

# Services écosystémiques rendus par les prairies dans une commune de moyenne montagne d'Auvergne : évaluation et déterminants

C. Balay, S. Cournut, Y. Michelin, M. Capitaine, I. Boisdon

**L'évaluation des services écosystémiques fournis par les prairies sur le territoire d'une petite commune de moyenne montagne est réalisée à l'aide d'une typologie multifonctionnelle des prairies. Les résultats sont mis en relation avec les caractéristiques du milieu, les pratiques des agriculteurs et les systèmes de production.**

## RÉSUMÉ

Les services écosystémiques fournis par les prairies dans une commune d'Auvergne ont été estimés à l'aide de la typologie des prairies AOP du Massif central. À partir de cette estimation, les prairies ont été réparties en 4 classes selon leur niveau de compromis entre services de production et de régulation. Ces classes sont souvent associées à des contraintes du milieu et à des modes de gestion. Cependant, les prairies fournissant à la fois des services de production et de régulation, définies comme "Proches de l'intensification écologique", sont présentes dans tous les types de systèmes. Une caractérisation des exploitations selon ces services montre aussi que leur façon d'y répondre est liée à la proportion de prairies permanentes dans la surface fourragère.

## SUMMARY

### **Evaluating ecosystem services provided by pastures of the municipality in the Auvergne highlands**

The mountainous regions of Auvergne tend to be thought of as protected areas. However, they are also zones of agricultural production. We explored the trade-off between agricultural production and environmental quality in a municipality, Condat-lès-Montboissier, located in the Livradois-Forez Regional Natural Park. We did so by evaluating the ecosystem services provided by pastures, which were described using a classification system. In this system, pastures were assigned to one of four categories depending on the nature of the trade-off they exhibited between agricultural services and ecosystem regulating services. These categories were often associated with certain environmental constraints and land management practices. However, pastures that render both agricultural and regulating services are found in all types of systems; such pastures fall in the "approaching effective ecological intensification" category. Describing farms based on this trade-off also revealed that a farm's ability to use both types of services was tied to the proportion of permanent pastures making up its main fodder area.

L'élevage est aujourd'hui confronté à différentes attentes de la société parfois difficiles à concilier. Il doit répondre aux préoccupations relatives à l'alimentation d'une population mondiale en pleine croissance, mais aussi satisfaire une demande sociétale vis-à-vis de la protection de l'environnement de plus en plus marquée. Au niveau mondial, l'élevage a été globalement décrié en raison de son impact négatif sur l'environnement,

notamment par la production de gaz à effet de serre (STEINFELD *et al.*, 2006). Cependant il a aussi un rôle majeur dans la préservation de surfaces en herbe qui ont une forte valeur paysagère, et qui constituent des réservoirs de biodiversité et des puits de carbone (MEA - MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

**En zone de moyenne montagne**, où les contraintes du milieu limitent la production agricole, **l'élevage est**

## AUTEURS

VetAgro Sup, UMR 1273 AgroParisTech, Irtsea, Inra, VetAgro Sup METAFORT, 89, av. de l'Europe, BP 35, F-63370 Lempdes ; claire.balay@vetagro-sup.fr

**MOTS CLÉS** : Agroécologie, Auvergne, diagnostic, environnement, fertilité du sol, gestion des prairies, intensification, montagne, multifonctionnalité des prairies, prairie, prairie permanente, pratiques des agriculteurs, production fourragère, répartition spatiale, services rendus par les prairies, souplesse d'exploitation, système de production, système fourrager, typologie des prairies, végétation.

**KEY-WORDS** : Agroecology, Auvergne, diagnosis, environment, farmers' practices, flexibility of management, forage production, forage system, grassland, grassland multi-functionality, grassland typology, highland, intensification, pasture management, permanent pasture, production system, services provided by grasslands, soil fertility, spatial distribution, vegetation.

**RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE** : Balay C., Cournut S., Michelin Y., Capitaine M., Boisdon I. (2015) : "Services écosystémiques rendus par les prairies dans une commune de moyenne montagne d'Auvergne : évaluation et déterminants", *Fourrages*, 221, 15-24.

**plutôt associé** par les consommateurs et les professionnels agricoles **à une conduite extensive des surfaces**. Les écosystèmes prairiaux qui découlent de l'activité d'élevage sont présentés avant tout pour leur intérêt écologique et environnemental. Dans les filières AOP par exemple, les montagnes du Massif central sont assimilées, par les consommateurs comme dans les messages de promotion, à un environnement préservé, où prédominent des paysages d'herbages d'altitude essentiellement pâturés (MÉNADIER, 2012). Une grande diversité de situations est pourtant présente, avec des agricultures pouvant revêtir des formes d'utilisation variées des ressources du territoire dont certaines pouvant être intensives (SCHAUB *et al.*, 2013 ; BOISDON *et al.*, 2015). Cette diversité se traduit dans l'occupation des sols (SHEEREN *et al.*, 2015) en particulier par **une grande diversité de types de prairies**.

Nous sommes donc face à des postures idéologiques, qui masquent **une réalité plus complexe**. Pour aller au-delà de cette polémique, nous avons décidé d'analyser, à l'échelle d'un petit territoire, quelle était précisément la contribution des prairies à la production agricole et à la qualité de l'environnement.

L'objectif de ce travail était d'**évaluer s'il était possible de concilier des services de production et de régulation grâce aux prairies de moyenne montagne, afin de répondre à une perspective d'intensification écologique** (BOMMARCO *et al.*, 2013 ; GRIFFON, 2013). A partir de données recueillies sur les parcelles, les services rendus par les prairies seront analysés à l'échelle de la commune, des systèmes d'exploitation et des parcelles.

Pour mener cette étude, nous avons choisi la commune de Condat-lès-Montboissier dans le Parc Naturel Régional (PNR) Livradois-Forez, représentative de cette région par sa diversité de systèmes de production et de modes d'occupation des sols.

Sur cette commune, la chute du nombre d'exploitations observée depuis les années 1980 s'est nettement ralentie sur la dernière décennie (-60 % en trente ans mais seulement -16 % depuis 2000, *Recensement agricole 2010*) et la SAU s'est mieux maintenue que dans l'ensemble du PNR (-7 % vs -17 % en trente ans). La commune a ainsi conservé un certain dynamisme agricole et sa population a rajeuni.

Sur ce territoire, la diversité des prairies a été explorée en essayant de comprendre s'il existait des liens entre la production ou l'intérêt environnemental des prairies et i) des caractéristiques physiques du territoire, ii) les pratiques agricoles et les systèmes de production. Après une présentation de la commune et des méthodes utilisées pour explorer la diversité des exploitations et de leurs prairies, **la contribution des prairies au compromis entre production et environnement sera évaluée à différentes échelles**.

## 1. Matériel et méthodes

La commune étudiée, **Condat-lès-Montboissier**, couverte à 55 % par la forêt, occupe 2 052 ha et s'étage entre 590 et 880 m d'altitude, alternant fortes pentes, vallées et

plateaux. Elle est traversée par de nombreux cours d'eau et ponctuée de zones humides que l'on peut retrouver sur certaines parcelles de prairies permanentes. Une parcelle sur six est ainsi concernée par une situation humide (METTEZ, 2013). Le parcellaire des exploitations est morcelé et dispersé. Les parcelles ont une surface moyenne de 1,9 ha et la moitié de la SAU des exploitations est située à plus d'un kilomètre du siège d'exploitation.

Afin de caractériser les prairies du territoire et d'expliquer leur répartition, des **données** ont été **collectées à différentes échelles** (de la parcelle agricole au système d'exploitation) **et selon différentes modalités** (enquêtes en exploitations, relevés de terrain, utilisation d'une typologie existante).

### ■ Enquêtes en exploitation, systèmes d'exploitation et assolement communal

Pour décrire les systèmes d'exploitation, l'assolement communal et explorer sa diversité, nous avons réalisé des **enquêtes auprès des agriculteurs** utilisant la surface agricole utile (SAU) de Condat-lès-Montboissier. L'approche développée relève du champ de l'**analyse des pratiques** des agriculteurs (BLANC-PAMARD et MILLEVILLE, 1985 ; DEFFONTAINES, 1998) en s'intéressant particulièrement à leur répartition sur le territoire. La méthodologie mobilisée vise deux objectifs opérationnels. Le premier est d'acquérir une description spatialement explicite de l'utilisation du territoire à l'échelle parcellaire. Il s'agit de décrire de manière la plus précise possible les couverts réellement présents lors de l'enquête (prairie permanente<sup>1</sup>, prairie temporaire ou artificielle, cultures annuelles). Le second est d'accéder à une explicitation des pratiques d'utilisation du territoire par les agriculteurs (éléments de conduite, utilisation des prairies et des cultures). Les enquêtes ont été réalisées auprès de 13 agriculteurs, 10 d'entre eux ont leur siège d'exploitation sur la commune et 3 utilisent des surfaces de la commune en ayant leur siège d'exploitation dans une autre commune.

Une grande **diversité de systèmes de production** est présente (tableau 1). L'élevage bovin reste l'activité agricole principale avec une prédominance des exploitations laitières (6 exploitations sur 13 et 66 % de la surface enquêtée) contre 3 élevages allaitants. Une variété de conduites est observée, du petit troupeau de vaches allaitantes nourries au foin jusqu'au grand troupeau de vaches laitières en zéro pâturage (2 exploitations) et nourries au maïs, de l'élevage ovin aux cultures de vente. Certaines exploitations sont spécialisées tandis que d'autres ont maintenu des productions secondaires (engraissement de porcs, vente de foin). Les modes d'utilisation du territoire qui en découlent sont nombreux et variés. Toutes les exploitations laitières cultivent du maïs ensilage alors que ce n'est pas le cas pour les autres types de systèmes.

Les **structures** sont **de tailles très variables** : entre 6 et 10 ha pour les retraités, de 23 à 30 ha pour les double actifs et de 57 à 211 ha pour les autres. Chez les agriculteurs non retraités le chargement varie de 0,7 à 1,3 UGB/ha SFP.

1 : prairie non semée ou semée depuis plus de 10 ans

Système	Nombre d'exploitations	Troupeau	SAU (ha)
Vaches laitières (VL) spécialisé (dont 2 exploitations en zéro pâturage)	5	34 à 100 VL 143 000 - 800 000 l de quota	57 - 211
Vaches laitières (VL) + porcs	1	25 VL 145 000 l de quota 100 porcs/an	65
Vaches allaitantes (VA)	3 (1 double actif)	10 à 100 VA	23 - 200
Veaux	1 retraité	5 VA	10
Cultures + Vaches allaitantes	1	15 VA	82
Ovin	1 double actif	180 brebis	31
Vente de foin	1 retraité	Pas d'animaux	6

**TABLEAU 1 : Principales caractéristiques des exploitations enquêtées à Condat-lès-Montboissier.**

**TABLE 1 : Main characteristics of the farms surveyed in Condat-lès-Montboissier.**

Les enquêtes ont permis de décrire l'utilisation de 644 ha soit 81 % de la SAU communale. Bien que les prairies soient dominantes sur la commune, les cultures ont une place non négligeable puisqu'elles représentent 31 % des surfaces. En incluant les prairies temporaires, plus de la moitié de la SAU est ainsi labourée régulièrement et entre dans une succession culturale, témoignant d'une relative intensification de l'usage des terres par rapport au reste du PNR (33 % de la SAU labourée en moyenne selon le *Recensement agricole 2010*).

**Les prairies permanentes couvrent 41 % de la SAU enquêtée et représentent 60 % de la surface en prairies**, elles sont en régression de 12 % depuis 10 ans (*Recensement agricole 2010*).

## ■ Utilisation d'une typologie pour caractériser les prairies et leurs services

Pour caractériser les dimensions environnementales et productives des prairies nous avons utilisé la notion de service écosystémique telle que définie dans le cadre du MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA, 2005).

L'évaluation des services fournis par les prairies peut être réalisée par des mesures directes ou par l'intermédiaire de typologies de prairies telles que celles construites dans plusieurs régions françaises et européennes (MICAUD *et al.*, 2013). C'est cette deuxième solution qui a été choisie.

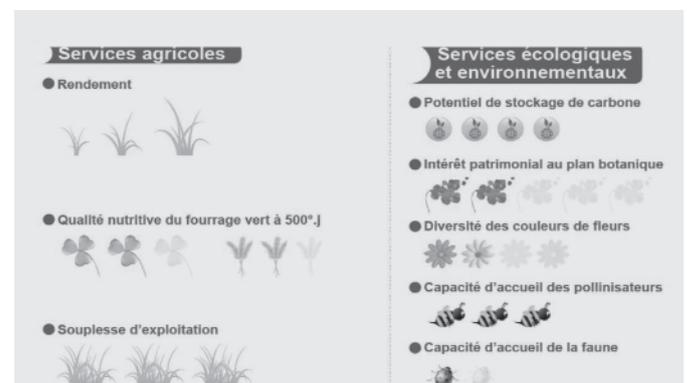
Deux types de services écosystémiques ont été étudiés : les services d'approvisionnement ou de production et les services de régulation (MEA, 2005). Dans la suite de cet article **nous parlerons de services agricoles pour les services de production, et de services environnementaux pour les services de régulation**, de façon similaire à leur présentation dans la **typologie multifonctionnelle des prairies en zones AOP du Massif central** (HULIN *et al.*, 2011 ; CARRÈRE *et al.*, 2012), typologie utilisée dans cette étude. Cet outil, élaboré à partir de relevés de terrain, d'expertises, de prélèvements et d'analyses, combine des approches agronomiques et écologiques.

Des clés de détermination basées sur l'altitude, le mode d'exploitation (fauche/pâturage), le milieu (profondeur du sol, état hydrique) et les pratiques (fertilisation, pression de pâturage) permettent d'identifier les types de prairies. Chaque type est caractérisé par une composition floristique et, pour les types les plus couramment rencontrés sur le

territoire AOP, par une évaluation des services agricoles (rendement, qualité nutritive, souplesse d'exploitation) et environnementaux (potentiel de stockage carbone, intérêt patrimonial au plan botanique, diversité de couleurs de fleurs, capacité d'accueil de la faune et des pollinisateurs). Chaque service est noté sur une échelle qui varie, selon les services, de 2 à 5 niveaux (figure 1). Ces services ont été établis à partir de relevés phytosociologiques et agronomiques ainsi que de connaissances acquises par ailleurs (CHAROLLAIS *et al.*, 1997 ; DURU *et al.*, 2010 ; ORTH *et al.*, 2010).

L'utilisation des clés de détermination de la typologie à partir des données recueillies lors des enquêtes et d'un parcours des prairies a permis de **déterminer pour chaque parcelle un type dominant**. 97 % de la surface en prairies (soit 438 ha) ont ainsi été caractérisés.

Sur la commune, **19 types de prairies ont été identifiés** sur les 29 types possibles à cette altitude dans la typologie multifonctionnelle des prairies. On compte 6 types de prairies permanentes pâturées, 5 types de prairies permanentes fauchées, 4 types de prairies semées, et 4 types de prairies dégradées présentant des signes de sur ou de sous-exploitation. 7 types dominent et occupent 83 % de la surface étudiée : 2 types de prairies temporaires avec au moins 2 espèces en mélange (35 % de la surface typée), et 5 types de prairies permanentes (couvrant chacun entre 7 et 12 % de la surface typée).



**FIGURE 1 : Services écosystémiques de la typologie des prairies AOP retenus pour l'analyse.**

**FIGURE 1 : Ecosystem services included in the AOP pasture classification system that were considered in this study.**

N°	Couvert		Milieu		Services agricoles				Note agricole	
	Nature *	Récolte **	Humidité	Fertilité	Rendement	MAT	UFL	Souplesse d'exploitation		
4P	PP	F	frais	peu fertile	1	1	1	2	0,417	Groupe "Faible"
5P	PP	P	sain à sec	maigre	1	1	1	2	0,417	
10P	PP	P	humide	peu fertile	2	1	1	1	0,417	
6P	PP	P	sain	peu à moy.	2	1	2	2	0,583	
1T	PT				3	2	1	1	0,583	
9P	PP	F	sain	peu fertile	2	1	1	3	0,583	
3P	PP	F	sain à frais	très fertile	2	2	3	1	0,667	Groupe "Fort"
3T	PT				3	2	2	2	0,750	
4T	PT				2	2	3	2	0,750	
2T	PT				2	3	3	1	0,750	
8P	PP	P	frais	fert. à très fert.	2	2	3	2	0,750	
1P	PP	F	sain	moy. fertile	3	2	2	3	0,833	
2P	PP	F	sain à frais	fertile	3	2	2	3	0,833	
7P	PP	P	sain	fertile	3	2	2	3	0,833	

\* PP : Prairie Permanente ; PT : Prairie Temporaire

\*\* Mode d'exploitation des PP : F : Fauché ; P : Pâturé

**TABLEAU 2 : Répartition en 2 groupes des prairies présentes sur Condat-lès-Montboissier à partir de leur note agricole et des services s'y rattachant.**

*TABLE 2 : The 2 types of pastures present in Condat, defined based on their agricultural services and the value of their agricultural services index.*

Les services agricoles de 4 types de prairies présents sur la commune n'étaient pas entièrement établis dans la typologie. Ils ont été complétés, sur les mêmes critères que la typologie, à partir de la bibliographie (BASSIGNANA, 1996 ; INRA, 2007) et de prélèvements et d'analyses réalisés sur les parcelles. Pour 5 autres types peu fréquents (3 % de la surface typée), en particulier des prairies dégradées et certaines prairies humides, il n'a cependant pas été possible de pallier l'absence de renseignements et ils ont été retirés de l'analyse.

## ■ Calcul de notes synthétiques agricoles et environnementales et classement des types de prairies

Pour tenir compte des différentes dimensions agricoles et environnementales des prairies et les comparer, **une note synthétique moyenne a été calculée pour les services agricoles et une autre pour les services environnementaux**. Elles ont été obtenues en pondérant les notes des différents services par leur maximum. Ce mode de calcul donne le même poids à tous les services et permet de comparer note agricole et note environnementale. Les bornes des notes synthétiques obtenues sont 0,3 et 1.

Nous avons ensuite défini **deux modalités, "Faible" et "Forte"**, pour les services agricoles ainsi que pour les services environnementaux. Pour ce faire nous avons réalisé, pour chaque groupe de services, une analyse graphique inspirée de la méthode de BERTIN (BERTIN, 1977). La note synthétique étant la variable à discriminer, nous avons cherché la valeur seuil permettant de séparer les types de prairies en deux groupes, les plus homogènes possibles et différents entre eux, au niveau des services participant à la note synthétique. Le tableau concernant les services agricole est donné en illustration (tableau 2).

Pour les services agricoles, le passage de la modalité faible à forte correspond essentiellement à une évolution de la qualité des fourrages, même si le rendement évolue aussi positivement. La souplesse d'exploitation a en revanche moins de poids dans cette classification. La distinction

entre prairies à faibles ou forts services agricoles n'est pas liée au mode d'exploitation en fauche ou pâture mais elle est liée à la fertilité du milieu. Pour les services environnementaux, la distinction entre les deux modalités relève essentiellement du potentiel de stockage du carbone, de l'intérêt patrimonial au plan botanique et de la diversité de couleurs de fleurs. On observe également un gradient de fertilité décroissant en parallèle de l'augmentation de la note environnementale.

Enfin, **pour étudier le compromis entre services agricoles et environnementaux**, nous avons croisé ces modalités "Faible" et "Forte" et obtenu **4 classes** (tableau 3).

Les prairies fournissant peu de services agricoles et environnementaux ont été dénommées "Productives". Ces prairies ont en effet de bons rendements mais une qualité moyenne et aucune souplesse d'exploitation. Les prairies fournissant à la fois des services de production (rendement, qualité, souplesse d'exploitation) et des services environnementaux ont été considérées comme étant "Proches de l'intensification écologique" (BOMMARCO *et al.*, 2013). Tout en ayant un bon niveau de production, ces prairies, source de biodiversité, interviennent dans des processus de régulation tels que la pollinisation ou la régulation du climat par le stockage du carbone. Les deux autres classes regroupent des prairies fournissant principalement soit des services de production, notamment rendement et qualité énergétique (classe "Agricole"), soit des services environnementaux, notamment intérêt patrimonial, diversité de couleurs de fleurs, accueil de pollinisateurs (classe "Environnementale"). Globalement, les services environnementaux sont un peu plus élevés dans cette classe "Environnementale" que dans la classe "Proche de l'intensification écologique".

## ■ Spatialisation et traitement des données

Une base de données spatialisée des parcelles de la commune a été élaborée avec le logiciel QGIS (QGIS 2.2.0 Valmiera). Les parcellaires des exploitations ont été digitalisés. La cartographie d'autres éléments (forêts, milieu

TABLEAU 3 : Répartition des types de prairies présents sur la commune selon le compromis entre services agricoles et environnementaux.

TABLE 3 : Different categories of pastures present in Condat, defined according to the trade-off exhibited between agricultural and ecosystem regulating services.

Note synthétique	Note synthétique agricole	
	Faible (< 0,62)	Forte (> 0,62)
<b>environnementale</b>		
- Faible (< 0,45)	<b>Classe* "Productive"</b> (rendement, qualité azotée) <i>PT monospécifique</i>	<b>Classe "Agricole"</b> (rendement, qualité azotée et <b>énergétique</b> ) <i>PT mono et plurispécifiques / PP fauchée milieu très fertile</i>
- Forte (> 0,45)	<b>Classe "Environnementale"</b> (souplesse d'exploitation / stockage carbone, <b>intérêt patrimonial, diversité de couleurs de fleurs, accueil pollinisateur, accueil faune</b> ) <i>PP fauchée milieu peu fertile/ PP pâturée milieu maigre à moyennement fertile ou humide</i>	<b>Classe "Proche de l'intensification écologique"</b> (rendement, qualité énergétique et azotée, <b>souplesse d'exploitation / stockage carbone, intérêt patrimonial, diversité de couleurs de fleurs, accueil pollinisateur, accueil faune</b> ) <i>PP fauchée milieu moyennement fertile à fertile / PP pâturée milieu fertile à très fertile</i>

\* PT : prairie temporaire ; PP : prairie permanente  
 Pour chaque classe sont mentionnés les services ayant une valeur moyenne à élevée pour la majorité des types de prairies concernés. Les services ayant des valeurs élevées figurent en gras.

aquatique, landes, friches, haies, milieu artificialisé) a été réalisée par photo interprétation (SHEEREN *et al.*, 2014). A partir de ces données et d'un Modèle Numérique de Terrain à 10 m, la surface des parcelles, leur altitude moyenne, leur pente moyenne et leur distance au bâtiment principal de l'exploitation ont pu être calculées.

Une analyse de variance a ensuite été menée pour comparer, à l'échelle des parcelles, les classes de prairies selon ces critères géographiques. Une recherche de corrélations entre données établies à l'échelle de l'exploitation a également été effectuée. L'analyse des nuages de points entre variables a permis la réalisation de tests de corrélation linéaire de Pearson entre certaines variables. Ces analyses ont été réalisées avec le logiciel R version 3.1.2 (R CORE TEAM, 2014) et le package R commander.

Ainsi, à partir de l'ensemble de ces données, nous avons pu étudier le rôle des prairies dans la production agricole et la qualité de l'environnement.

## 2. Les services fournis par les prairies de la commune

A l'échelle de la commune, au niveau des services environnementaux, on distingue : i) les prairies temporaires qui ont toutes peu d'intérêt écologique quel que soit le service

considéré, et ii) les prairies permanentes qui ont une note synthétique élevée sur les deux tiers des surfaces et moyenne sur le tiers restant (figure 2). Au niveau de la note synthétique agricole, les prairies permanentes ont, dans des proportions équivalentes soit des valeurs faibles dans le cas des prairies sur des milieux peu fertiles, soit des valeurs très élevées sur des milieux fertiles. Ces dernières conjuguent productivité et souplesse d'exploitation, ce qui fait défaut aux prairies temporaires qui ont des notes synthétiques agricoles intermédiaires (figure 2).

Globalement, les prairies permanentes de la commune se caractérisent par des services environnementaux, des rendements et une souplesse d'exploitation plus élevés que les prairies temporaires alors que ces dernières présentent une meilleure qualité nutritive.

**Le territoire prairial de la commune se répartit de façon assez équilibrée entre trois** des quatre **classes** de combinaison de services définies dans la partie précédente (tableau 4) : un tiers fournit aussi bien des services agricoles qu'environnementaux, un autre tiers est plutôt fournisseur de services agricoles et le dernier tiers fournit principalement des services environnementaux. La classe agricole domine légèrement sur le territoire de la commune. Si on ajoute à cette classe les surfaces dédiées aux cultures annuelles c'est alors 63 % de la commune qui concourt à des services de production agricole. La classe des parcelles

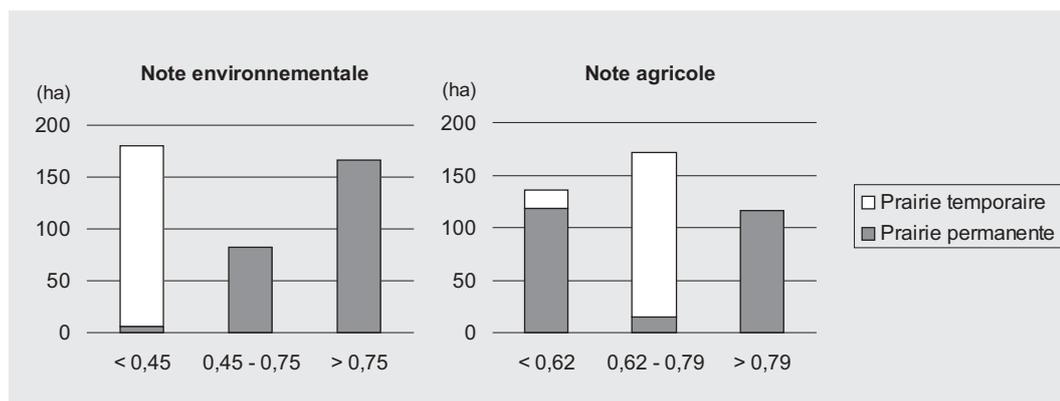


FIGURE 2 : Notes synthétiques environnementales et agricoles des prairies sur la commune (2012).

FIGURE 2 : Results for the agricultural and environmental services indices of pastures for Condat (2012).

Note synthétique environnementale	Note synthétique agricole	
	Faible	Forte
- Faible	Classe "Productive" 4 %	Classe "Agricole" 37 %
- Forte	Classe "Environnementale" 29 %	Classe "Proche de l'intensification écologique" 30 %

TABLEAU 4 : Classement des surfaces de la commune selon leur note synthétique agricole et environnementale.

TABLE 4 : Percentage of fodder areas in Condat in different categories, where assignment was based on the values of their agricultural and environmental services indices.

fournissant peu de services agricoles et environnementaux est peu représentée (4 % de la surface).

Au niveau spatial, on observe une répartition hétérogène des différentes classes plutôt qu'une spécialisation de certaines portions du territoire dans une classe ou une autre. On peut faire l'hypothèse que l'hétérogénéité des milieux se combinant à celle des modes de gestion des prairies, on aboutit à une mosaïque de services.

### 3. Résultats concernant les déterminants des services

#### ■ Approche spatiale

Les facteurs qui permettent d'expliquer la localisation des classes de prairies sur le territoire sont en partie liés aux **caractéristiques géographiques** (tableau 5). Les parcelles "Environnementales" et "Proches de l'intensification écologique" ont ainsi une pente moyenne significativement plus élevée que les parcelles "Agricoles" et se situent donc sur des portions de territoire plus difficiles à exploiter. En revanche, il n'y a pas de différence significative de taille des parcelles ou d'éloignement du siège d'exploitation entre les classes de prairies.

Classe de prairie Critère	Agricole	Environnement	Proche de l'intensification écologique	Productive	Résultat de l'ANOVA <sup>1</sup>
Taille des parcelles (ha)	1,88	2,12	1,71	1,71	NS
Distance au siège (m)	1 862	2 952	1 944	2 909	NS
Pente moyenne (%)	10,3 <sup>a</sup>	13,9 <sup>b</sup>	12,8 <sup>b</sup>	10,0 <sup>ab</sup>	***

1 : NS : non significatif ; \*\*\* : hautement significatif, p < 0,001

TABLEAU 5 : Moyennes des critères géographiques des parcelles de la commune pour les différentes classes de services. Résultats des analyses de variance (ANOVA) pour chaque critère.

TABLE 5 : Means of the field descriptors for the different services categories. ANOVA results for between-category differences in descriptors.

#### ■ Approche agricole

##### • Pratiques et classes de services des prairies

Les prairies "Agricoles" de Condat-lès-Montboissier sont essentiellement des prairies temporaires avec au moins 2 espèces en mélange (95 % de la surface de la classe). Tous leurs services environnementaux sont faibles, surtout si elles comportent peu de légumineuses. Ces prairies sont réservées à la réalisation de stocks (principalement de l'ensilage) et à l'affouragement en vert. On trouve également dans ce groupe les prairies permanentes fauchées les plus fertiles.

Les prairies "Environnementales" sont surtout des prairies permanentes pâturées (75 % des surfaces de cette classe), essentiellement par des génisses laitières et les troupeaux allaitants. Dans une moindre mesure on trouve également des prairies fauchées de milieux peu fertiles. Globalement, 55 % des surfaces de cette classe se situent sur des milieux difficiles à exploiter car humides ou peu fertiles. Les parcelles fauchées de cette classe ne sont ni pâturées, ni fertilisées (ou très peu). Toutes ces prairies sont récoltées en fauche tardive (foin séché au sol). Sur la commune, toutes les parcelles fauchées avec une fertilisation faible et une absence de pâturage, ne sont toutefois pas des prairies "Environnementales". On peut donc penser que, pour observer ces types de prairies, il faut en plus que le milieu soit particulièrement pauvre.

Les prairies "Proches de l'intensification écologique" : On trouve dans cette classe des prairies permanentes sur des milieux moyennement à très fertiles, aussi bien pâturées (36 % de la surface de la classe) que fauchées (57 % de la classe). La majorité des stocks récoltés sur ces prairies sont réalisés sous forme de foin. Elles sont pâturées par des troupeaux allaitants, des génisses laitières et, dans une moindre mesure, des vaches laitières. Ces parcelles ont de bons résultats agricoles dans tous les domaines : rendement, souplesse, qualité.

Les prairies "Productives" : ce sont des prairies temporaires monospécifiques à graminées. Même si leur rendement est élevé, leur manque de souplesse d'exploitation et de qualité énergétique les classe en "Faiblement agricole". Ces prairies sont utilisées pour réaliser des stocks, aussi bien sous forme d'ensilage que de foin.

Les différentes classes de prairies sont donc souvent associées à des fonctions particulières (utilisation pour les

EA* Système*	SAU (ha)	PP/SFP (%)	Chargement (UGB/ha SFP)	Surface (ha) en prairies typées	Répartition des prairies dans les classes de services** (%)				
					Agri	Env	IE	Prod	
<b>Groupe 1***</b>									
05 VL zéro pâturage	211	43	1,05	87,7	56	35	6	3	
04 VA	148	49	1,08	52,7	60	11	9	20	
06 VL	87	27	0,97	43,1	68	22	10	0	
<b>Groupe 2</b>									
13 Foin (retraité)	6	100	0,00	5,6	0	61	39	0	
02 Veaux (retraité)	10	100	0,52	9,4	0	58	42	0	
12 Cultures + VA	82	100	0,68	30,8	0	46	54	0	
<b>Groupe 3</b>									
03 VL + porcs	65	55	0,86	44,8	20	40	40	0	
07 VL zéro pâturage	125	66	1,34	56,0	34	19	41	6	
09 VA (double actif)	23	63	0,93	16,4	40	18	42	0	
10 VL	57	54	0,98	34,3	40	9	51	0	

\* EA : Exploitation agricole ; VA : vaches allaitantes ; VL : vaches laitières  
 \*\* Agri : classe Agricole, Env : Environnementale, IE : Proche de l'intensification écologique, Prod : Productive  
 \*\*\* Groupes 1, 2 et 3 définis dans le texte, à la fin de la partie 3

TABLEAU 6 : Répartition des surfaces en prairies des exploitations enquêtées selon les classes de services écosystémiques définies.

TABLE 6 : Percentage of pasture area in each eco-system services category for the farms surveyed.

stocks ou la pâture, nature de ces stocks et des animaux qui pâturent). Toutefois ce n'est pas tout à fait le cas des prairies "Proches de l'intensification écologique" qui sont surtout associées aux milieux fertiles.

### • Systèmes de production et classes de services des prairies

L'analyse de la répartition des services des prairies en fonction des exploitations nous permet de juger de l'influence du système de production sur la fourniture de services. La répartition des prairies dans les différentes classes de services a été calculée pour chaque exploitation (tableau 6). Trois exploitations dont les deux tiers des prairies se situaient hors de la commune n'ont pas été retenues dans l'analyse.

Dans un premier temps, si l'on observe dans quelles exploitations se trouvent les prairies de chacune des classes, on peut dire que :

- Les **prairies "Productives"** se trouvent **dans les plus grandes exploitations** de la commune, indifféremment laitières (en zéro pâturage) ou allaitantes, où le chargement est le plus élevé.

- Les **prairies "Agricoles"** se trouvent chez tous les agriculteurs de la commune sauf ceux qui n'ont pas de prairie temporaire. Ces derniers sont des agriculteurs retraités et un producteur de céréales qui réserve ses terres labourables à des cultures de vente. Les **exploitations** ayant le plus de prairies "Agricoles" (plus de 55 % de la surface typée) sont celles **où les prairies temporaires tiennent une place importante voire dominante** dans les surfaces en herbe. Ce sont 3 exploitations assez intensives, de dimensions variables (de 87 à 211 ha), dans lesquelles la production fourragère est basée sur des prairies semées (45 à 70 % de leurs surfaces en prairies, 85 à 100 % de leurs stocks).

Le pourcentage de prairies "Agricoles" est corrélé négativement au pourcentage de prairies permanentes dans la surface fourragère de l'exploitation ( $r^2 = 0,89$  ;  $p < 0,0001$ ).

La corrélation avec le chargement est également significative mais plus faible ( $r^2 = 0,50$  ;  $p = 0,0204$ ). En revanche, il n'y a pas de corrélation entre la part de prairies "Agricoles" et la taille de l'exploitation ni, pour les exploitations laitières, la production laitière moyenne par vache. La part de ces prairies semble donc davantage liée à la place des prairies permanentes dans le système fourrager qu'au degré d'intensification globale du système de production.

- Les **prairies "Proches de l'intensification écologique"** sont présentes soit en proportion très faible dans le système (jusqu'à 10 % de la surface de prairie), soit en proportion importante (au moins 40 % des prairies). Sur ce territoire il n'y a pas d'exploitation avec une part intermédiaire de prairies classées "Proches de l'intensification écologique".

Les exploitations ayant peu de prairies de cette classe sont celles qui ont le plus de prairies agricoles. Les autres exploitations forment un groupe hétérogène. Elles sont de dimension très variable (6 - 125 ha), avec des orientations de production (système laitier, allaitant, grandes cultures), des niveaux de production et des chargements très variés. On retrouve dans ce groupe une exploitation laitière en zéro pâturage. Cependant, sur toutes ces exploitations, les prairies permanentes occupent plus de la moitié des surfaces fourragères.

Hormis dans les systèmes basés sur les prairies temporaires, **l'importance** des prairies "Proches de l'intensification écologique" **ne semble donc pas liée au système de production**. Il n'y a pas de corrélation entre la part de ces prairies et le pourcentage de prairies permanentes dans la surface fourragère ou le chargement.

- Les **prairies "Environnementales"** sont **présentes dans toutes les exploitations**, même les plus intensives. En effet, une partie d'entre elles sont davantage liées au milieu qu'au système de production. On trouve ainsi des prairies humides - classées "Environnementales" - dans 8 exploitations sur 10. Le pourcentage de prairies "Environnementales" est toutefois plus faible dans les systèmes les plus intensifs.

Les 3 exploitations ayant un fort pourcentage de prairies dans cette classe (de 46 à 61 %) correspondent à des systèmes particuliers. Ce sont les exploitations de deux agriculteurs retraités et d'un agriculteur en grandes cultures qui utilisent leurs prairies de façon extensive, sans objectif de production affirmé.

Une corrélation négative existe entre le pourcentage de prairies de cette classe et le chargement animal ( $r^2 = 0,67$  ;  $p = 0,0036$ ). La corrélation avec la place des prairies permanentes dans le système fourrager est significative mais plus faible ( $r^2 = 0,53$  ;  $p = 0,0158$ ).

Ce pourcentage de prairies "Environnementales" semble donc **lié au milieu naturel et à certains éléments de conduite comme le chargement**.

Ainsi, les prairies "Agricoles" ou "Environnementales" sont associées à certains systèmes de production alors que les prairies "Proches de l'intensification écologique" sont présentes dans une grande variété de systèmes. De plus, la part des prairies "Agricoles" et "Environnementales" s'oppose dans les systèmes de production ( $r^2 = 0,63$  ;  $p = 0,0061$ ) mais reste indépendante de celle des prairies "Proches de l'intensification écologique".

### ■ Trois groupes d'exploitations

Au sein d'une exploitation, la **répartition des prairies entre les différentes classes de services ne dépend pas de son orientation de production** (laitière/allaitante). Elle **semble plutôt liée à différents paramètres** tels que le chargement animal, le pourcentage de prairies permanentes dans le système fourrager, l'usage de ces prairies (réservées à la pâture ou également utilisées pour la fauche). Ces différentes analyses amènent à répartir les exploitations de Condat-lès-Montboissier en **trois groupes**, selon le type de services rendus par leurs prairies :

- Groupe 1 : Ces 3 exploitations n'ont pas ou peu de prairies "Proches de l'intensification écologique" (moins de 10 %). Dans ces exploitations les prairies temporaires ont une place dominante, les prairies permanentes occupent moins de 50 % de la surface fourragère principale (SFP). Le pourcentage de prairies "Environnementales" est variable.

- Les autres exploitations ont au moins 39 % de leurs prairies "Proches de l'intensification écologique". On distingue :

- Groupe 2 : 3 exploitations n'ayant aucune prairie "Agricole" et un fort pourcentage de prairies "Environnementales" (plus de 45 %). Toutes leurs prairies sont des prairies permanentes ; les chargements et la fertilisation sont faibles. Ces exploitations n'ont pas d'ambition productive sur leurs prairies.

- Groupe 3 : 4 exploitations ayant un pourcentage de prairies "Agricoles" intermédiaire aux deux groupes précédents et des prairies "Environnementales" dans des proportions très variables. Ce groupe présente une grande diversité de systèmes de production aux niveaux de la taille des structures, des productions, des résultats techniques et des

chargements. Ces exploitations gardent toutefois un minimum de prairies permanentes (au moins 54 % de la SFP) dont une partie est fauchée, et maintiennent un milieu fertile sur ces parcelles.

Chacun de ces trois groupes d'exploitations est **lié à une place différente des prairies permanentes dans les systèmes**. Ce choix d'accorder plus ou moins de place aux prairies permanentes est bien sûr lié au caractère labourable des parcelles ou à des contraintes réglementaires. En revanche, il ne dépend ici ni du système de production (lait/autre), ni de l'absence de pâturage. Il ne semble pas lié non plus au chargement ou aux résultats techniques de production (comme la production laitière par vache).

## 4. Discussion et perspectives

### ■ Une approche novatrice malgré certaines limites

Les méthodes mises en œuvre lors de cette étude présentent certaines limites. Tout d'abord, lors des enquêtes en exploitation, seules les parcelles du territoire de la commune de Condat ont été décrites en détail puis typées sur le terrain. La totalité de la SAU des exploitations n'est donc pas toujours caractérisée. Cependant, dans la grande majorité des cas, l'assolement mis en place sur Condat est similaire à l'assolement global des exploitations. Sur certaines prairies, les services agricoles qui ne figuraient pas dans la typologie ont été complétés à partir d'une revue de bibliographie et de quelques prélèvements. Ils devraient être confirmés par davantage d'analyses (rendement et qualité des fourrages). Lors du calcul des notes synthétiques agricoles et environnementales, le même poids a été donné à tous les critères composant chacune d'elles. Certains sont pourtant corrélés, comme par exemple l'intérêt patrimonial et la diversité de couleurs de fleurs. Le calcul de la note synthétique mériterait peut-être d'exclure certains services pouvant être redondants. Enfin, le choix d'une note synthétique peut masquer des différences entre prairies ayant la même note mais des profils différents sur les services pris en compte dans cette note. Garder l'ensemble des critères semblait pourtant difficile pour étudier le compromis entre production et qualité de l'environnement. Dans la majorité des cas on observe toutefois une corrélation positive entre la note synthétique et les différents services associés, sauf pour quelques critères comme la souplesse d'exploitation ou le potentiel de stockage de carbone.

Les analyses menées ne concernent que les prairies du territoire. Or 31 % des surfaces agricoles enquêtées sont conduites en cultures. Une analyse des services rendus par ces espaces serait nécessaire, mais il n'existe pas de référentiel régional nous permettant de mener un travail similaire à celui réalisé sur les prairies. Les deux types de surfaces (cultures et prairies) ne sont pas indépendants, les prairies temporaires étant la plupart du temps intégrées dans une succession culturale. Les surfaces concernées sont donc susceptibles de se retrouver régulièrement avec un couvert de prairie, implanté pour quelques années.

Cependant, malgré ces limites, **cette méthode nous a permis d'évaluer la fourniture de services écosystémiques de façon peu coûteuse, simple, rapide et homogène sur toute la commune**, en utilisant une typologie des prairies validée. Cela **a permis d'apprécier la distribution spatiale des différents services et l'amplitude des écarts**. Nous avons également choisi i) de dépasser une approche des pratiques à la parcelle et de nous intéresser à des critères propres aux systèmes d'exploitation, ii) d'étudier le compromis entre services agricoles et environnementaux plutôt que chaque type de service pris séparément.

## ■ Des services liés au milieu, aux pratiques et aux systèmes

**Le milieu et les caractéristiques topographiques** limitent les marges de manœuvre des agriculteurs sur certaines parcelles et orientent leurs choix tant dans l'affectation des usages que dans les modalités de conduite des prairies (fertilisation, fauche, pâture...), comme cela a déjà été montré (MORLON et BENOIT, 1990) en particulier dans des contextes de montagnes similaires aux nôtres (BRUNSWIG *et al.*, 2006 ; MAXIME *et al.*, 2009 ; GARCIA-LAUNAY *et al.*, 2012). Il peut s'agir de la pente qui va limiter la mécanisation, ou de l'humidité qui va contraindre les dates et les possibilités de récolte. La distance au siège d'exploitation influence fortement l'utilisation des parcelles d'après la bibliographie mais n'est pas un facteur de différenciation des prairies déterminant dans notre étude.

**Les pratiques agricoles et certaines caractéristiques des systèmes** d'exploitation influencent aussi les services. Si les liens entre pratiques agricoles et services individuels, et entre services eux-mêmes, ont déjà été étudiés (BENNETT *et al.*, 2009), comme par exemple l'intérêt des prairies permanentes par rapport aux temporaires ou de la fauche tardive et d'un chargement intermédiaire pour la biodiversité (FARRUGIA *et al.*, 2006 ; DUMONT *et al.*, 2007 ; LE ROUX *et al.*, 2009), ce n'est pas le cas pour des **combinaisons de services** tel que cela a été abordé dans notre étude au travers du calcul, à différentes échelles, des notes synthétiques agricoles et environnementales.

## ■ L'intensification écologique est accessible à tous les systèmes mais à certaines conditions

Cette étude montre qu'il est possible, sur des couverts prairiaux, de concilier production et environnement et de répondre ainsi à la notion d'intensification écologique dans des exploitations très différentes tant au niveau de l'orientation de production que des systèmes d'élevage mis en place. L'intensification écologique est donc accessible à tous. Cependant, elle n'est présente de façon importante que dans les exploitations qui conservent des prairies permanentes productives dans leur système fourrager, sans les reléguer uniquement sur les portions de territoire les plus difficiles à exploiter. **La prise en compte des prairies permanentes pour leurs capacités productives dans les systèmes fourragers** (BALENT *et al.*, 2015, ce numéro) est

**donc une condition indispensable à la mise en place de systèmes de production "Proches de l'intensification écologique"**, tout du moins au niveau de leurs prairies. Reprendre à travers les enquêtes les principes qui guident les choix des agriculteurs permettrait de cerner des leviers d'action pour développer ces systèmes.

Enfin, dans cette étude, l'intensification écologique a été considérée comme un **compromis entre production et environnement** réalisé à l'échelle de la parcelle. Cependant, **concilier ces deux enjeux** sur des parcelles différentes **au sein d'un territoire ou d'une exploitation ne répondrait-il pas aussi à l'intensification écologique ?** Si le manque de production des prairies les plus "Environnementales" peut être compensé par celle de prairies temporaires ou même de cultures fourragères comme le maïs, nous avons considéré, dans un premier temps, que l'absence de services environnementaux de ces couverts ne répondait pas à une gestion durable du territoire, notamment si l'espace est nettement partitionné entre production et environnement. En revanche, si les surfaces relatives à ces deux enjeux sont imbriquées, la question mériterait d'être approfondie.

## ■ De la parcelle au territoire : des "méta-services"

Sur le territoire de la commune étudiée on observe une répartition équilibrée entre trois classes de prairies (Agricoles, Environnementales et Proches de l'intensification écologique). Il n'y a **pas de spécialisation de parties du territoire** dans l'une ou l'autre de ces catégories ; on aboutit à une mosaïque de prairies dans laquelle s'intercalent les cultures et la forêt. Cette mosaïque dans laquelle les deux types de services étudiés sont intégrés dans le territoire illustre la diversité de milieu, la mixité des usages et des dynamiques variables d'une exploitation à l'autre. Elle est **favorable à une meilleure résistance du territoire aux perturbations** pouvant être générées par l'activité agricole, et elle permet dans le même temps une **meilleure régulation potentielle des maladies et ravageurs** que dans un milieu homogène (MORILHAT *et al.*, 2008). Une analyse spatiale de type «écologie du paysage» serait nécessaire pour aller plus loin dans ce domaine.

## Conclusion

Etudier la contribution des prairies d'un petit territoire de montagne à la fourniture de services agricoles et environnementaux permet de mettre en évidence que la réalité est beaucoup plus complexe que ne le laissent supposer l'image des grands espaces à l'environnement préservé ou, au contraire, la mise en cause de l'élevage pour son impact négatif sur l'environnement. L'intensification écologique, compromis entre la production agricole et la préservation de l'environnement, est donc possible dans une grande diversité de systèmes qui utilisent ces espaces de montagne, à condition de garder une place significative aux prairies permanentes dans le système fourrager.

Accepté pour publication,  
le 27 février 2015

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALENT G., LAVOREL S., LOUCOUGARAY G., BERTONI G., BOISDON I., CAPITAIN M., COLACE M.P., DOBREMEZ L., GIBON A., GOS P., MESMIN X. (2015) : “Quelles perspectives d’intensification écologique des services fourragers rendus pour des prairies de moyenne montagne humide françaises ? Une analyse comparative”, *Fourrages*, 221, 3-14.
- BASSIGNANA M. (1996) : *Contributo alla caratterizzazione dei festuceti di interesse pastorale nelle alpi occidentali. Le specie di Festuca a foglie fine nelle formazioni pascolive*, thèse de doctorat, Université de Turin, 117 p.
- BENNETT E.M., PETERSON G.D., GORDON L.J. (2009) : “Understanding relationships among multiple ecosystem services”, *Ecology Letters*, 12, 1394-1404.
- BERTIN J. (1977) : *La graphique et le traitement graphique de l’information*, éd. Flammarion, Paris, 273 p.
- BLANC-PAMARD C., MILLEVILLE P. (1985) : “Pratiques paysannes, perception du milieu et système agraire”, Blanc-Pamard C. et Lericollais E. éd., *A travers champs. Agronomes et géographes, dynamiques des systèmes agraires*, Paris, éd. de l’Orstom, CNRS.
- BOISDON I., BALAY C., PAILLEUX J.Y., HOSTIOU N., RAPEY H., COURNUT S. (2015) : “Pâturer ou pas, telle est la question”, *Techniques et Cultures*, sous presse.
- BOMMARCO R., KLEIJN D., POTTS S.G. (2013) : “Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security”, *Trends in Ecology and Evolution*, 28 (4), 230-238.
- 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.
- CARRÈRE P., SEYTRE L., PIQUET M., LANDRIAUX J., RIVIÈRE J., CHABALIER C., ORTH D. (2012) : “Une typologie multifonctionnelle des prairies des systèmes laitiers AOP du Massif central combinant des approches agronomiques et écologiques”, *Fourrages*, 209, 9-21.
- CHAROLLAIS M., PEARSON S., KUCHEN S., SCHIESS C., (1997) : *Qualité écologique. Clé d’appréciation*, Service Romand de Vulgarisation Agricole, 34 p.
- DEFFONTAINES J.P. (1998) : “Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique”, Deffontaines J.P. éd., *Les sentiers d’un géoagronome*, Editions Arguments, Paris, 117-141.
- DUMONT B., FARRUGGIA A., GAREL J.P. (2007) : “Pâturage et biodiversité des prairies permanentes”, *Rencontres Recherches Ruminants*, 14, 17-24.
- DURU M., CRUZ P., JOUANY C., THEAU J.P. (2010) : “Herb’type : nouvel outil pour évaluer les services de production fournis par les prairies permanentes”, *INRA Productions Animales*, 23 (4), 319-332.
- FARRUGGIA A., DUMONT B., JOUVEN M., BAUMONT R., LOISEAU P. (2006) : “La diversité végétale à l’échelle de l’exploitation en fonction du chargement dans un système bovin allaitant du Massif central”, *Fourrages*, 188, 477-493.
- GARCIA-LAUNAY F., SIBRA C., MOLÉNAT H., AGABRIEL C., BRUNSCHWIG G. (2012) : “Grassland use in mountain bovine systems according to a hierarchy of geographical determinants”, *J. Agric. Sci.*, 150, 203-217.
- GRIFFON M. (2013) : *Qu’est-ce que l’agriculture écologiquement intensive*, Versailles, éd. Quae, Collection Matière à débattre et décider, 22 p.
- HULIN S., CARRÈRE P., CHABALIER C., FARRUGGIA A., LANDRIAUX J., ORTH D., PIQUET M., RIVIÈRE J., SEYTRE L. (2011) : *Diagnostic prairial en zone fromagère AOP Massif central – Typologie multifonctionnelle des prairies*, éd. Pôle fromager AOP Massif central, 148 p.
- INRA (2007) : *Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux – Valeurs des aliments. Tables INRA 2007*, Versailles, éd. Quae, Collection Guide pratique, 307 p.
- LE ROUX X. BARBAULT R., BAUDRY J., BUREL F., DOUSSAN I., GARNIER E., HERZOG F., LAVOREL S., LIFRAN R., ROGER-ESTRADE J., SARTHOU J. P., TROMMETTER M. (ÉDITEURS) (2009) : *Agriculture et biodiversité: valoriser les synergies*, INRA, Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, Paris, 178 p.
- MAXIME M., BENSALD A., DELAHAYE D. (2009) : “Le rôle de la distance dans l’organisation des pratiques et des paysages agricoles : l’exemple du fonctionnement des exploitations laitières dans l’arc atlantique”, *Cybergeo: Europ. J. Geography* [en ligne]
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005) : *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*, Washington DC, Island Press, 155 p.
- MÉNADIER L. (2012) : *Paysages de fromages : sensibilités au paysage, pratiques des agriculteurs et ancrage territorial des AOC fromagères de moyennes montagnes d’Auvergne et de Franche-Comté*, thèse de doctorat, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 525 p.
- METTEZ C. (2013) : *Appréciation des services écosystémiques liés à l’activité d’élevage : test d’une méthode sur Condat-lès-Montboissier*, mémoire de Master 1 DTNR, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 103 p.
- MICHAUD A., CARRÈRE P., FARRUGGIA A., JEANGROS B., ORTH D., PAUTHENET Y., PLANTUREUX S. (2013) : “Construire des typologies de prairies pour évaluer leur potentiel à rendre des services agro-environnementaux”, *Fourrages*, 213, 35-44.
- MORILHAT C., BERNARD N., FOLTÈTE J.C., GIRAUDOUX P. (2008) : “Neighbourhood landscape effect on population kinetics of the fossorial water vole (*Arvicola terrestris scherman*)”, *Landscape Ecology*, 23, 569-579.
- MORLON P., BENOIT M. (1990) : “Etude méthodologique d’un parcellaire d’exploitation agricole en tant que système”, *Agronomie*, 10 (6), 499-508.
- ORTH D., BALAY C. (2010) : *Biodiversité des prairies permanentes : Une méthode simple de diagnostic*, Educagri éd., Approches, 141 p.
- R CORE TEAM (2014) : *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, <http://www.R-project.org>
- SCHAUB G., GREMAUD J., STUDER J., KOENIG P., AYÉ R. (2013) : “La survie du Tarier des prés *Saxicola Rubetra* dans la vallée de l’Intyamon dépend de réformes dans la politique agricole”, *Nos oiseaux*, 60, 69-78.
- SHEEREN D., LADET S., BALENT G. (2014) : *Caractérisation de la structure et de la dynamique des paysages agricoles sur les différents terrains*, Rapport ANR-10-STRA-0005 MOUVE, 53 p.
- SHEEREN D., LEFÈVRE J., LADET S., BALENT G., BRAME A., BRAY F., CAPITAIN M., GIBON G., LASSEUR R., LASSEUR J., DOBREMEZ L. (2015) : “Coévolution des paysages et des activités agricoles dans différents territoires d’élevage des montagnes françaises : entre intensification et déprise agricole”, *Fourrages*, 222, à paraître.
- STEINFELD H., GERBER P., WASSENAAR T., CASTEL V., ROSALES M., DE HAAN C. (2006) : *Livestock’s Long Shadow. Environmental issues and options*, FAO, 380 p.



Association Française pour la Production Fourragère

---

La revue *Fourrages*

est éditée par l'Association Française pour la Production Fourragère

**[www.afpf-asso.org](http://www.afpf-asso.org)**



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](mailto:afpf.versailles@gmail.com)

Association Française pour la Production Fourragère