervient en moyenne fin juin. L'intensité de pâturage générée par tous les animaux est variable, avec des parcelles conduites de façon intensive ou extensive quelle que soit la catégorie d'animaux. L'utilisation des parcelles par l'ensemble des animaux se distribue à peu près équitablement entre les quatre périodes de pâturage, avec cependant une proportion plus basse en P1 et plus élevée en P4.

Les typologies des parcelles selon leurs utilisations

Les trois analyses (ACP) réalisées ont permis d'expliquer respectivement 96 % de la variabilité avec 2 axes pour les parcelles F, 82 % avec 3 axes pour les parcelles FP et 67 % avec 4 axes pour les parcelles P. Les trois classifications (CAH) réalisées ensuite ont respectivement séparé les parcelles en 3, 6 et 6 classes, en tenant compte des nombres de classes les plus appropriés proposés par le *scree test* (CATTEL, 1966), disponible dans SPAD. Ces 15 classes présentent toutes un profil typique, synthétisé en un nom court. Leurs effectifs varient de 24 à 275 individus (106 parcelles en moyenne).

• Les parcelles uniquement fauchées

Les **113 parcelles uniquement fauchées (F)** (tableau 3) **le sont soit une seule fois** dans l'année, **précocement** pour les parcelles **F1p ou tardivement** pour les parcelles **F1t, soit deux fois** avec une première récolte précoce (**F2**).

• Les parcelles fauchées et pâturées

Parmi les **679 parcelles fauchées et pâturées (FP** ; tableau 4), les **parcelles PF** correspondent à la séquence « **pâturage puis fauche** ». Elles présentent la durée d'utilisation la plus courte et la plus forte proportion de pâturage en P1. Elles sont pâturées presque exclusivement en P1, entre la mise à l'herbe et le 22 mai, puis fauchées une seule fois (92 % des parcelles de la classe présentent cette séquence d'utilisation) ; l'intensité de pâturage sur la saison y est plutôt faible. Leur dernière utilisation intervient début juillet.

Les parcelles **FpP et FtP** sont caractérisées par **une seule fauche suivie de pâturage** (88 et 99 % des parcelles présentent cette séquence d'utilisation, respectivement). Ces deux classes se différencient par la date de cette fauche, qui intervient précocement (début juin) sur les parcelles FpP et tardivement (début juillet) sur les parcelles FtP. Le pâturage est concentré en P4, après le 22 septembre. La fin d'utilisation se situant début octobre pour les parcelles des deux classes, les parcelles FpP sont donc exploitées plus longuement (+ 40 jours d'utilisation).

Les parcelles **Sdiv** sont le support de **deux types de séquences** concernant chacune environ la moitié des parcelles : « **fauche puis pâturage** » et « **pâturage puis fauche puis pâturage** ». La première utilisation se situe fin mai, à une date proche de la DTDE. Ces parcelles sont pâturées principalement en P3, entre le 6 août et le 21 septembre.

Toutes les parcelles **PFP** sont caractérisées par la séquence « **pâturage puis fauche puis pâturage** », comme le montrent la différence entre la date de 1re coupe et la date de 1re utilisation d'une part, et le pâturage situé majoritairement en P1 et P4 d'autre part. Les parcelles de cette classe ont la durée d'utilisation la plus longue (207 jours), la 1re utilisation la plus précoce (mi-avril) et l'intensité de pâturage la plus forte.

Les parcelles **FFP** sont **récoltées deux fois puis pâturées** (86 % des parcelles de cette classe présentent cette séquence d'utilisation). La 1re coupe intervient début juin, à une date proche de la DTDE ; le pâturage est quasi exclusivement présent en P4, avec l'intensité la plus faible.

Classe	PF pâturage fauche (n=25)	FpP fauche précoce pâturage (n=158)	FtP fauche tardive pâturage (n=139)	Sdiv séquence non spécialisée (n=98)	PFP pâturage fauche pâturage (n=179)	FFP fauche fauche pâturage (n=80)
Utilisation des parcelles						
Date 1ère utilisation (jour calendaire)	111±3,6 d	158±1,7 b	188±1,8 a	142±2,0 c	109±1,6 d	155±2,3 b
Date fin utilisation (jour calendaire)	188±3,4 d	315±1,7 a	305±1,7 b	266±1,9 c	316±1,6 a	306±2,2 b
Durée utilisation (jour) [1]	77	157	117	124	207	151
Date 1ère coupe (jour calendaire)	183±2,6 ab	163±1,3 c	188±1,4 a	176±1,5 b	187±1,2 a	159±1,7 c
Ecart entre date 1ère utilisation et DTDE (j) [1]	- 40±3,8 d	11±1,9 b	37±2,0 a	- 6±2,2 c	- 39±1,8 d	7±2,5 b
Nombre de coupes	1±0,03 b	1,1±0,01 b	1±0,01 b	1±0,02 b	1±0,01 b	2±0,02 a
Intensité du pâturage [1]						
Sur la saison (UGB x j/ha)	98±24,5 bc	158±11,2 b	150±11,8 b	140±13,5 b	210±10,5 a	79±15,2 c
Période 1 (%)	92 a	0 d	0 d	10 c	32 b	1 d
Période 3 (%)	1 c	14 b	14 b	44 a	10 b	2 c
Période 4 (%)	0 f	74 c	85 b	16 e	45 d	95 a
Description géographique des parcelles						
Surface (ha)	3,2±0,58 ab	3,0±0,31 b	3,1±0,33 b	2,7±0,35 b	4,5±0,30 a	3,2±0,39 b
Distance au siège (km)	0,6±0,65 ab	1,3±0,33 ab	2,2±0,36 a	2,0±0,38 a	0,8±0,32 b	2,4±0,43 a
Altitude (m)	905±24,7 a	860±21,8 b	892±21,9 a	857±22,1 b	875±21,6 ab	863±22,5 ab
Pente (% surface de la parcelle)	9 ab	11 ab	2 b	10 ab	14 a	9 ab

1 : Variables non incluses dans l'ACP
a, b, c, d, e, f : des lettres différentes indiquent une différence significative (p < 0,05) entre classes.

TABLEAU 4 : **Utilisations et caractéristiques géographiques des parcelles fauchées et pâturées** (n=679 ; moyenne et erreur type).

*TABLE 4 : **Use and geographical characteristics of cut and grazed fields** (n=679; mean and standard error).*

• Les parcelles uniquement pâturées

Parmi les **794 parcelles uniquement pâturées (P), les parcelles Veau, G1, G2, VL et VA** (tableau 5) **sont très nettement attribuées à une catégorie d'animaux** (proportions de l'intensité de pâturage par la catégorie d'animaux majoritaire allant de 89 à 99 %). Pour toutes ces classes, le premier pâturage intervient tôt dans la saison, entre fin avril et mi-mai, soit de 19 à 30 jours avant la DTDE.

Les **parcelles Veau** sont dédiées au pâturage des veaux. Elles sont les plus précocement utilisées (fin avril) pour une durée relativement longue par rapport aux autres classes. Elles supportent la plus forte intensité de pâturage et reçoivent la plus importante quantité de fourrage conservé. Ces critères sont en cohérence avec le mode de conduite des veaux dans le système Salers traditionnel.

Les **parcelles G1 et G2** correspondent respectivement au pâturage des petites génisses et des grandes génisses. Elles ont sensiblement les mêmes dates de début et de fin d'utilisation, pour une durée d'environ 160 jours. Les deux classes se démarquent sur deux points : les parcelles G1 sont pâturées avec une faible intensité et un apport de fourrage relativement important, alors que les parcelles G2 sont pâturées avec une intensité moyenne et un apport de fourrage modéré.

Les **parcelles VL** sont réservées aux vaches laitières. Elles sont longuement utilisées, à partir de début mai jusqu'à mi-novembre soit l'utilisation la plus tardive. L'intensité de pâturage y est relativement importante et l'apport de fourrage très modéré.

Les **parcelles VA** sont destinées au pâturage des vaches allaitantes. La durée d'utilisation et l'intensité de pâturage sont moyennes et la distribution de fourrage conservé très modérée.

Les **parcelles Pdiv** sont pâturées par toutes les catégories d'animaux, mais cependant plus régulièrement fréquentées par les vaches laitières. Ces parcelles présentent la durée d'utilisation la plus faible, qui s'étale de mi-mai à début octobre. Elles sont aussi les moins intensément exploitées et les moins affouragées.

■ Les relations entre caractéristiques d'utilisation et caractéristiques géographiques des parcelles

L'analyse de ces relations a été réalisée à deux niveaux : celui des trois groupes de parcelles (F, PF, P), puis celui des classes d'utilisation au sein de chaque groupe de parcelles.

Au niveau des **trois groupes de parcelles** (tableau 6), les **parcelles uniquement fauchées** sont en moyenne les plus petites, les plus plates et mécanisables en totalité. Les **parcelles fauchées et pâturées** sont en moyenne les plus proches du siège d'exploitation ; elles sont intermédiaires au niveau de la dimension, très peu pentues et complètement mécanisables. Les **parcelles uniquement pâturées** sont les plus grandes, les plus éloignées du siège d'exploitation et les plus pentues, avec quelques problèmes de portance. Elles sont moins largement mécanisables que les autres parcelles.

Classe	Veau veaux (n = 72)	G1 petites génisses (n = 146)	G2 grandes génisses (n = 55)	VL vaches laitières (n = 162)	VA vaches allaitantes (n = 84)	Pdiv pâturages divers (n = 275)
Utilisation des parcelles[1]						
Date début utilisation (jour calendaire)	119 ± 3,9 b	129 ± 3,0 ab	123 ± 4,4 ab	124 ± 3,0 ab	127 ± 3,8 ab	131 ± 2,5 a
Date fin utilisation (jour calendaire)	303 ± 5,0 ab	289 ± 3,7 bc	288 ± 5,7b c	308 ± 3,6 a	300 ± 4,8 ab	281 ± 3,0 c
Durée utilisation (jour)	184	160	165	184	173	150
Ecart entre date 1ère utilisation et DTDE (j)	- 30 ± 3,7	- 19 ± 2,8	- 26 ± 4,2	- 22 ± 2,7	- 22 ± 3,6	- 19 ± 2,3
Intensité de pâturage par catégorie d'animaux (en % du pâturage total)						
Vaches laitières	1 c	0 c	0 c	91 a	1 c	25 b
Vaches allaitantes	0 c	0 c	0 c	0 c	89 a	4 b
Petites génisses	0 c	99 a	1 c	0 c	0 c	7 b
Grandes génisses	0 c	1 c	97 a	0 c	3b c	7 b
Veaux	93 a	0 d	0 cd	1 bc	0 cd	2 b
Intensité de pâturage (UGB x jour/ha)	704 ± 24,5 a	238 ± 17,2 d	381 ± 28,1 bc	438 ± 16,3 b	350 ± 22,7 c	175 ± 12,6 e
Fourrage distribué (kg MS/ha)	2949 ± 115,9 a	528 ± 84,7 b	219 ± 112,0 bc	191 ± 131,8 bc	144 ± 70,8 c	136 ± 86,3 c
Description géographique des parcelles						
Surface (ha)	1,2 ± 0,64 c	2,7 ± 0,46 c	2,9 ± 0,73 bc	4,8 ± 0,45 ab	5,7 ± 0,60 a	5,2 ± 0,36 ab
Distance au siège (km)	0,6 ± 1,06 bc	2,7 ± 0,89 abc	5,6 ± 1,18 a	0,6 ± 0,89 c	3,8 ± 1,05 ab	3,6 ± 0,82 a
Altitude (m)	888 ± 24,1 ab	875 ± 23,1 b	893 ± 24,7 ab	878 ± 23,1 ab	909 ± 24,0 a	892 ± 22,7 ab
Pente (% surface parcelle)	37	50	50	35	26	44

1 : Variables non incluses dans l'ACP
a, b, c, d : des lettres différentes indiquent une différence significative ($p < 0,05$) entre classes.

TABLEAU 5 : **Utilisations et caractéristiques géographiques des parcelles uniquement pâturées** (n = 794 ; moyenne et erreur type).

*TABLE 5 : **Use and geographical characteristics of only grazed fields** (n = 794; mean and standard error).*

Au niveau des **classes d'utilisation des parcelles**, les trois classes de **parcelles uniquement fauchées** (tableau 3) ne présentent pas de différence en termes de distance au siège, de surface et de pente. Les parcelles F1t sont à une altitude plus élevée et sont récoltées beaucoup plus tardivement que les parcelles F1p et F2.

Parmi les **parcelles fauchées et pâturées** (tableau 4), les proportions de surface en pente sont relativement faibles dans toutes les classes, avec cependant des parcelles en moyenne plus pentues dans la classe PFP que dans la classe FtP. Les parcelles supports de séquences de pâturage puis de fauche (PF et PFP) sont en moyenne plus grandes et plus proches du siège que les parcelles supports de séquences de fauche puis de pâturage (FpP, FtP et FFP). L'altitude des parcelles PF est en moyenne plus élevée, ce qui peut expliquer qu'elles ne soient pas pâturées à nouveau après récolte. Les parcelles PFP sont les plus proches du siège, ce qui est en relation logique avec deux périodes de pâturage. Comme pour les parcelles uniquement fauchées des classes F1t et F1p, les parcelles FtP sont situées à une altitude plus élevée et récoltées à un stade beaucoup plus avancé de l'herbe que les parcelles FpP.

Les **parcelles uniquement pâturées** (tableau 5) se différencient par la surface et la distance au siège. Les parcelles les plus proches du siège sont pâturées par les vaches traites et les veaux, les plus petites étant réservées aux veaux (Veau) et les grandes à leurs mères (VL). Parmi les parcelles éloignées du siège d'exploitation, celles de taille moyenne sont dédiées aux grandes génisses (G2) et les plus grandes aux vaches allaitantes (VA). Les petites génisses sont localisées sur des parcelles de petite taille à moyenne distance du siège (G1). Les parcelles utilisées par tous les animaux (Pdiv) ont à peu près les mêmes caractéristiques géographiques que celles utilisées par les vaches allaitantes, avec une tendance à être un peu moins vastes et un peu moins éloignées du siège d'exploitation.

	F - Parcelles uniquement fauchées (n = 113)	FP - Parcelles fauchées et pâturées (n = 679)	P - Parcelles uniquement pâturées (n = 794)
Surface (ha)	1,5 ± 0,44 c	3,2 ± 0,22 b	4,2 ± 0,21 a
Distance au siège (km)	3,0 ± 0,76 ab	1,6 ± 0,53 b	2,6 ± 0,52 a
Altitude (m)	860 ± 22,9 b	872 ± 21,9 b	888 ± 21,9 a
Surface en pente (% de la surface)	3 b	9 b	43 a
Surface avec problème de portance (% surf.)	1 b	4 b	7 a
Surface mécanisable (% de la surface)	100 a	100 a	80 b

a, b, c : des lettres différentes indiquent une différence significative ($p < 0,05$) entre classes.

TABLEAU 6 : **Caractéristiques géographiques des groupes de parcelles** (F, FP, P ; moyenne et erreur type).

*TABLE 6 : **Geographical characteristics of field groups** (F, FP, P; mean and standard error).*

Une clé de définition des utilisations des parcelles sur la base de caractéristiques géographiques

A partir des différences significatives observées entre groupes de parcelles (F, FP, P - tableau 6) et entre classes d'utilisation des parcelles par groupe de parcelles (tableaux 3, 4 et 5), et en nous appuyant sur notre expertise personnelle, nous avons pu formaliser une clé de définition des utilisations de parcelles sur la base de caractéristiques géographiques (figure 1). Ainsi, dans le tableau 6, on observe que la pente (et la portance) sépare les parcelles uniquement pâturées de celles des deux autres groupes. Ce critère n'intervient plus ensuite, puisque les différences de pente entre classes de parcelles dans les tableaux 3, 4 et 5 sont quasi inexistantes. De même, la surface est différente entre les trois groupes de parcelles (tableau 6) et sépare donc les groupes de parcelles après la pente, et ainsi de suite. Par exemple, les parcelles Veau, G1 et G2 sont séparées par la distance sur la figure 1, car elles sont situées à des distances au siège différentes (tableau 5). Cette clé de définition constitue un modèle conceptuel quant à la spatialisation des utilisations des parcelles en système bovin de montagne.

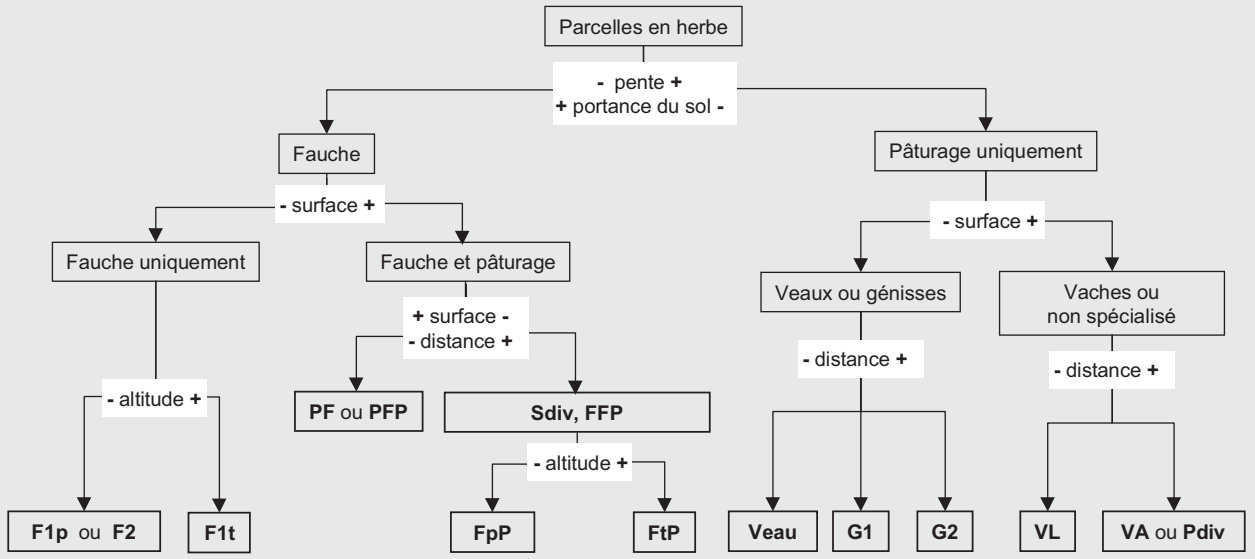
La **pente** et la qualité de **portance du sol** sont déterminantes dans l'orientation des parcelles entre récolte (parcelles plates et portantes) ou pâturage uniquement (parcelles pentues avec problèmes de portance). Ensuite, une **surface** importante permet une utilisation intensive (séquences de fauche et de pâturage sur les parcelles plates et grandes, ou pâturage des vaches sur les parcelles pentues et grandes), alors qu'une surface modeste oriente vers une utilisation plus légère (uniquement récolte sur les parcelles plates et petites, ou pâturage de jeunes animaux sur les parcelles pentues et petites). La **distance au siège** sélectionne les parcelles les plus proches pour le pâturage, en alternance ou non avec des récoltes. Les parcelles pentues les plus proches sont uniquement pâturées et accueillent les vaches traites (grandes parcelles) et les veaux (petites parcelles) pour faciliter la traite biquotidienne et l'affouragement ; les parcelles plates les plus proches sont pâturées en début de saison avant récolte, car elles permettent des mouvements de troupeaux quotidiens au moment de la mise à l'herbe. Enfin, l'altitude intervient en dernier lieu sur les dates de récolte.

3. Discussion

Cette étude a permis de caractériser les utilisations des parcelles observées en système Salers traditionnel, d'identifier des relations entre ces utilisations et les caractéristiques géographiques des parcelles, de mettre en évidence la hiérarchie selon laquelle ces dernières interviennent dans les utilisations des parcelles, et d'en proposer une représentation conceptuelle facilement mobilisable dans des travaux de modélisation. La discussion s'articule autour de ces différents points.

Une caractérisation fine des utilisations des parcelles

Le dispositif mis en œuvre a permis de constituer **15 classes qui rendent compte de l'utilisation des parcelles sur toute la saison de pâturage**. Certaines de ces utilisations ont déjà été décrites dans la littérature : Andrieu *et al.* (2007) ont identifié des parcelles destinées



Légende : **-** pente **+** : les utilisations indiquées à gauche concernent des parcelles moins pentues et celles indiquées à droite des parcelles plus pentues.
Les cadres en gras correspondent aux 15 classes d'utilisation des parcelles

Figure 1 : **Conceptualisation des utilisations des parcelles selon leurs caractéristiques géographiques.**
Figure 1 : ***Conceptualization of field use based on their geographical characteristics.***

au pâturage des vaches laitières, des vaches taries et des génisses ; Fleury *et al.* (1996) ont signalé des parcelles supports de séquences comparables à celles observées sur les parcelles de nos classes FP ou PFP. La séquence « pâturage léger suivi d'une coupe » est mentionnée dans le travail de Martin *et al.* (2009) sur une période correspondant à P1 et P2 ; elle peut ainsi être rapprochée de nos classes PF et PFP. A notre connaissance, la classification de parcelles présentée ici est la plus détaillée proposée à ce jour (Brunschwig *et al.*, 2010).

Il apparaît au travers de notre travail que **l'utilisation des parcelles uniquement pâturées est organisée autour des catégories d'animaux** (65 % de ces parcelles sont dans les classes Veau, G1, G2, VL et VA) ; **l'utilisation des parcelles fauchées et pâturées est structurée par les dates d'utilisation**, indépendamment de la catégorie (ou des catégories) d'animaux qui les fréquentent, ce qui a conduit à 6 classes associées à des séquences fauche/pâturage bien identifiables. De fait, la prise en compte des dates de période de pâturage pour les parcelles uniquement pâturées, ou des catégories d'animaux pour les parcelles fauchées et pâturées, n'a pas abouti à des typologies porteuses d'informations pertinentes sur l'utilisation des parcelles.

Deux de nos classes apparaissent moins spécialisées (Pdiv et Sdiv). La classe Pdiv correspond à 35 % des parcelles uniquement pâturées. On peut supposer que l'utilisation précise de ces parcelles n'est pas définie à l'avance, mais décidée en cours de saison en fonction des besoins du troupeau et de la pousse de l'herbe. Leur existence peut s'interpréter comme la marge de manœuvre utilisée par l'éleveur pour adapter la conduite du troupeau aux aléas de la saison. La classe Sdiv atteint 14 % des parcelles fauchées et pâturées et correspond à deux types de séquences (fauche puis pâturage et pâturage puis fauche puis pâturage), ce qui l'apparente aux classes PFP, FpP et FtP, ces deux dernières présentant par ailleurs des caractéristiques géographiques proches de la classe Sdiv. Cependant, les parcelles Sdiv se distinguent très fortement par une fin d'utilisation beaucoup plus précoce que celle des parcelles FpP, FtP et PFP (de 39 à 50 jours plus tôt), ce qui justifie l'existence de la classe Sdiv.

Notre classification a été obtenue à partir d'une seule enquête, ce qui pourrait être noté comme une limite à la validité de nos résultats. Cependant, les éleveurs ont déclaré que l'utilisation de leurs parcelles en 2005 était habituelle (91 % des 1 060 parcelles pour lesquelles cette information a été donnée). Les quelques adaptations mentionnées concernent le plus souvent la suppression de la deuxième coupe (F) ou de la fauche (FP), imposée par les conditions de sécheresse observées l'année de l'enquête (83 % des cas). Il semble donc que **l'adaptation aux aléas climatiques ait été faite plutôt au niveau des récoltes** et que les pratiques soient très stables sur les parcelles uniquement pâturées.

Les informations géographiques ont été recueillies à dire d'éleveurs, ce qui peut poser la question de leur fiabilité par rapport à celle de données mesurées, en particulier pour la pente et la portance. Or, ce mode de recueil nous a permis de prendre en compte la capacité très diverse des éleveurs à composer avec les contraintes naturelles de leurs parcelles, selon leur savoir-faire et leurs choix d'équipement. Par ailleurs, la cohérence observée entre utilisations et contraintes géographiques des parcelles atteste de la validité des informations collectées.

Les caractéristiques géographiques influent fortement sur les utilisations des parcelles

Plus que des contraintes géographiques individuelles, il existe des **combinaisons de contraintes associées à chaque type d'utilisation**. Nos résultats, ainsi que notre expertise, nous ont permis de mettre en évidence une hiérarchie globale dans la prise en compte des contraintes avec d'abord la pente, puis la surface, la distance et enfin l'altitude. Cette hiérarchie ne définit pas l'importance relative des différentes caractéristiques, mais vise plutôt à rendre compte de la démarche d'affectation de chaque parcelle à un ou plusieurs types d'utilisation possibles et de la combinaison de caractéristiques géographiques qui y est associée.

Le premier critère qui conditionne l'utilisation des parcelles est **la pente** qui, associée à la qualité de la portance, ouvre la possibilité de mécanisation. La pente a déjà été identifiée comme le facteur clé vis-à-vis de la fauche par Andrieu *et al.* (2007) et Mottet *et al.* (2006). Le second déterminant est **la surface**, qui conditionne la capacité des parcelles uniquement pâturées à accueillir des animaux adultes et celle des parcelles fauchées à être également pâturées. Cette hiérarchie pente - surface est cohérente avec celle proposée par Martin *et al.* (2009), où l'accessibilité aux engins détermine la possibilité de faucher et où une surface « suffisante pour nourrir 5 UGB/ha pendant 3 jours au printemps » détermine la possibilité de pâturer ou pas en complément de la fauche. **La distance à l'étable** constitue le troisième point pris en compte ; les parcelles uniquement pâturées les plus proches sont allouées aux vaches en lactation pour minimiser les trajets imposés par la traite biquotidienne, comme ceci peut être lu dans les écrits de nombreux auteurs (Morlon et Benoît, 1990 ; Camacho, 2004 ; Thenail et Baudry, 2004 ; Brunschwig *et al.*, 2006 ; Andrieu *et al.*, 2007 ; Rapey *et al.*, 2008). Dans le cas du système Salers traditionnel, des parcelles très proches sont réservées aux veaux car ils doivent être aux côtés des vaches au moment de la traite et sont affouragés tous les jours. Dans le travail de Martin *et al.* (2009), la distance n'est pas explicitement annoncée comme déterminante dans le pâturage des vaches traites mais est incluse dans l'argument « possibilité de revenir tous les jours à l'étable », qui intègre la présence éventuelle d'obstacles entre l'étable et la parcelle, la distance pouvant en être un. Cette différence d'approche peut venir du fait qu'ils décrivent des classes de possibilités d'utilisation à dire d'expert alors que nous décrivons des classes d'utilisation observées en

enquête. Pour les parcelles fauchées et pâturées, la distance (associée à la surface) détermine l'ordre entre fauche et pâturage : les parcelles pâturées avant fauche sont plus grandes et plus proches que celles fauchées en premier. **L'altitude** est le quatrième déterminant de la hiérarchie : elle sépare les parcelles selon la date de coupe. Nous observons que les différences d'altitude, entre F1p et F1t d'une part et FpP et FtP d'autre part, sont trop faibles pour modifier significativement la date théorique de début de l'épiaison. En conséquence, nos résultats suggèrent que les éleveurs fauchent en priorité les parcelles les plus basses et retardent la fauche sur les parcelles plus hautes jusqu'à un stade plus avancé de développement de l'herbe (environ 40 jours après le début de l'épiaison). L'altitude revêt dans notre étude une importance moins capitale que les facteurs précédemment énoncés, mais les travaux de Fleury *et al.* (1996) montrent qu'elle peut conditionner le pâturage des parcelles dans des systèmes alpins ; les éleveurs déterminent en effet le rythme de montée progressive des vaches en altitude, pour qu'elles pâturent l'herbe des estives à un stade de végétation relativement constant et peu avancé. Andrieu *et al.* (2007) soulignent aussi que les parcelles pâturées par les génisses et les vaches taries sont à une altitude plus élevée que celles pâturées par les vaches traites, élément que nos résultats n'appuient pas.

Nous constatons que **quatre couples de classes** (F1p et F2, PF et PFP, Sdiv et FFP, VA et Pdiv) **sont chacun associés aux mêmes combinaisons de critères géographiques**. Ceci suggère que **les deux utilisations sont interchangeables** au sein de chaque couple. Cette observation témoigne de la **marge de manœuvre** dont disposent les éleveurs face à des variations imprévues de la production fourragère au cours de la saison, suite à des événements climatiques d'amplitude inhabituelle.

D'une classification de parcelles à un modèle conceptuel de l'utilisation des parcelles dans les systèmes bovins de montagne

Notre proposition de modèle conceptuel (Garcia-Launay *et al.*, 2012) **est vraisemblablement utilisable pour des systèmes lait et/ou viande**, dans la mesure où il s'appuie sur des élevages Salers traditionnel, qui combinent les caractéristiques et les pratiques de fauche et de pâturage des deux systèmes. La nécessité de parcs à veaux à proximité du lieu de traite est spécifique de ce système mais elle s'apparente à la localisation à proximité de l'étable de petites parcelles pour les veaux dans les systèmes laitiers « classiques » (Brunschwig *et al.* 2006). Cependant, notre schéma conceptuel devra être testé dans d'autres systèmes d'élevage bovin de montagne pour que nous puissions confirmer sa validité. Dans l'état actuel, nos résultats peuvent apporter des éléments concrets pour **enrichir un modèle traitant des interactions entre les dynamiques annuelles de production fourragère et de besoins des animaux**, tel que celui de Jouven *et al.* (2008), en proposant des possibilités d'utilisation des parcelles en fonction de leurs caractéristiques géographiques.

Ainsi, les parcelles uniquement pâturées pourraient être préférentiellement affectées à une catégorie d'animaux et les parcelles de type Pdiv être caractérisées par des probabilités d'utilisation équivalentes pour tous les types d'animaux. Les parcelles fauchées et pâturées pourraient rester ouvertes au pâturage de plusieurs catégories d'animaux ; pour ces parcelles, la 1re utilisation de printemps serait à définir en accord avec leur distance au siège, fauche pour les plus éloignées ou pâturage précoce suivi d'une fauche pour les plus proches (en accord avec Bernhard, 2002). Des utilisations ultérieures pourraient être ajoutées suivant l'évolution simulée de la pousse de l'herbe et des besoins du troupeau.

Concrètement, nous pouvons définir, en fonction des caractéristiques géographiques, des seuils permettant ou excluant une utilisation, ou des probabilités d'occurrence pour chaque utilisation, ou encore une gamme d'utilisations possibles avec un ordre de priorité. Dans une première approche, nous proposons ici des seuils basés sur les bornes supérieures et/ou inférieures des intervalles de confiance des caractéristiques moyennes des parcelles dans chaque groupe (F, FP, P) ou classe d'utilisation de parcelles. Les valeurs annoncées sont à confirmer ultérieurement par d'autres études et à relativiser en fonction des caractéristiques du parcellaire considéré. Ainsi, la probabilité de fauche sera très élevée pour les parcelles plates (moins de 15 % de surface en pente) et diminuera jusqu'à un niveau très faible pour les parcelles pentues (15 à 30 % de surface en pente). De la même façon, la probabilité de pâturage sera très faible sur les parcelles fauchables de moins de 2 ha ; la probabilité d'un second pâturage après une séquence pâturage/fauche sera en revanche élevée si la surface excède 4 ha (PFP). Les parcelles uniquement pâturées seront soit affectées aux vaches (laitières ou allaitantes), soit aux animaux en croissance (génisses et veaux) ; la probabilité d'affecter une parcelle aux vaches s'accroîtra rapidement au-delà d'une surface de 3,5 ha, alors que celle de l'affecter aux jeunes en croissance diminuera. Les parcelles uniquement pâturées situées à plus de 1 km du siège d'exploitation ne seront généralement pas affectées au pâturage des vaches laitières ou des veaux, en accord avec le seuil identifié par Brunschwig *et al.* (2006) en système laitier spécialisé. Celles situées au-delà de 4 km (environ 10 % des parcelles de notre échantillon) seront pâturées par les génisses de plus de 2 ans (G2), voire inutilisées ; Brunschwig *et al.* (2006) ont en effet signalé que les parcelles distantes de plus de 4 à 5 km étaient peu utilisées ou abandonnées.

En complément du travail réalisé au niveau de la parcelle présenté dans cet article, nous avons développé une approche à l'échelle du parcellaire pour relativiser les règles d'utilisation observées au niveau des parcelles (Brunschwig *et al.*, 2011). Ceci a permis de prendre par exemple en compte l'isolement relatif des parcelles (Josien *et al.*, 1994 ; Thenail et Baudry, 2004 ; Martin *et al.*, 2009) et de préciser les proportions de chaque classe d'utilisation

dans différents types de parcellaires. Dans l'étude présentée ici, nous n'avons pas abordé le fait que chaque éleveur ne considère pas son parcellaire comme une juxtaposition de parcelles indépendantes, mais le gère selon des entités, structurelles et/ou fonctionnelles, avec des impératifs d'organisation du travail, et selon sa perception personnelle des contraintes géographiques (notion d'obstacle, de proximité relative… ; Joannon *et al.,* 2005). Plus globalement, les choix des éleveurs quant à la gestion de leur parcellaire sont dépendants des contraintes du milieu physique (structure du parcellaire, nature du sol, climat), mais aussi de l'environnement économique (existence d'une filière, proximité des débouchés) et éventuellement de la réglementation (Joannon *et al.* 2005).

Conclusion

Les caractéristiques géographiques sont des facteurs déterminants de l'utilisation des parcelles. Nous avons décrit les utilisations des parcelles en système bovin de montagne avec 15 classes qui rendent compte de la complexité de la production fourragère et de la conduite du pâturage. La mise en relation des utilisations des parcelles avec les critères géographiques a mis en évidence la hiérarchie selon laquelle ces derniers agissent sur les décisions des éleveurs : pente, surface, distance au siège et enfin altitude.

Comme précédemment établi dans la bibliographie, nous avons observé que la possibilité de fauche est contrainte par la pente et que le pâturage des vaches traites est fortement dépendant de la distance à l'étable. Nous avons mis en lumière des éléments nouveaux : l'utilisation des parcelles fauchées et pâturées est structurée par les dates de fauche alors que celle des parcelles uniquement pâturées s'organise autour des catégories d'animaux. Parmi les parcelles fauchées et pâturées, l'ordre des séquences possibles s'organise différemment suivant la combinaison distance/surface : les parcelles d'abord pâturées en début de saison sont plus proches de l'étable que celles fauchées en premier lieu, ceci pour faciliter la conduite et les mouvements du troupeau au moment de la mise à l'herbe ; les parcelles de taille suffisante peuvent être pâturées à nouveau à l'automne pour clore la saison.

Nous avons pu élaborer un modèle conceptuel d'utilisation des parcelles qui détermine les utilisations préférentielles des parcelles. Ce modèle montre aussi que, dans quatre cas, une même combinaison de caractéristiques géographiques est associée à deux classes d'utilisation des parcelles, pouvant être qualifiées de proches ou de complémentaires. Nous interprétons ceci comme la marge d'adaptation du système aux conditions climatiques et aux besoins du troupeau durant la saison de pâturage.

Nous avons poursuivi cette étude, positionnée au niveau de la parcelle, en analysant les informations recueillies lors des enquêtes au niveau du parcellaire. Ce changement d'échelle a été initié par l'agrégation, au niveau de chaque parcellaire, des utilisations et de la géographie des parcelles. Ce niveau d'étude a nécessité de plus l'analyse des caractéristiques géographiques propres aux parcellaires, c'est-à-dire leur morcellement, leur éclatement, la disposition et la diversité de leurs parcelles. Les utilisations des parcellaires ont été étudiées au travers de la gestion de leurs parcelles respectives, permettant ensuite de mettre en relation les systèmes d'élevage mis en œuvre par les éleveurs avec la géographie des parcellaires.

Accepté pour publication,
le 27 avril 2012.

***Remerciements** : Nous remercions Chantal Chassaing et Anne Farruggia pour leur participation active au comité de pilotage, ainsi que Hervé Laurent, Carine Desserre, les étudiants clermontois de VetAgro Sup et les éleveurs de l'association « Tradition Salers » pour leur très aimable aide et participation aux enquêtes.*

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Agabriel C., Sibra C., Journal C., Coulon J.B. (2005) : "Intérêt et traitement d'enquête en élevage en un seul passage : réflexions tirées de 15 années d'expérience", *Renc. Rech. Ruminants*, 12, 331-334.

Agreste (2008) : *Caractéristiques générales des exploitations France métropolitaine*, http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf_R8309E2.pdf, consulté le 6 Septembre 2009.

Andrieu N., Josien E., Duru M. (2007) : "Relationships between diversity of grassland vegetation, field characteristics and land use managements practices assessed at the farm level", *Agriculture, Ecosystems and Environment,* 120, 359-369.

Baumont R., Deux N., Farruggia A., Jouven M. (2008) : "Simulation de la sensibilité et de l'adaptation à des évènement climatiques extrêmes des systèmes bovins allaitants basés sur les prairies permanentes", *Renc. Rech. Ruminants*, 15, 209.

Bernhard C. (2002) : *Analyse spatiale du parcellaire et de ses contraintes dans les systèmes d'élevage laitier de montagne*, mémoire de fin d'études, Enita Clermont, Clermont-Ferrand, 50p.

Brunschwig G., Josien E., Bernhard C. (2006) : "Contraintes géographiques et modes d'utilisation des parcelles en élevage bovin laitier et allaitant", *Fourrages*, 185, 83-95.

Brunschwig G., Sibra C., Agabriel C., Molénat H., Garcia-Launay F. (2010) : "Déterminants géographiques de l'utilisation des prairies en système traditionnel salers : enseignements sur le fonctionnement du système fourrager", *Renc. Rech. Ruminants*, 17, 37-40.

Brunschwig G., Garcia-Launay F., Agabriel C., Sibra C. (2011) : "Forage management in mountainous bovine systems is constrained by geographical characteristics of the field pattern", *EGF 2011 Grassland farming and land management systems in mountainous regions, Grassland Sci. in Europe*, 16, 79-81

Camacho O. (2004) : *L'alimentation des troupeaux peut-elle empêcher le boisement spontané des espaces ruraux dans les Alpes du Nord ?*, PhD Thesis, Institut National Agronomique Paris Grignon, 334p.

Cattel R.B. (1966) : "The scree test for the number of factors", *Multivariate Behavioral Research*, 1(2), 245-276.

Fleury P., Dubeuf B., Jeannin B. (1996) : "Forage management in dairy farms: a methodological approach", *Agricultural Systems*, 52 (2/3), 199-212.

Garcia-Launay F., Sibra C., Molenat H., Agabriel C., Brunschwig G. (2012) : "Grassland use in mountain bovine systems according to a hierarchy of geographical determinants", *Journal of Agricultural Sci.*, 150, 203-217.

Institut de l'Elevage (2008) : "Chiffres clés 2008, Productions bovines lait & viande", supplément *Tendances*, 183, consulté le 12 juin 2009, http://www.inst-elevage.asso.fr/html1/spip.php?article 15983

Joannon A., Souchere V., Tichit M. (2005) : "Analyse de la gestion spatialisée de l'exploitation agricole à partir de l'utilisation du parcellaire", *Agricultures et territoires*, Lavoisier, Paris, 155-174.

Josien E., Dedieu B., Chassaing C. (1994) : "Etude de l'utilisation du territoire en élevage herbager. L'exemple du réseau extensif bovin limousin", *Fourrages,* 138, 115-134.

Jouven M., Baumont R. (2008) : "Simulating grassland utilisation in beef suckler systems to investigate the trade-offs between production and floristic diversity", *Agricultural Systems*, 96, 260-272.

Martin G., Hossard L., Theau JP., Therond O., Josien E., Cruz P., Rellier JP., Martin-Clouaire R., Duru M. (2009) : "Characterizing potential flexibility in grassland use. Application to the French Aubrac area", *Agronomy for Sustainable Development*, 29 (2), 381-389.

Morlon P., Benoit B. (1990) : "Etude méthodologique d'un parcellaire d'exploitation agricole en tant que système", *Agronomie,* 6, 499-508.

Mosnier C., Agabriel J., Lherm M. (2009) : "Dynamics of suckler cow farms under stochastic crop yields: A recursive discrete stochastic programming approach", *Conf. on Integrated Assessment of Agriculture and Sustainable Development (AgSAP)*, Wageningen University and Research Centre, Wageningen (Pays-Bas), 264-265.

Mottet A., Ladet S., Coqué N., Gibon A. (2006) : "Agricultural land-use change and its drivers in moutain landscapes: a case study in the Pyrenees", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 114, 296-310.

Perrot C., Derville M., Monniot C., Richard M. (2009) : "Le lait dans les montagnes européennes. Un symbole menacé", *Renc. Rech. Ruminants*, 16, 215-218.

Rapey H., Gueringer A., Gresset F., Houdart M., Josien E., Bigot G. (2008) : "Diversité et adaptabilité du fonctionnement spatio-temporel d'exploitations herbagères : premiers enseignements à partir d'une étude de cas dans le Cantal", *Renc. Rech. Ruminants*, 15, 155-158.

Réseaux d'élevage Auvergne et Lozère (2006) : *Fiche référence : qualité de l'herbe en fonction de la date de récolte et de l'altitude*, http://www.cantal.chambagri.fr/refpac/IMG/pdf/Referentiel_2006 -2.pdf

SAS(®) (2000) : *User's guide*, Statistics, version 8 Edition, SAS Inst., Inc., Cary, NC.

Sokal R.R., Rohlf F.J. (1995) : "Assumptions of analysis of variance" (chapter 13), *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*, Freeman and co., San Fransisco, 380-387.

SPAD (2005) : *Manuel de prise en main*, version 6.0.1, Coheris SPAD, 92400, Courbevoie, France.

Teissier J.H. (1979) : "Relations entre techniques et pratiques", *bulletin INRAP*, 38, 1-19.

Thenail C., Baudry J. (2004) : "Variation of farm spatial land use pattern according to the structure of the hedgerow network (bocage) landscape: a case study in northeast Brittany", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 101, 53-72.

AFPF

Association Française pour la Production Fourragère

La revue *Fourrages*

est éditée par l'Association Française pour la Production Fourragère

www.afpf-asso.org

AFPF

AFPF – Centre Inra – Bât 9 – RD 10 – 78026 Versailles Cedex – France

Tél. : +33 01 30 21 99 59 – Fax : +33 01 30 83 34 49 – Mail : afpf.versailles@gmail.com

Association Française pour la Production Fourragère