

Un pâturage tournant alternatif conciliant performances animales et préservation des insectes prairiaux

SCOHIER A. (1), FARRUGGIA A. (1), LANORE L. (1), DUMONT B. (1)

(1) INRA, Unité Mixte de Recherches sur les Herbivores, Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle

RESUME- Les prairies permanentes pâturées offrent des habitats favorables aux insectes, tels les bourdons et les papillons, en net déclin dans toute l'Europe. Dans l'objectif de préserver les insectes prairiaux tout en maintenant la charge animale, et donc le niveau de production à l'hectare, un pâturage tournant alternatif a été testé. Il consiste à exclure temporairement une des sous-parcelles de la rotation au pic de floraison pour offrir aux insectes des ressources abondantes et une structure du couvert favorable. Ce mode de pâturage tournant a été comparé à un pâturage continu au même chargement : i) en pâturage bovin à un chargement fort ($1,2 \text{ UGB ha}^{-1}$) en 2005-6 et à un chargement modéré ($0,85 \text{ UGB ha}^{-1}$) en 2007-8; ii) en pâturage ovin à un chargement instantané fort ($1,4$ et $1,9 \text{ UGB ha}^{-1}$) dans deux types de prairies, une estive et une prairie plus fertile en 2009-10. En pâturage bovin, le pâturage tournant alternatif conduit au fort chargement a permis d'augmenter l'intensité de floraison des parcelles ($p < 0,01$) et de doubler la richesse spécifique ($p < 0,001$) et l'abondance des papillons ($p < 0,01$). Elle s'est également traduite par une réduction de 19% du nombre de journées de pâturage lors d'une année où la pousse d'herbe était limitante au printemps. Le bénéfice pour les papillons a été moindre au chargement modéré (abondance accrue de 35% ; $p < 0,10$), mais ce chargement a toujours permis une bonne croissance des génisses. En pâturage ovin, ce mode de rotation a favorisé la richesse spécifique ($p < 0,05$) et l'abondance des bourdons ($p < 0,05$ en année 1 ; année x traitement : $p < 0,10$), mais il a été sans effet sur les carabes. Dans les deux prairies, son bénéfice pour les papillons a été de faible amplitude et limité aux sous-parcelles exclues du pâturage ($p < 0,10$). La croissance des brebis n'a jamais été affectée. L'exclusion temporaire d'une partie des parcelles d'une rotation au moment du pic de floraison apparaît ainsi comme une conduite pouvant favoriser les insectes prairiaux. La mise en place d'une telle conduite devra être ajustée lorsque la pousse de l'herbe devient limitante. Ses bénéfices pourraient être moindres en pâturage ovin qu'en pâturage bovin.

An alternative rotational stocking management designed to conciliate insect diversity and livestock performance in permanent grasslands

SCOHIER A. (1), FARRUGGIA A. (1), LANORE L. (1), DUMONT B. (1)

(1) INRA, Unité Mixte de Recherches sur les Herbivores, Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle

SUMMARY- Permanent pastures provide suitable habitat for insects such as bumblebees and butterflies, in sharp decline throughout Europe. Here, we designed an alternative rotational stocking management that aims to preserve grassland insects while also maintaining stocking rate, and thus the level of livestock production per hectare: it consists in temporary excluding of one of the sub-plots of the rotation at flowering peak, in order to provide abundant resources and a favorable sward structure for insects. Such rotational grazing was compared to continuous grazing at the same stocking rate i) in cattle grazed at two stocking rates, high and moderate, and ii) in sheep grazed at a high stocking rate in either upland or more fertile grassland communities. Two years of measurements were conducted for each comparison. In cattle, rotational grazing at a high stocking rate increased flowering intensity in rotationally-grazed plots ($p < 0.01$) and doubled the species richness ($p < 0.001$) and abundance of butterflies ($p < 0.01$). It, however, also led to a 19% reduction in the number of grazing days in a year of unfavourable spring grass growth. Benefit for butterflies was lower at the moderate stocking rate (increased abundance of 35%, $p < 0.10$), but this stocking rate always allowed good growth performance of heifers. In sheep, rotational grazing led to an increase in bumblebee abundance ($p < 0.05$ in year 1, year x treatment: $p < 0.10$) and species richness ($p < 0.05$), but had no effect on ground beetles. Benefit for butterflies ($p < 0.10$ for abundance) was weak and limited to the excluded sub-plots. Sheep growth was not affected. Temporarily excluding cattle from some of the plots at flowering peak thus appears a biodiversity-friendly management for permanent grasslands, but it appears a risky grazing practice when spring grass growth is low. Benefits of this rotational stocking management may also be weaker in sheep-grazed pastures.

INTRODUCTION

Les prairies permanentes sont au cœur d'enjeux agricoles, mais aussi d'enjeux environnementaux. Elles offrent un habitat favorable à de nombreux insectes dont certains sont en net déclin en Europe (Potts *et al.*, 2009). Dans les prairies pâturées, les herbivores ont des effets directs (sélection alimentaire) et indirects (piétinement, déjections) sur la diversité spécifique des insectes. Ils peuvent dégrader les niches écologiques nécessaires au développement de certaines espèces (Dennis *et al.*, 2001 ; Morris, 2000) et entrer en compétition pour les ressources alimentaires avec d'autres (Kruess et Tschamtker, 2002). Ainsi, l'hypothèse « d'habitat hétérogène » prévoit une plus grande diversité des insectes lorsque que le couvert présente une hétérogénéité structurale à même de leur offrir plus d'abris,

de nourriture et une diversité de niches écologiques (Morris, 2000). L'hypothèse trophique prédit que les interactions alimentaires entre les plantes et les insectes sont perturbées lorsque l'intensité du pâturage augmente (Pöyry *et al.*, 2006). Elle incite à rétablir ou préserver des zones riches en fleurs pour préserver les insectes nectariphages des prairies (Öckinger et Smith, 2007), en particulier dans les milieux fortement anthropisés. Dans un objectif de conservation, un chargement modéré est généralement préconisé (WallisDeVries *et al.*, 2007), tout comme un pâturage tardif après le pic de production d'herbe (Morris, 2000), mais ces recommandations se font au détriment de la production de viande ou de lait à l'hectare. Sur la base des hypothèses écologiques précitées et dans un souci de concilier les performances animales et la préservation de l'entomofaune, nous avons conçu un pâturage tournant alternatif qui consiste

à mettre en défens une sous-parcelle de la rotation durant la période principale de floraison. L'objectif est de préserver les plantes à fleurs et de créer une plus grande hétérogénéité structurale du couvert avec des zones d'herbe rase et d'herbe haute au sein d'une même parcelle, tout en maintenant les animaux au pâturage. Nous avons évalué les bénéfices de cette conduite sur trois groupes d'insectes (papillons, bourdons et carabes) en analysant dans des essais successifs comment ils sont modulés par l'espèce animale (bovin vs. ovin), le niveau de chargement et le type de prairie. Les différences de format et d'habitudes comportementales des animaux modulent en effet leur impact sur la diversité et la structure du couvert (Rook *et al.*, 2004); les ovins qui sont plus sélectifs peuvent avoir des effets négatifs sur les plantes à fleurs (Dumont *et al.*, 2011), et par conséquent sur les insectes nectariphages (Öckinger *et al.*, 2006). Ils sont également moins aptes que les bovins à créer une hétérogénéité structurale et à la maintenir durant plusieurs saisons de pâturage (Dumont *et al.*, 2012). L'intensité du pâturage et la fertilité du milieu ont aussi des effets marqués sur la diversité floristique et l'entomofaune (Schoier et Dumont, 2012). Nous testons l'intérêt de ce mode de rotation sur la diversité entomologique en la comparant à un pâturage continu conduit au même chargement. Nous faisons l'hypothèse que les papillons et les bourdons devraient bénéficier de l'augmentation de l'intensité de floraison (Carvell, 2002; Öckinger *et al.*, 2006), et que les carabes et les papillons seraient favorisés par la plus grande hétérogénéité des couverts (WallisDeVries *et al.*, 2007; Sjödin *et al.*, 2008).

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. LE DISPOSITIF

Deux modes de conduite du pâturage ont été comparés à même niveau de chargement et sans complémentation des animaux : un pâturage continu (PC) et un pâturage tournant (PT) subdivisé en quatre sous-parcelles de même surface (A, B, C et D). Les animaux changeaient de sous-parcelle chaque semaine, la sous-parcelle D étant exclue du pâturage entre 7 et 10 semaines autour du pic de floraison (tableau 1), après un déprimage initial. En pâturage bovin, cette comparaison a été réalisée à deux niveaux de chargements (Fort : 1,2 UGB ha⁻¹ en 2005-6, et Modéré : 0.85 UGB ha⁻¹ en 2007-8) sur des parcelles d'estive pâturées par des génisses avec trois répétitions pour chaque conduite (Farruggia *et al.*, 2012). Ces deux modes de conduite ont été testés en 2009-2010 dans des parcelles pâturées par des brebis taries avec un fort chargement instantané jusqu'au pic de floraison, dans deux types de prairie : une prairie fertile avec un environnement boisé et une estive plus proche des parcelles pâturées par les bovins en terme de communauté botanique (Tableau 1). Dans les deux prairies, deux répétitions ont été réalisées et le chargement appliqué (respectivement 1,4 et 1,9 UGB ha⁻¹) a été choisi afin d'obtenir une biomasse comparable entre les deux milieux (Schoier *et al.*, 2013). Dans tous les essais, les chargements mis en œuvre étaient dans la continuité de ceux appliqués aux parcelles durant les années précédentes, mais dans le dernier la prairie fertile était préalablement pâturée par des vaches laitières.

Tableau 1 : Description des prairies support de l'étude

	Bovin	Ovin estive	Ovin fertile
Altitude (m)	1100	900-950	900-950
Ind. nutrition azotée (%)	57	78	98
Nb espèces / m ²	25,4	18,6	19,2
% graminées conservatives Grime <i>et al.</i> 1988	15	14	0
Mise en défens de D	Juin-Juillet	Fin Mai - Mi-juillet	Fin Mai - Mi-juillet

1.2 LES MESURES

1.2.1. Les performances agricoles

Le nombre de jours de pâturage a été relevé chaque année pour chaque parcelle et sous-parcelle. Les performances zootechniques étaient appréhendées par le calcul du gain moyen quotidien (GMQ). Pour cela, des doubles pesées étaient réalisées au début et à la fin de chaque saison de pâturage.

1.2.2. Le couvert végétal

Dans les parcelles pâturées par les génisses, 500 relevés (125 relevés par sous-parcelle) étaient réalisés mensuellement à l'aide d'un herbomètre stick (règle graduée). Dans les parcelles pâturées par les brebis, la hauteur du couvert était mesurée hebdomadairement au moment du changement de parcelle; 120 relevés étaient effectués par parcelle, soit 30 relevés par sous-parcelle de la rotation. Dans tous les essais, les intensités de floraison étaient estimées visuellement chaque mois, sur chacune des parcelles divisée virtuellement en zones de 30 m x 30 m, avec dans chaque zone l'attribution d'une note pour les fleurs de couleur blanche, jaune et mauve (bleu-violet-rose) allant de 0 à 100 %

1.2.3. Les insectes

Les trois groupes d'insectes retenus sont relativement faciles à compter ou à capturer par piégeage et sont sensibles aux variations de structure et de composition des couverts (Carvell, 2002; WallisDeVries *et al.*, 2007; Sjödin *et al.*, 2008). Le comptage des papillons diurnes (rhopalocères et zygènes) a été réalisé le long de trois transects de 50 m dans chaque parcelle de PC et de quatre transects dans chaque parcelle de PT (un par sous-parcelle) de fin-Juin à début-Août (Pollard et Yates, 1993). Deux relevés étaient réalisés chaque année dans les parcelles pâturées par les génisses et quatre dans celles pâturées par les brebis. En pâturage ovin, les bourdons étaient comptés trois fois par an le long des mêmes transects. Les carabes étaient piégés durant deux périodes successives de deux semaines au mois de Juillet. Douze pièges étaient pour cela enterrés à intervalles réguliers le long des transects (quatre pièges par transect en PC et trois pièges par transect en PT).

2. ANALYSES STATISTIQUES

Les données de chaque essai (bovin fort chargement, bovin chargement modéré et ovin) ont été analysées séparément. Des ANOVA en modèle mixte ont été réalisées, une première analyse pour comparer la conduite PC à la conduite PT, et une seconde pour comparer les sous-parcelles A, B et C à la sous-parcelle D. En pâturage bovin, la conduite et l'année étaient considérées comme des effets fixes, les blocs en effet aléatoire, et les périodes de mesures en effet répété. En pâturage ovin, la conduite et le type de prairie (estive vs. prairie fertile) étaient considérés comme des effets fixes, les blocs en effet aléatoire, et l'année en effet répétée. Les données collectées sur les insectes au cours des différentes périodes de mesure ont été cumulées sur l'année.

3. RESULTATS

3.1. PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

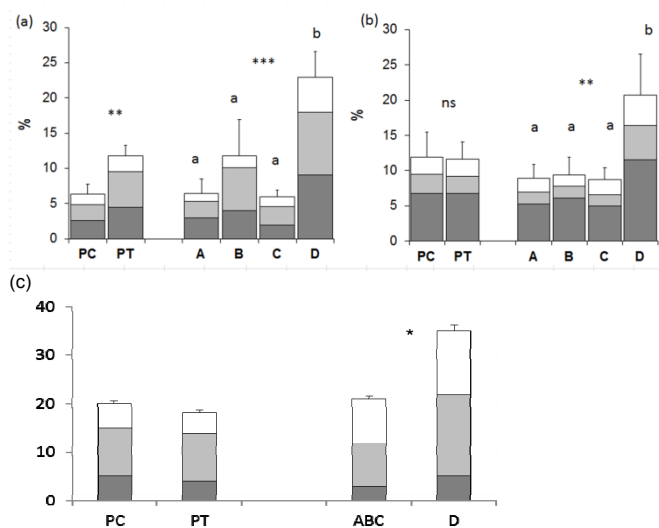
Les gains de poids moyens quotidiens par tête n'ont jamais été affectés par l'exclusion temporaire d'une parcelle que ce soit pour les génisses (printemps-été 2005 PC : 1428 vs. PT : 1422 g.j⁻¹; 2007 PC : 1127 vs. 1123 g.j⁻¹; automne 2005 PC : 386 vs. PT : 425 g.j⁻¹; 2007 PC : 856 vs. PT : 895 g.j⁻¹; ns pour chaque comparaison), ou les brebis (printemps-été 2009 PC : 1,21 vs. PT : 1,35 g.j⁻¹; automne 2009 PC : 0,46 vs. PT : 0,07 g.j⁻¹; ns). Le nombre de journées de pâturage a été équivalent entre le PT et le PC, au chargement bovin modéré (en moyenne 752 jours-génisse par an) et en pâturage ovin (560 jours-brebis sur l'estive et 784 sur le couvert fertile). En 2006, année peu favorable à la pousse de l'herbe, les

génisses conduites au fort chargement ont cependant dû être sorties de la parcelle PT afin de la préserver, ce qui s'est traduit par une diminution de 19% du nombre de journées de pâturage par rapport à PC (PT : 714 jours-génisse ; PC : 882).

3.2. HAUTEUR DU COUVERT ET INTENSITE DE FLORAISON

En pâturage bovin au fort chargement, le couvert était significativement plus haut dans les parcelles en PT que dans celles en PC (PT : 11,8 cm vs. PC : 8,8 cm ; $p < 0,05$). En PT, le couvert des sous-parcelles D était deux à trois fois plus haut que celui des sous-parcelles A, B et C (A : 10,7 vs. B : 9,2 vs. C : 7,8 vs. D : 19,7 cm, $p < 0,001$). Les mêmes écarts ont été obtenus pour l'intensité de floraison : les parcelles en PT étaient deux fois plus fleuries que celles en PC, et les sous-parcelles D deux à quatre fois plus fleuries que les sous-parcelles A, B et C ($p < 0,001$; Figure 1a). Au chargement modéré, l'herbe était 2,5 fois plus haute que celle mesurée au fort chargement, et les hauteurs d'herbe étaient équivalentes entre les deux conduites (PT : 26,9 vs. PC : 24,1 ; ns). L'herbe restait plus haute dans les sous-parcelles D que dans les sous-parcelles A, B et C (A : 21,4 ; B : 23,4 ; C : 18,3 vs. D : 44,5 cm, $p < 0,001$). L'intensité de floraison était similaire entre les deux conduites, avec un recouvrement par les fleurs équivalent à celui des parcelles en PT au fort chargement. Les sous-parcelles D gardaient un recouvrement par les fleurs deux fois plus élevé que les sous-parcelles A, B et C ($p < 0,01$; Figure 1b).

Figure 1 : Intensité de floraison en % de recouvrement par les fleurs blanches (en blanc), jaune (en gris clair) et mauve (gris foncé) par conduite et par sous-parcelle (a) en pâturage bovin au fort chargement, (b) en pâturage bovin au chargement modéré, (c) en pâturage ovin



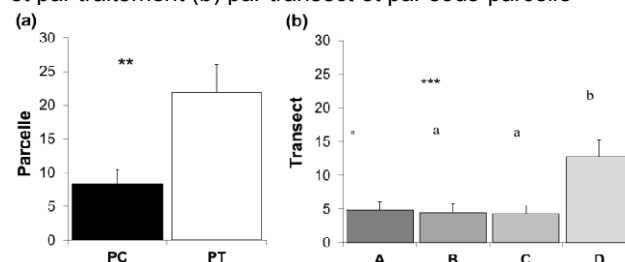
En pâturage ovin, la hauteur d'herbe était équivalente entre les conduites en PT et en PC. Durant la mise en défens, la hauteur d'herbe sur l'estive n'était pas significativement différente entre les sous-parcelles A, B et C et la sous-parcelle D. Dans la prairie fertile, le couvert était en revanche plus haut dans les sous-parcelles D (ABC : 27 cm, D : 34 cm, $p < 0,05$). L'intensité de floraison était similaire entre les parcelles en PC et celles en PT. Dans les deux milieux, elle était en revanche plus importante dans les sous-parcelles D par rapport aux sous-parcelles A, B, C ($p < 0,05$; Figure 1c).

3.3. INSECTES

Au fort chargement bovin, l'abondance des papillons ($p < 0,01$; Figure 2) et leur richesse spécifique (PT : 7,4 vs. PC : 3,7 espèces par parcelle ; $p < 0,001$) étaient significativement plus élevées dans les parcelles en PT que dans celles en PC, et dans la sous-parcelle D comparée aux

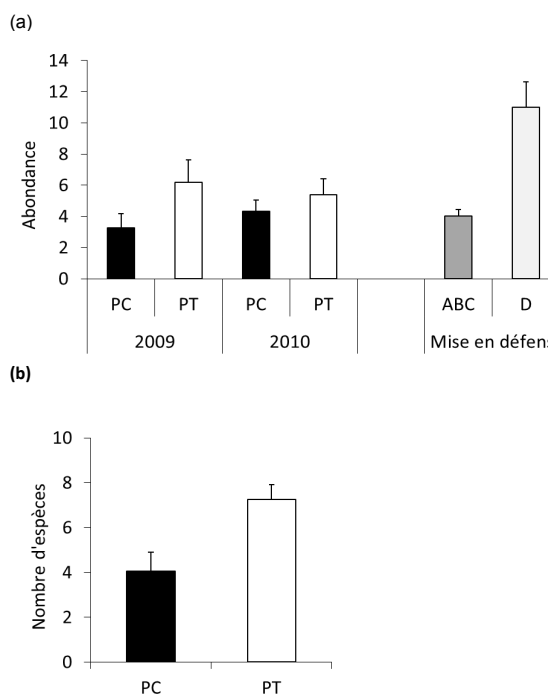
sous-parcelles A, B et C ($p < 0,001$). Une plus grande abondance (4,6 vs. 2,8 individus ; $p < 0,05$) et une plus grande richesse spécifique (2,9 vs. 1,7 espèces ; $p < 0,001$) ont également été observées sur les transects des sous-parcelles A, B et C du PT que sur ceux des parcelles en PC. Au chargement modéré, seule l'abondance des papillons tendait à être plus élevée dans les parcelles en PT (respectivement 17,4 vs. 13,0 individus par parcelle PT et PC ; $p < 0,10$), malgré un effet favorable de la mise en défens localisé à la sous-parcelle D ($p < 0,001$ pour l'abondance et $p < 0,01$ pour la richesse spécifique par rapport à A, B et C). La diversité des papillons était similaire entre les transects des sous-parcelles A, B et C du PT et ceux du PC (abondance : 3,6 vs. 4,3 ; richesse spécifique : 2,2 vs. 2,6 ; ns).

Figure 2 : Abondance des papillons dans les parcelles pâturées par des bovins au fort chargement ; (a) par parcelle et par traitement (b) par transect et par sous-parcelle



En pâturage ovin, l'abondance et la richesse spécifique des papillons étaient équivalentes entre les parcelles en PC et celles en PT, et ceci indépendamment du type de prairie (Schoier *et al.*, 2013). L'abondance des papillons tendait à être supérieure dans la sous-parcelle D (ABC : 9,92 vs. D : 16,75 ; $p < 0,10$). Le pâturage tournant a favorisé l'abondance des bourdons la première année de suivi ($p < 0,05$), mais cet effet n'a pas été observé la seconde année (année x traitement : $p < 0,10$). Dans les deux prairies, la mise en défens a permis d'augmenter la densité de bourdons sur les sous-parcelles D par rapport aux sous-parcelles ABC ($p < 0,01$; Figure 3a). Leur richesse spécifique était également plus élevée en PT qu'en PC ($p < 0,05$; Figure 3b).

Figure 3 : (a) Abondance des bourdons dans les parcelles pâturées par des ovins exprimée par traitement et par année, ou par sous-parcelle pendant la période de mise en défens des sous-parcelles D, (b) Richesse spécifique par parcelle



Enfin, la conduite en PT n'a jamais favorisé l'abondance des carabes (PC : 301 vs. PT : 291 individus par parcelle, ns), ni leur richesse spécifique (PC : 10.1 vs. PT : 10.2 ; ns).

4. DISCUSSION

Conduit à un fort niveau de chargement en pâturage bovin, le pâturage tournant alternatif a confirmé le bénéfice d'une augmentation de l'intensité de floraison sur les papillons, en multipliant par 2,6 leur abondance dans la rotation par rapport au pâturage continu et en y doublant leur richesse spécifique. La sous-parcelle D était particulièrement attractive compte tenu de l'importance de son recouvrement en fleurs et donc des « récompenses » alimentaires pour les papillons (Sjödin *et al.*, 2008). Son attractivité a été au-delà de la surface exclue puisque les sous-parcelles A, B et C ont également présenté une plus forte diversité en papillons que les parcelles en pâturage continu sans pour autant que leur intensité de floraison n'ait été accrue (Farruggia *et al.*, 2012). Il est également probable que la mosaïque de hauteurs d'herbe au sein des parcelles de PT, avec des sous-parcelles assez rases et une sous-parcelle exclue du pâturage deux à trois fois plus haute, ait accru l'intérêt des papillons pour le PT (WallisDeVries *et al.*, 2007 ; Sjödin *et al.*, 2008). Le bénéfice d'une telle conduite était moindre au chargement modéré puisque seule l'abondance des papillons augmentait de 35%. La diminution du chargement a considérablement modifié les caractéristiques du couvert et a rendu les parcelles en PC aussi attractives pour les papillons que les parcelles conduites en PT. Les parcelles étaient de même hauteur et avaient les mêmes intensités de floraison quelque soit leur conduite, celles en pâturage continu ayant même une intensité de floraison similaire à celle des parcelles en PT au fort chargement. La plus grande diversité de papillons sur les sous-parcelles D a confirmé le rôle attractif de petites zones riches en fleurs pour les insectes nectariphages (Hegland et Boeke, 2006 ; Öckinger et Smith, 2007 ; Sjödin *et al.*, 2008 ; Potts *et al.*, 2009).

En pâturage ovin, le bénéfice du pâturage tournant pour les insectes prairiaux a été moindre, et ceci indépendamment du type de prairie. Il a cependant favorisé la richesse spécifique des bourdons, et une année sur deux leur abondance. Son bénéfice pour les papillons était limité aux sous-parcelles exclues du pâturage. Le mode de conduite du pâturage a été sans effet sur les carabes. Ces résultats pourraient résulter d'un taux d'utilisation des parcelles finalement moindre que ce que nous avons prévu. En effet, durant les deux années de mesures, les conditions climatiques ont été très favorables à la pousse de l'herbe et le chargement dit « fort » a entraîné une utilisation de l'herbe modérée. La rotation n'a ainsi pas augmenté l'intensité de floraison et n'a eu que peu d'effets sur l'hétérogénéité structurale des couverts. Ceci peut expliquer son absence d'effet sur les carabes, et des effets sur les papillons comparables à ceux obtenus en pâturage bovin au chargement modéré. L'espèce d'herbivore pourrait aussi expliquer une part de ces faibles effets. Les ovins sont en général plus sélectifs que les bovins envers les plantes à fleurs (Dumont *et al.*, 2011), qui constituent des ressources privilégiées pour les papillons (Clausen *et al.*, 2001 ; Pywell *et al.*, 2004) et les bourdons (Carvell, 2002 ; Goulson *et al.*, 2005). Les brebis ont ainsi pu sélectionner plus fortement lors du déprimage de printemps de la sous-parcelle D, mais aussi lorsque les trois autres sous-parcelles étaient pâturées plus intensément du fait de l'exclusion de D. Pour argumenter les effets respectifs du type d'herbivore et du niveau de chargement, une comparaison directe des atouts des ovins et des bovins pour ce mode de conduite est en cours dans le cadre du programme européen Multisward.

Dans un objectif de préservation des insectes prairiaux, le pâturage tournant alternatif pourrait être intéressant en pâturage bovin lorsque le chargement des parcelles est élevé. La croissance des animaux n'était en effet pas affectée

une année « normale », et nous avons alors réussi à concilier une augmentation de la diversité des insectes prairiaux et les impératifs de production de l'éleveur. L'exclusion temporaire d'une partie des parcelles de la rotation s'est cependant traduite par une réduction de 19% du nombre de jours de pâturage une année où la pousse de printemps était limitée. Ainsi, son application dans les exploitations nécessitera-t-elle des ajustements. On réintroduira précocement la sous-parcelle mise en défens si la croissance de l'herbe ralentit. On pourra aussi simplifier cette pratique en mettant en place des bandes de floraison sur les bords des parcelles et en les ouvrants au pâturage après le pic de floraison. Ceci implique d'identifier préalablement les zones au plus fort potentiel de floraison, et de raisonner leur agencement à l'échelle de l'exploitation (Öckinger et Smith, 2007). Enfin, certaines zones pourraient être mise en défens sur une année entière avec des bénéfices environnementaux potentiellement accrus (Goffart *et al.*, 2010), mais un risque de moindre acceptabilité par les éleveurs.

Merci à l'Unité Expérimentale des Monts d'Auvergne, l'UE Ruminants de Theix en particulier Mickaël Bernard, à Philippe Bachelard et Benjamin Calmont de la Société d'Histoires Naturelles d'Alcide Orbigny, et à Michel Frain, Carole Duval, Yoan Michaud, Elisabeth Castellan et Marion Bonnot.

- Carvell C., 2002. *Biol. Conserv.*, 103, 33-49
- Clausen H.D., Holbeck H.B., Reddersen J., 2001. *Biol. Conserv.* 98,167-178
- Dennis P., Young M.R., Bentley C., 2001. *Agric. Ecosyst. & Environ.*, 86, 39-57.
- Dumont B., Carrère P., Ginane C., Farruggia A., Lanore L. *et al.*, 2011. *Basic Appl. Ecol.*, 12, 187-194
- Dumont B., Rossignol N., Loucougaray G., Carrère P., Chadoeuf J. *et al.*, 2012. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 153, 50-56
- Farruggia A., Dumont B., Leroy T., Scohier A., Pradel P., Garel J.P., 2012. *Grass For. Sci.*, 67, 136-149
- Goffart P., Schtickzelle N., Turlure C., 2010. In : *Relict Species – Phylogeography and Conservation Biology*, pp. 357-370
- Goulson D., Hanley M.E., Darvill B., Ellis J.S., Knight M.E., 2005. *Biol. Conserv.*, 122,1-8
- Grime JP, Hodgson JG, Hunt R., 1988. *Comparative Plant Ecology. A Functional Approach to Common British Species*
- Hegland S.J., Boeke, L., 2006. *Ecol. Entomol.*, 143, 2092-2101
- Kruess A., Tscharrntke T., 2002. *Biol. Conserv.*, 106, 293-302
- Morris M.G., 2000. *Biol. Conserv.*, 95, 129-145
- Öckinger E., Eriksson A.K., Smith H.G., 2006. *Biol. Conserv.*, 133, 291-300
- Öckinger E., Smith H.G., 2007. *J. Appl. Ecol.*, 44, 50-59
- Pollard E., Yates T.J., 1994. *The British Butterfly Monitoring Scheme*, 292 pp
- Potts S.G., Woodcock B.A., Roberts S.P.M., Pilgrim E.S., Brown V.K., Tallowin J.R. 2009. *J. Appl. Ecol.*, 46, 369-379
- Pöyry J., Luoto M., Paukkunen J., Pykälä J., Raatikainen K., Kuussaari M., 2006. *Oikos*, 115, 401-412
- Pywell R.F., Warman E.A., Sparks T.H., Greatorex-Davies J.N., Walker K.J. *et al.*, 2004. *Biol. Conserv.*, 118, 313-325
- Rook A.J., Dumont B., Isselstein J., Osoro K., WallisDeVries M.F. *et al.*, 2004. *Biol. Conserv.*, 119, 137-150
- Scohier A., Dumont B., 2012. *Animal*, 6, 1129-1138
- Scohier A., Ouin A., Farruggia A., Dumont B., 2013. *J Insect Conserv.*, Doi :10.1007/s10841-012-9509-9
- Sjödin N.E., Bengtsson, J., Ekbom, B., 2008. *J. Appl. Ecol.*, 45, 763-772
- WallisDeVries M.F., Parkinson A.E., Dulphy J.P., Sayer M., Diana E., 2007. *Grass For. Sci.*, 62, 185-197