

Performances laitières et qualité des laits et des fromages dans deux systèmes de pâturage du Massif Central présentant des niveaux de biodiversité contrastés

FARRUGGIA A. (1), COPPA M. (1-2), FERLAY A. (1), BETHIER A. (1), PRADEL P. (3), VERDIER-METZ I. (4), MARTIN B. (1), POMIÈS D.(1).

(1) INRA, UR1213 Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France

(2) Département AGROSELVITER, Université deTurin, Via L. da Vinci 44, 10095, Grugliasco, Italy

(3) INRA, UE 1296 des Monts d'Auvergne, 63210 Orcival, France

(4) INRA, UR 545 Fromagères, 20 Côte de Reyne, F-15000 Aurillac, France

RESUME - Dans les cahiers des charges rénovés de la plupart des fromages AOP (Appellation d'Origine Protégée), un accent très fort a été mis sur la place de l'herbe et du pâturage. Ces exigences récentes ont soulevé des questions sur les nouveaux équilibres à trouver au sein des systèmes fourragers des exploitations laitières. Dans ce contexte, deux systèmes de pâturage présentant des niveaux de biodiversité contrastés ont été évalués pendant deux ans à l'INRA de Marcenat sur le plan de la production et de la qualité des laits et des fromages : DIV-, conduit en pâturage tournant sur une ancienne prairie temporaire peu diversifiée avec un chargement élevé (30 ares/VL au printemps) et DIV+, conduit en pâturage continu sur une prairie permanente très diversifiée avec un chargement faible (100 ares/VL). Dans chacun des systèmes, 12 vaches laitières Montbéliardes non complémentées ont été utilisées. Un suivi de la diversité entomologique et floristique en cours d'expérimentation a permis de valider les deux niveaux de biodiversité retenus au départ. Les deux années, la production laitière de DIV+ a été plus importante en début de saison que celle de DIV- (+3,1 et + 1,0 kg/vache/jour en 2008 et 2009 respectivement) mais elle a fortement chuté au début de l'été. Les laits des deux systèmes se sont différenciés sur le plan de leur composition chimique : un taux butyreux plus élevé sur DIV+ (+1,6 g/kg en moyenne) et un taux protéique plus important sur DIV- (+0,9 g/kg). La teneur en acides gras polyinsaturés a été plus faible en DIV- en début de saison mais elle est apparue plus stable sur l'ensemble de l'essai. Les caractéristiques sensorielles des fromages issus de ces deux conduites ont été voisines après un affinage de 3 mois alors qu'après un affinage de 6 mois, les fromages DIV+ ont développé des odeurs et des saveurs plus intenses et plus persistantes.

Balance between production, milk and cheese quality and biodiversity in two upland dairy grazing systems

FARRUGGIA A.(1), POMIÈS D.(1), COPPA M. (2), FERLAY A (1), BETHIER A.(1), PRADEL P. (3), VERDIER-METZ I. (4), MARTIN B (1)

(1) INRA, UR1213 Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France

SUMMARY - The reinforcement of the requirements of the PDO (Protected design of Origin) cheese products encourage breeders to promote grass and to be awarded for biodiversity. An experiment set in a mountainous region of central France compared two grazing systems on animal performances, grass productivity, milk and cheese quality and biodiversity during two years: [DIV-] managed with a rotational grazing on former temporary grassland at "high" stocking rate (0.3 ha/cow in spring) and [DIV+], managed with a continuous grazing at low stocking rate (1 ha/cow) on diversified permanent grassland. Twelve dairy cows were used in each system without concentrate supplementation. DIV+ had a higher milk production at the beginning of the grazing season than DIV- (+3.1 and + 1.0 kg/cow/day), thanks to a greater herbage allowance and better grass quality selected by the cows. At the beginning of the summer, an inversion of milk production was observed following the decrease of the grass nutritive value. There were differences in milk composition between the two systems: on average, fat content was higher (+1.6 g/kg) for DIV+ and protein content was higher (+0.9 g/kg) for DIV-. The level of polyunsaturated milk fatty acids was lower in DIV- than in DIV+ at the beginning of the season but remained constant all along the season to the contrary of DIV+ where it decreased. Cheese sensory properties were different between systems only with a long maturation of 6 months. Lastly, Insect and flora biodiversity was much greater in DIV+. DIV+ is thus compatible with a high level of biodiversity.

INTRODUCTION

Pour les fromages AOP (Appellation d'Origine Protégée) de montagne, une part importante du lien entre le produit et son terroir passe par l'alimentation du troupeau laitier (Grappin et Coulon, 1996). Dans les cahiers des charges rénovés de la plupart de ces fromages AOP, un accent très fort a été mis sur la place de l'herbe et du pâturage (Farruggia *et al.*, 2009), avec pour objectifs de renforcer leurs liens au terroir, de consolider leur spécificité, de favoriser la durabilité des élevages et de renforcer l'image de la production en terme de naturalité vis-à-vis des consommateurs. Ces exigences récentes ont soulevé des questions sur les nouveaux

équilibres à trouver au sein des systèmes fourragers. Dans le cadre d'un projet de recherche-développement 'Prairies AOC', un essai a été mis en place dans une ferme expérimentale de l'INRA. L'objectif était de comparer les performances zootechniques, fourragères et la qualité des laits et des fromages issus de deux systèmes de pâturage pour vaches laitières présentant un niveau de biodiversité des prairies contrasté : un pâturage tournant avec un chargement important sur une ancienne prairie temporaire peu diversifiée (DIV-) et un pâturage libre à faible niveau de chargement sur une prairie permanente diversifiée (DIV+).

1. MATERIELS ET METHODES

Les deux systèmes de pâturage ont été mis en œuvre en 2008 et 2009 à la ferme expérimentale de l'INRA de Marcenat, dans le Cantal (altitude 1080 m ; pluviométrie et température moyenne annuelles : 1100 mm et 7,7°C). Un troisième lot d'animaux, nourris avec du foin et du concentré à l'auge, a été mis en place pour servir de témoin dans la comparaison des caractéristiques nutritionnelles et sensorielles des laits et des fromages. Les résultats zootechniques de ce lot ne seront pas présentés car ils ne présentent pas d'intérêt propre.

1.1. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Chaque année, l'expérimentation a été conduite avec trois lots de 12 vaches Montbéliarde, appariées avant la sortie au pâturage. Comme souligné ci-avant, l'un des lots est resté à l'intérieur. L'expérimentation (129 jours) s'est déroulée du 22/05 au 27/09 en 2008 et du 14/05 au 20/09 en 2009. La prairie utilisée pour DIV- (6,8 ha) est une ancienne prairie temporaire semée en 1998 avec du dactyle, découpée en 5 parcelles pour le pâturage tournant. Elle a reçu un apport de fumier à l'automne 2007 puis annuellement une fertilisation minérale azotée de 80 U/ha en deux apports. La prairie permanente DIV+ (12,5 ha) est contiguë à la prairie DIV- et se caractérise par une diversité floristique importante. Elle n'a reçu aucun apport minéral ni organique depuis plus de 30 ans. Avant le début de l'expérimentation, deux parcelles de DIV- ont été déprimées par un troupeau non expérimental afin de mettre en place le pâturage tournant. Trois parcelles ont été utilisées pour le pâturage au cours des premières rotations offrant ainsi une surface pâturable de 30 ares par vache. Les autres parcelles ont été fauchées tôt afin d'être disponibles pour l'agrandissement du pâturage pendant l'été, période où le chargement s'élevait à 55 ares/vache en 2008 et 50 en 2009. Les changements de parcelles de DIV- ont été pilotés par le niveau de production laitière des vaches et le calendrier prévisionnel du pâturage a été réalisé en 2009 à l'aide du logiciel Pâtur'IN (Delaby *et al.*, 2001).

1.2. MESURES DE BIODIVERSITE

Pour étayer le niveau de biodiversité des deux systèmes, des suivis botaniques et entomologiques ont été mis en place au cours de l'expérimentation. En 2009, des relevés botaniques ont été effectués à la mi-juillet sur des carrés de 1 m² : 30 sur DIV- et 40 sur DIV+. Le recouvrement sur le sol des espèces végétales a été estimé visuellement par carré sur 100%. Les espèces dont le recouvrement représentait moins de 1 % ont été notées P (=présent). Des captures d'insectes au filet ont été réalisées en 2008 et 2009, 3 fois au cours de la saison de pâturage, sur 3 lignes fixes; les insectes capturés ont été classés et quantifiés par ordre.

1.3. MESURES DE PRODUCTION

La production laitière individuelle a été enregistrée à chaque traite. Les taux butyreux (TB), protéique (TP) et la concentration en cellules somatiques (CCS) du lait ont été mesurés chaque semaine pendant deux jours consécutifs. Les vaches ont été pesées une fois par mois jusqu'au mois d'août, puis tous les 15 jours jusqu'à la fin de l'expérimentation ; des notations d'état corporel (NEC) ont été réalisées au même moment. En 2008, des analyses de matières azotées totales (MAT) des fèces ont été réalisées sur 6 vaches de chaque lot, au cours de 3 périodes, pour fournir un indicateur de la digestibilité de l'herbe. En 2008 et 2009, l'accumulation de biomasse au cours du premier cycle de végétation a été mesurée dans chaque prairie, sur une zone de 30 m² mise en défens de début mai à fin juillet. En 2009, sur DIV-, la hauteur d'herbe a été mesurée à l'entrée et à la sortie des animaux de chaque parcelle (200 mesures/ha), afin d'estimer les quantités d'herbe offertes. La

MAT et la digestibilité cellulase sur la matière sèche (dcs) de l'herbe offerte ont été mesurées à partir d'échantillons prélevés de mai à début août dans des carrés de 50 cm² ; seule la fraction d'herbe verte a été analysée, car elle représente mieux l'herbe ingérée.

1.3. MESURES DE QUALITE DES LAITS ET DES FROMAGES

En 2008, des prélèvements de laits de mélange de chacun des 3 lots ont été réalisés en début (9, 11 et 12 juin), milieu (8, 9 et 10 juillet) et fin de période de pâturage (26, 27 et 28 août). Ces 27 échantillons (3 lots x 3 périodes x 3 jours consécutifs) ont été utilisés pour l'analyse de la composition des acides gras par Chromatographie en Phase Gazeuse. En 2009, les laits prélevés en milieu de période de pâturage (6, 7 et 8 juillet) ont permis la production de 9 petits Cantal (10 kg) à partir du lait cru de chacun des 3 lots. Le rapport TB/TP des laits mis en fabrication avait été préalablement standardisé à 1,10 par écrémage partiel. Les fromages obtenus ont fait l'objet des analyses chimiques et sensorielles après 12 et 24 semaines d'affinage par un jury de 10 experts entraînés.

1.5. ANALYSES DES DONNEES

Les résultats zootechniques ont été traités sous SAS à l'aide d'un modèle mixte en données répétées avec comme effets fixes, le système, la semaine (donnée répétée), l'interaction système x semaine, une covariable associée lorsqu'elle existait, et la vache en effet aléatoire. Les données de production et de valeur nutritive des prairies ont été traitées année par année avec le même modèle en utilisant le jour de prélèvement en donnée répétée et la zone de prélèvement en effet aléatoire. L'indice de Shannon a été utilisé pour quantifier la diversité spécifique pour la végétation et pour les insectes. Un modèle mixte a été utilisé avec comme effet, le système et comme individu, le carré pour la végétation tandis que pour les insectes un modèle mixte a été utilisé avec comme effets fixes, le système, le jour de capture, l'année, les interactions système x période, système x année, et comme effet aléatoire la ligne de prélèvement.

Les résultats concernant les laits de mélange prélevés en 2008 ont été traités à l'aide d'un modèle mixte en données répétées avec comme effets fixes le système, la période (donnée répétée) et l'interaction et le jour de prélèvement en effet aléatoire. Les données relatives aux caractéristiques sensorielles des fromages de 2009 ont été traitées à l'aide d'un modèle mixte en données répétées avec comme effets fixes le juge, le système, la durée d'affinage (donnée répétée) et l'interaction système x durée d'affinage ainsi que le jour de fabrication en effet aléatoire. Une analyse en composantes principales a ensuite été réalisée.

2. RESULTATS

2.1. COMPOSITION BOTANIQUE ET BIODIVERSITE

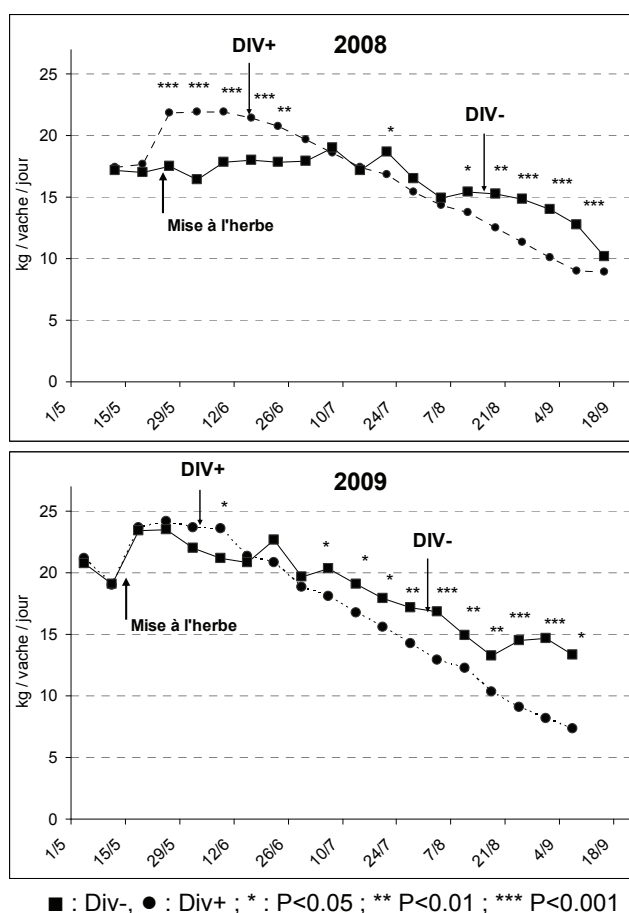
La prairie DIV+ présente deux fois plus d'espèces végétales par carré que DIV- (23,9 vs. 12,2 ; $P < 0,001$) et l'indice de Shannon est plus important ($P < 0,001$), confirmant la plus grande biodiversité végétale spécifique recherchée. La prairie DIV+ est caractérisée par une plus grande part des diverses (+15,9 % en recouvrement par rapport à DIV-), alors que DIV- se différencie sur la part des graminées et des légumineuses (+13 % et +2,7 % respectivement par rapport à DIV+). Les espèces dominantes sur DIV- sont le dactyle (21,5 %), le trèfle blanc (20,3 %) et le pissenlit (19,3 %) tandis que l'agrostis (16,6 %), la fétuque rouge (10,6 %), le trèfle blanc (13,0 %), le plantain lancéolé (5,1 %) et l'achillée millefeuille (5,0 %) dominant sur DIV+. Le nombre d'insectes capturés par ligne n'a pas été différent entre les deux prairies, mais l'indice de Shannon sur les ordres d'insectes a été plus élevé sur DIV+ ($P < 0,01$). DIV+ se différencie de DIV- par un nombre plus élevé d'hétéoptères, de coléoptères, de lépidoptères, d'orthoptères et d'araignées, alors que DIV-

est caractérisée par une plus grande présence d'homoptères et de collemboles.

2.2. PERFORMANCES LAITIÈRES ET FOURRAGERES

La production laitière par vache du lot DIV- est équivalente à celle du lot DIV+ en 2008 (-0,2 kg/j ; NS) et supérieure en 2009 (+1,5 kg/j ; $P < 0,10$). A la mise à l'herbe, la production des vaches du lot DIV+ augmente fortement les 2 années (+4,5 kg/j en moyenne ; Figure 1) alors que cette hausse n'apparaît qu'en 2009 pour DIV- (+4,3 kg/j). Durant la première partie de l'essai, les vaches du lot DIV+ produisent ainsi plus que les vaches du lot DIV- (+3,1 kg/j sur 49 j en 2008 ; +1,0 kg/j sur 28 j en 2009), mais vers début juillet on observe une inversion des performances entre lots, avec une meilleure persistance de la production sur le lot DIV-. Le lot DIV+ présente sur les 2 années un TB plus élevé (+0,7 g/kg en 2008, NS, +1,7 en 2009, $P < 0,05$), un TP plus faible (-1,1 g/kg en 2008, $P < 0,05$ et -0,7 en 2009, $P < 0,10$) et une CCS identique.

Figure 1 Production laitière moyenne, par semaine, au cours des 2 années d'expérimentation



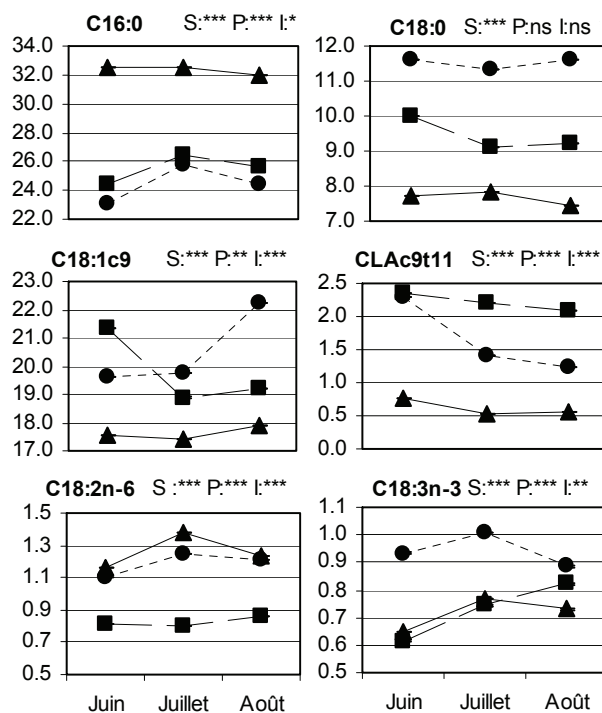
L'évolution des poids et des NEC n'est pas statistiquement différente entre les 2 lots. La production fourragère par hectare de DIV- est en moyenne de 69 % plus élevée que celle de DIV+, permettant de constituer chaque année des stocks de foin en plus du pâturage (2,0 et 7,6 TMS en 2008 et 2009, respectivement). Un manque d'herbe est cependant apparu mi-août 2008 sur DIV- conduisant à sortir les animaux pendant 9 jours du pâturage sur une parcelle hors essai (soit l'équivalent des quantités récoltées) et à distribuer du foin durant 6 jours en 2009. En 2009, les quantités d'herbe offerte sur DIV- sont estimées en moyenne à 31,2 kg MS/vache/jour. Les deux années, sur l'ensemble de la saison à l'exception de la période de sortie au pâturage en 2008, la prairie DIV- présente des valeurs de dcs et de MAT significativement plus

élevées que DIV+ ($P < 0,001$). Cette qualité a plus fortement baissé au cours de la saison sur DIV+ du fait de la maturation du couvert (-36 % de MAT et -21 % de dcs en moyenne entre la sortie des animaux et le pic de biomasse). L'analyse de la MAT des fèces (2008) montre un effet du système ($P < 0,01$) avec une inversion des teneurs similaire à celle observée sur la production laitière : en début de saison, les vaches DIV+ ont des teneurs significativement plus importantes (+24 g/kg MS), alors que dès la mi-juillet, on constate un écart significatif de +30 g/kg MS en faveur de DIV-.

2.3. TENEURS EN ACIDES GRAS DES LAITS ET CARACTERISTIQUES SENSORIELLES DES FROMAGES

Comparativement aux laits obtenus au pâturage, les laits issus des animaux nourris à base de foin ont été plus riches en acides myristique (C14:0), palmitique (C16:0) et acides gras saturés (AGS) (respectivement, +2,1, +7,5 et +6,4 g/100g d'acides gras totaux -AGT- ; $P < 0,001$). A l'opposé, les teneurs en acides gras mono (AGMI) et polyinsaturés (AGPI) ont été plus élevées dans les laits obtenus au pâturage (+5,9 et +2,0 g/100g d'AGT pour AGMI et AGPI ; $P < 0,001$). En moyenne, la teneur des laits DIV+ et DIV- en AGS, AGMI et AGPI a été voisine (résultats non illustrés). Comparativement à DIV-, les laits DIV+ ont été plus riches en acide stéarique (C18:0) aux 3 périodes et en acide linoléique (C18:2n-6) en juin et juillet (figure 2).

Figure 2 Composition en acides gras des laits de mélange



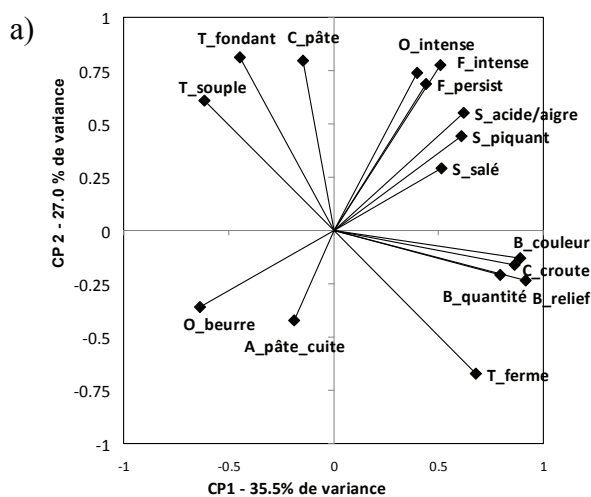
▲ : foin, ■ : Div-, ● : Div+ ; S : système ; P : période ; I : interaction), en g/100 g AGT

Au cours de la période de pâturage, la teneur des laits DIV+ en acide oléique (C18:1c9) a fortement augmenté (entre juillet et août) alors qu'elle a diminué (entre juin et juillet) dans les laits DIV- (figure 2). En revanche, la teneur des laits DIV+ en acides vaccénique (non montré) et ruménique (CLAc9t11) a fortement diminué alors qu'elle est restée plus stable et à un niveau plus élevé dans les laits DIV- (figure 2).

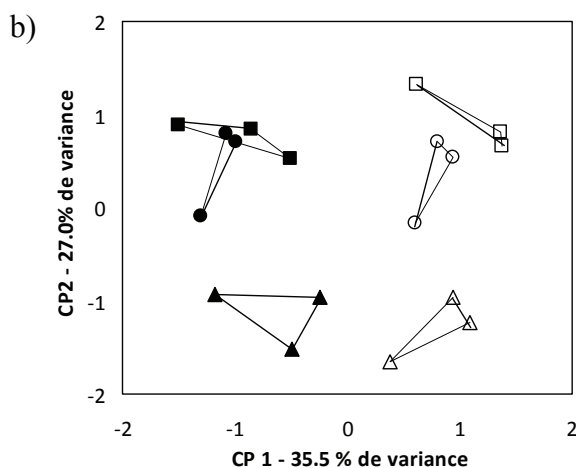
L'analyse en composantes principales, représentant le profil sensoriel des fromages réalisés en 2009, est présentée sur la figure 3. Le premier axe de l'ACP est corrélé, positivement, à l'aspect de la croûte (intensité de la coloration et relief -qualifié de « boutoné » - plus marqué), à la texture ferme et aux saveurs piquantes et acides et, négativement, à la

texture souple et aux odeurs de beurre (figure 3a). Il permet de discriminer les fromages en fonction de la durée d'affinage. Les fromages affinés 24 semaines sont caractérisés par une croûte plus colorée, avec un « boutoné » plus développé, une texture plus ferme, une saveur plus acide et piquante et des saveurs et odeurs globalement plus corsées. Le deuxième axe de l'ACP est corrélé, positivement, aux odeurs et saveurs les plus intenses, à la coloration jaune de la pâte et à la texture fondante et, négativement, à la texture ferme. Cet axe discrimine les fromages issus des animaux nourris avec un régime à base de foin de ceux issus du pâturage qui ont une pâte globalement plus fondante et plus jaune avec des odeurs et des arômes plus forts. Les caractéristiques sensorielles des fromages DIV+ et DIV- sont confondues après 12 semaines d'affinage. Elles ne se différencient qu'après un affinage de 24 semaines où les fromages DIV+ développent une odeur plus intense et une saveur plus intense et persistante (figure 3b).

Figure 3 : Représentation du cercle des corrélations (a) et des caractéristiques sensorielles des fromages (b) sur les 2 premiers axes de l'ACP.



O : Odeur ; F : Flaveur, T : Texture ; C : Couleur ; B : « boutoné » ;



▲ : foin, ■ : Div-, ● : Div+ ; symboles pleins : 12 semaines d'affinage ; symboles vides : 24 semaines d'affinage

3. DISCUSSION

Le système DIV- permet de maintenir un bon niveau de production laitière (DIV- : 4300 kg/ha contre 1940 kg/ha pour DIV+, soit une production 2,2 fois plus élevée à l'hectare que celle de DIV+) et de taux protéique. Néanmoins, la quantité d'herbe offerte par DIV- restreint sans doute l'ingestion, malgré le maintien d'une bonne qualité d'herbe. Ceci

expliquerait les meilleures performances en début de pâturage des vaches DIV+ qui disposent d'une herbe de qualité en grande quantité, compte tenu de la surface offerte. La différence de résultats constatée entre la valeur nutritive de l'herbe offerte et la teneur en MAT des fèces des vaches DIV+ pourrait provenir de la possibilité de tri des meilleurs items de végétation par les animaux au printemps. L'inversion des performances laitières entre les deux systèmes en juillet est liée à une baisse importante de la qualité de l'herbe sur DIV+, du fait de la maturation du couvert. Les meilleurs résultats de DIV- au début du pâturage en 2009 s'expliquent par une gestion plus anticipée du pâturage tournant, avec un déprimage et une sortie plus précoce des vaches leur permettant de pâturer un couvert de meilleure qualité sur les premières rotations.

La qualité et la composition de l'herbe ainsi que la sélection des espèces végétales par les vaches au pâturage sont à l'origine des différences de teneurs en acides gras observées. La texture plus fondante et les odeurs et arômes plus développés des fromages issus du pâturage confirment des données antérieures (Martin *et al.*, 2009) et s'expliquent certainement, en partie, par la plus forte teneur des laits du pâturage en acides gras insaturés. Les effets du système de pâturage rapportés dans cet essai sont moins importants que ceux de la durée d'affinage et du type d'alimentation (foin vs pâture). Ils sont cohérents avec les nombreux résultats mettant en évidence, dans des conditions moins contrôlées, les effets de la nature botanique des pâturages (Martin *et al.*, 2009). Ils montrent cependant que les effets du système de pâturage ne s'observent pas dans le cas des fromages les moins affinés qui n'ont pas encore pleinement développé leurs caractéristiques sensorielles.

CONCLUSION

Cette étude apporte des éléments de discussion pour les filières fromagères, autour du compromis production, biodiversité et qualité des fromages au sein des systèmes laitiers de montagne. Le pâturage continu à faible chargement, sur une prairie diversifiée, permet de bonnes performances laitières à la mise à l'herbe et est conciliable avec un niveau de biodiversité très élevé. Le pâturage tournant sur une prairie fertile permet une production laitière à l'hectare importante, stable sur la saison, et la constitution de stocks fourragers. Néanmoins, sa gestion plus complexe demande de l'anticipation et peut entraîner des manques d'herbe en été. Ce type de pâturage est également plus gourmand en intrants, moins compatible avec un bon niveau de biodiversité, et entraîne des à-coups de production journaliers préjudiciables à la fabrication fromagère fermière lors des changements de parcelles.

Du point de vue du profil en acides gras du lait, le pâturage continu à faible chargement sur une prairie très diversifiée est très intéressant en début de période de pâturage mais son intérêt décroît au cours du temps lorsque le stade de l'herbe n'est plus maîtrisé. Ce type de pâturage semble également être à l'origine de fromages moins fermes et plus typés mais seulement lorsque les fromages sont affinés longtemps.

Ce travail a été financé par le ministère en charge de l'agriculture et de la pêche à l'occasion du projet CASDAR « Prairies AOC ». Nous remercions l'ensemble des partenaires de ce projet qui ont contribué à cet essai.

Delaby, L., Faverdin, P., Peyraud, J.L., 2001. Fourrages, 167, 385-398

Farruggia, A., Parguel, P., Hulin, S., Reuillon, J.-L., Pomiès, D., Baumont, B., Risoud, G., Hauwuy, A., Veysset, P., Martin, B., 2009. Fourrages, 199, 311-329

Grappin, R. et Coulon, J.B., 1996. Renc. Rech. Ruminants, 3, 21-28

Martin, B., Hurtaud, C., Graulet, B., Ferlay, A., Chilliard, Y., Coulon, J.B., 2009. Fourrages, 199, 291-293