HAL open science

Les prairies, une richesse et un support d'innovation pour des élevages de ruminants plus durables et acceptables

Audrey A. Michaud, Sylvain Plantureux, René Baumont, Luc Delaby

To cite this version:

Audrey A. Michaud, Sylvain Plantureux, René Baumont, Luc Delaby. Les prairies, une richesse et un support d'innovation pour des élevages de ruminants plus durables et acceptables. INRAE Productions Animales, 2020, 33 (3), pp.153-172. 10.20870/productions-animales.2020.33.3.4543 . hal-03118406

HAL Id: hal-03118406

https://hal.inrae.fr/hal-03118406

Submitted on 22 Jan 2021

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

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

Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

LA REVUE INRAE PRODUCTIONS ANIMALES

INRAE

INRAE Prod. Anim., 2020, 33 (3), 153-172

Les prairies, une richesse et un support d'innovation pour des élevages de ruminants plus durables et acceptables

Audrey MICHAUD[1], Sylvain PLANTUREUX[2], René BAUMONT[1], Luc DELABY[3]

[1]INRAE, Université Clermont Auvergne, Vetagro Sup, UMRH, 63122, Saint-Genès-Champanelle, France
[2]Université de Lorraine, INRAE, LAE, 54000, Nancy, France
[3]PEGASE, INRAE, Institut Agro, 35590, Saint Gilles, France
Courriel : audrey.michaud@vetagro-sup.fr

■ Aujourd'hui on dispose de connaissances techniques et d'outils pour mieux valoriser les prairies. Au-delà de leur utilisation par les ruminants, elles présentent de nombreux atouts, qu'ils soient environnementaux, de qualité des produits, de santé animale et humaine, ou vis-à-vis des aléas climatiques et économiques. Mais il reste encore à mieux quantifier les services rendus par les prairies, à mieux évaluer leurs réponses faces aux aléas climatiques et à mieux les faire reconnaître.

Introduction

L'agriculture, et particulièrement l'élevage, traverse aujourd'hui une crise importante. L'élevage est critiqué pour son impact environnemental : contribution au réchauffement climatique via des déforestations et émission de gaz à effets de serre (Steinfeld *et al.*, 2006), perte de biodiversité, eutrophisation des eaux. Les sociétés occidentales remettent en cause l'élevage pour des raisons éthiques (bien-être animal, principe même de l'élevage d'animaux) (Lacroix et Gifford, 2019), et pour son impact sur la santé humaine, en lien avec une consommation excessive de produits animaux. Dans la plupart des pays européens, cela se traduit par une diminution de la consommation individuelle de viande, en particulier de viandes rouges (Sanchez-Sabate et Sabate, 2019 ; Wang et Basso, 2019) et par une montée en puissance de courants de pensée prônant une diminution ou un arrêt de la consommation de produits animaux (flexitarisme, végétarisme, véganisme).

À cette crise d'acceptabilité s'ajoutent les aléas climatiques et économiques de plus en plus fréquents qui affectent les systèmes de production et leur viabilité. Dans un contexte de mondialisation où les cadres règlementaires, les conditions socio-économiques et l'environnement sociétal varient fortement d'un pays à l'autre, l'agriculture française et européenne est en plein questionnement : Quel avenir pour l'élevage ? Quelles formes d'élevage ? Commente rester compétitif ? Comment rendre l'activité d'élevage acceptable par la société et par les éleveurs et durable ? L'élevage va devoir se reconfigurer pour répondre à ces enjeux.

Cette remise en cause de l'élevage par une partie minoritaire mais croissante et influente des citoyens et consommateurs concerne toutes les filières animales. Redonner une place importante aux prairies pourrait contribuer à une solution à ces différents enjeux particulièrement pour l'élevage des herbivores ruminants (bovins, ovins, caprins). En effet, les prairies bénéficient d'une image positive pour le grand public car elles sont associées à une production « naturelle », et perçues comme favorables en termes de bien-être animal, de qualité des produits animaux et de services environnementaux. Ces qualités des prairies dépendent du type de prairie, et nous aborderons dans cet article à la fois les prairies temporaires et les prairies permanentes. Au sein de ces prairies permanentes, les prairies semi-naturelles correspondent aux prairies permanentes plus diversifiées et moins intensifiées, selon la définition du groupe d'experts de l'European Grassland Federation (Peeters *et al.*, 2014)

Malgré les souhaits des pouvoirs publics, les surfaces en prairies

permanentes ont fortement régressé depuis les années 1970 en France comme en Europe, après avoir fortement progressé au cours du 20e siècle. Si en France, elles représentent encore environ un tiers de la surface agricole utile (SAU – Agreste, 2018), leur maintien est incertain dans de nombreuses zones soit du fait de la concurrence avec les cultures fourragères et les cultures de vente, soit parce que menacé par le changement d'usage des terres (artificialisation, friche, reforestation). Les raisons principales du désintérêt d'une partie des éleveurs pour la prairie résident dans le déficit de références techniques, scientifiques et économiques et dans des freins sociaux (Michaud *et al.,* 2008). À titre d'exemple, pour une partie des éleveurs et de leurs conseillers, les prairies permanentes constituent un modèle technique dépassé, inadapté, et les déficits fourragers associés aux sécheresses et canicules de ces dernières années aggravent encore ce diagnostic. Il existe certes des arguments objectifs en défaveur des prairies : rendements fourragers généralement plus faibles que d'autres cultures fourragères comme le maïs, valeur alimentaire instable, complexité de gestion, toxicité de certaines espèces, etc. Ces arguments sont souvent les seuls mis en avant, sans envisager et promouvoir les atouts associés aux prairies permanentes et/ou diversifiées de longue durée et à leurs usages. Cette réalité perdure, malgré de nombreux travaux conduits depuis plusieurs décennies pour apporter plus de références sur les valeurs agronomique et environnementale des prairies, dans l'objectif d'optimiser et de favoriser leur intégration dans les systèmes de production (par exemple en France : Petit *et al.,* 2004 ; Cruz *et al.,* 2010 ; Launay *et al.,* 2011 ; Hulin *et al.,* 2012 ; Michaud *et al.,* 2013 ; Couvreur *et al.,* 2018 ; Petit *et al.,* 2019 ; Hulin *et al.,* 2019).

Dans ce contexte, cet article a pour objectif de proposer un état des lieux des connaissances nouvelles et des innovations en termes d'outils de gestion des prairies, au regard de l'évolution des enjeux de l'élevage de ruminants en zone tempérée. Les prairies considérées dans cet article sont les prairies permanentes et temporaires (encadré 1). Cette synthèse permettra d'identifier les atouts qui renforcent l'intérêt des prairies dans les systèmes de production ruminants (bovins, ovins et caprins), mais aussi les points-clés à approfondir pour appréhender les futurs enjeux. Ce travail s'inscrit dans un contexte français mais les éléments de discussion peuvent avoir une portée plus générique, notamment pour des zones agro-climatiques comparables. Nous aborderons les points concernant la prairie et son rôle dans la production de lait et de viande, puis le rôle de la prairie dans la préservation de l'environnement. Ensuite nous discuterons les effets de la prairie sur la santé des animaux et des Hommes et du rôle qu'elle peut jouer dans les systèmes de production dans un contexte de changement climatique et d'aléas économiques, tout en considérant les principaux freins à leur développement dans les systèmes de production.

1. La prairie pour produire du lait et de la viande

■ 1.1. Un enjeu fort : répondre à la demande mondiale

La population humaine devrait passer de 7,7 milliards d'habitants actuellement à 9,1 milliards en 2050. (Paillard *et al.,* 2010). Cette augmentation sera essentiellement le fait des pays d'Afrique et d'Asie. Même si une partie de l'humanité, particulièrement les pays industrialisés, doit impérativement faire des efforts pour rééquilibrer le ratio végétal/animal de son alimentation, assurer au niveau mondial la fourniture des produits animaux reste un enjeu fort. Pour faire face à la demande alimentaire croissante, associée à l'augmentation du pouvoir d'achat de pays très peuplés, il s'agira au regard des recommandations de la FAO, d'augmenter la production de viande au niveau mondial de 70 % (tout type de viande confondu), celle de lait et d'œuf de 60 % (Steinfeld *et al.,* 2006 ; Paillard *et al.,* 2010), et ce dans un contexte tendanciel de réduction des surfaces (désertification, recouvrement marin, urbanisation…).

Si les productions animales doivent augmenter, il faudra questionner la manière d'organiser ces filières au sein des territoires et de leurs enjeux, pour laisser la place aux cultures (céréales…) et surfaces légumières (légumineuses potagères, autres légumes) à destination de l'alimentation humaine dans les espaces qui leur sont le plus favorables. Il faudra de plus réfléchir à la manière de réorganiser la destination des cultures. En effet, aujourd'hui une partie importante des productions végétales issues des terres cultivables (34 % des surfaces mondiales) est utilisée pour nourrir les animaux d'élevage, avec un rendement de valorisation faible puisqu'il faut de 2,5 à 10 kg de protéines végétales pour produire 1 kg de protéines animales (Laisse *et al.,* 2018 ; Mottet *et al.,* 2018). Il importe cependant de relativiser ce dernier argument souvent évoqué. En effet, les animaux d'élevage et notamment les ruminants en zone peu ou pas cultivable consomment essentiellement des produits végétaux qui ne peuvent pas être directement valorisés par l'Homme (résidus de culture, coproduits des industries agroalimentaires, fourrages…). Ainsi, par exemple, un système laitier herbager peut produire jusqu'à 2 fois plus de « protéines consommables par l'Homme » dans le lait et la viande qu'il n'en consomme dans les céréales et les protéagineux (Laisse *et al.,* 2018). Pour limiter la compétition « *feed/food* », les systèmes d'élevage du futur devront donc être raisonnés en complémentarité avec les productions végétales destinées à l'alimentation humaine et valoriser en priorité les coproduits alimentaires et les fourrages produits sur des zones moins ou non favorables aux cultures. De plus, ce débat se doit d'être associé aux choix d'utilisation non alimentaire des terres agricoles (production d'énergie, artificialisation…) et à la nécessité de réduire le gaspillage (Paillard *et al.,* 2010 ; Couturier *et al.,* 2016).

■ 1.2. De nouvelles connaissances et des innovations pour une meilleure mise en valeur des surfaces en prairies par l'élevage de ruminants

Les surfaces en herbe et particulièrement en prairies permanentes sont le plus souvent situées dans des zones où les cultures ne sont pas possibles

Encadré 1. ***Point sur la définition et le fonctionnement des prairies permanentes et temporaires et l'évaluation de leur valeur environnementale et agricole (valeur nutritive et production).***

Prairies permanentes, prairies temporaires et prairies artificielles

Les prairies sont des surfaces agricoles dont la végétation est utilisée pour la production de fourrage à récolter et /ou pour le pâturage d'animaux d'élevage. Le terme « prairies » recouvre les prairies permanentes, les prairies temporaires, et les prairies artificielles (Allen *et al.,* 2011 ; Peeters *et al.,* 2014). La figure 1 montre la répartition des prairies sur le territoire français et son évolution depuis 1950 selon les régions.

Les prairies permanentes

Ce sont les prairies composées d'espèces pérennes ou natives dans un écosystème géré sur du long terme (Allen *et al.,* 2011 ; Couvreur *et al.,* 2018). Ces surfaces prairiales sont plus complexes à gérer que les autres types de prairies.
Parmi les prairies permanentes on distingue les **prairies semi-naturelles** (les **plus diversifiées**) implantées depuis plus de 10 ans et des **prairies plus récentes**, de 5 à 10 ans ou conduite de façon **plus intensive** (Peeters *et al.,* 2014).
Ces prairies sont composées de graminées (Poacées), légumineuses (Fabacées) et autres dicotylédones appelées en agronomie « diverses ». Les proportions de graminées, légumineuses et autres dicotylédones varient selon les prairies.
La diversité floristique des prairies permanentes en Europe va de 15 à 100 espèces par prairie permanente (Plantureux *et al.,* 1993 ; Tornambé *et al.,* 2010) avec des moyennes pouvant atteindre 30 à 60 espèces (Jeangros et Schmid, 1991).

Les prairies temporaires

Ce sont des prairies composées d'espèces semées annuelles, pluriannuelles ou pérennes, de moins de 6 ans (Allen *et al.,* 2011).
Ces prairies sont majoritairement composées de graminées et légumineuses. Les autres dicotylédones entrent dans les mélanges semés avec des objectifs particuliers (résistance à la sécheresse…).
La diversité floristique des prairies temporaires peut atteindre une dizaine d'espèces en mélange.

Les prairies artificielles

Ces prairies sont des surfaces de moins de 5 ans semées quasi exclusivement en légumineuses fourragères Ces prairies ne sont pas détaillées dans cet article.

Prairies diversifiées

De manière générale, on parlera de prairies diversifiées pour aborder les prairies composées de plusieurs espèces prairiales. Cela peut donc renvoyer aux prairies temporaires (prairies composées de plus de 3 espèces) et permanentes (prairies composées de plus de 35 espèces). Ces prairies diversifiées peuvent être utilisées en pâture ou en fauche dans les systèmes de production et sont ainsi considérées dans le système fourrager, le système de pâturage ou le système pastoral si ces prairies sont aussi composées de ligneux.

Évolution des prairies selon les conditions du milieu et les pratiques de gestion

La composition floristique des prairies, temporaires ou permanentes, évolue selon les conditions du milieu et les pratiques de gestion mises en place. Plusieurs auteurs ont montré les effets des pratiques de gestion (nombre de coupes, chargement...) et du milieu (altitude, composition du sol) sur la composition de la végétation, que ce soit la composition botanique ou fonctionnelle (Hopkins, 1986 ; Plantureux *et al.,* 1993 ; Diaz *et al.,* 1998 ; Klimek *et al.,* 2007 ; Batary *et al.,* 2010 ; Michaud *et al.,* 2011 **;** Pierik *et al.,* 2017 ; Roukos *et al.,* 2017).

Estimation de la valeur environnementale des prairies

En fonction de leur composition botanique ou taxonomique

Les espèces prairiales ou la composition floristique d'une praire peut être abordées à partir de leur composition botanique ou taxonomique, *i.e.* en considérant la végétation comme un ensemble d'espèces, l'espèce étant une entité propre (Maire, 2009) ; l'abondance et la dominance des espèces présentes seront observées.

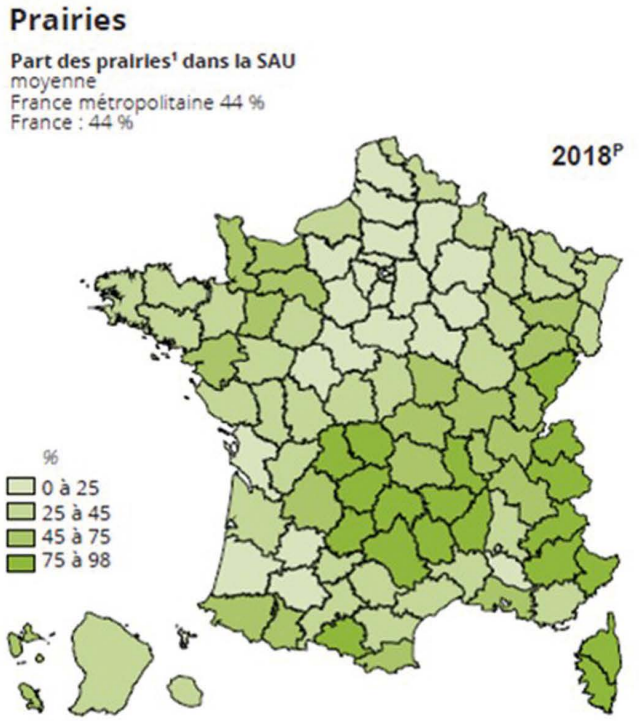
En fonction de leur composition fonctionnelle

Elles peuvent également être abordées à partir de la composition fonctionnelle des espèces. Il s'agit ici de regrouper les espèces selon leurs fonctions (plantes qui utilisent le vent pour la pollinisation...) (Grime, 1977).

Estimation de la valeur agricole des prairies (production, valeur nutritive)

L'approfondissement des connaissances sur les liens entre le milieu, les pratiques de gestion et la végétation a permis de mieux comprendre les facteurs principaux intervenant dans la prédiction de la production ou de la valeur nutritive. Ces travaux ont notamment été approfondi pour les **prairies permanentes**, qui du fait de leur forte diversité, engendrent des difficultés d'estimation de leurs valeurs agricoles (phénologies différentes…). Aujourd'hui des modèles de prédiction plus ou moins complexes, de la valeur nutritive et de la production des prairies permanentes sont établis à partir de la **composition fonctionnelle** et notamment des types fonctionnels proposées par Cruz *et al.* (2010), de la température et d'autres composants de la végétation (Duru *et al.,* 2008 ; Michaud *et al.,* 2014 ; Pierik *et al.,* 2017). En **prairies temporaires**, cela permet de mieux adapter les espèces semées au milieu (Simon *et al.,* 1997 ; Litrico *et al.,* 2016).

Figure 1. ***Part des prairies dans la surface agricole de France et évolution des surfaces en prairies depuis 1950 en France et dans les principales régions herbagères (Agreste, 2018).***



	1950	1980	2000	2010	2018p
	millier d'hectares				
France métropolitaine	17 915	16 434	13 213	12 900	12 617
dont					
Auvergne-Rhône-Alpes	2 666	2 623	2 247	2 214	2 213
Nouvelle-Aquitaine	2 419	2 429	1 955	1 925	1 913
Occitanie	2 367	2 065	1 874	1 888	1 905
Bourgogne-Franche-Comté	1 777	1 668	1 415	1 405	1 381
Pays de la Loire	1 485	1 499	1 134	1 088	1 018
Grand Est	1 715	1 399	1 035	968	913
Normandie	1 637	1 480	1 075	968	898
Bretagne	825	981	704	684	673
Centre-Val de Loire	900	671	494	501	502
Hauts-de-France	860	597	395	373	362

1. Prairies artificielles, temporaires et superficies toujours en herbe.
Source : Agreste - Statistique agricole annuelle

pour des raisons d'accessibilité (montagne…), ou de rendement trop faible (sols peu fertiles, climat rigoureux…). Elles contribuent au développement de l'élevage qui ainsi, rend ces surfaces alimentaires « comestibles » pour l'Homme.

La très grande diversité des prairies temporaires et permanentes a compliqué l'acquisition de références sur les déterminants et les caractéristiques de leur production. Depuis le début des années 2000 de nombreux travaux ont permis d'une part, de caractériser les performances de certains types de prairies, et d'autre part, de proposer des approches plus génériques, en s'inspirant notamment des concepts de l'écologie fonctionnelle (Diaz *et al.,* 1998 ; Duru *et al.,* 2007 ; Cruz *et al.,* 2010) (encadré 1).

On connaît désormais beaucoup mieux les déterminants de la composition spécifique, de la croissance et de la qualité des prairies (Plantureux *et al.,* 1993 ; Klimek *et al.,* 2007 ; Klimas et Balezentiene, 2008 ; Pakeman *et al.,* 2009). Les caractéristiques, le fonctionnement et la valeur fourragère de la plupart des espèces qui contribuent au rendement des prairies sont désormais connus (Grime *et al.,* 1979 ; Cruz *et al.,* 2010). Cette connaissance affinée des mécanismes biologiques et agronomiques permet de proposer des ajustements de pratiques de gestion dans un objectif donné, par exemple le maintien d'une biodiversité prairiale ou l'augmentation de la productivité de la parcelle (De Foucault, 1992 ; Petit *et al.,* 2004 ; Cruz *et al.,* 2010 ; Hulin *et al.,* 2012). Les connaissances sur la sensibilité des espèces prairiales aux fertilisants ou aux caractéristiques du sol sont également mieux établies (Ebeling *et al.,* 2008 ; Batary *et al.,* 2010). Les connaissances acquises ces dernières années notamment sur les prairies permanentes (Michaud *et al.,* 2011et 2014 ; Hulin *et al.,* 2019) ont ainsi été déclinées sur des territoires herbagers français particuliers (Jeannin *et al.,* 1991 ; Petit *et al.,* 2004 ; Collectif, 2006 ; Galliot *et al.,* 2019), ou à l'échelle de la France (Launay *et al.,* 2011). Connaître leur potentiel, leur répartition saisonnière de la production tout comme leur valeur alimentaire peut judicieusement contribuer à l'équilibre du système d'élevage qui les valorise.

Ainsi aujourd'hui, que ce soit pour les prairies temporaires ou les prairies permanentes, nous disposons de références en termes de production et de valeur alimentaire pour différents cycles de végétation (figure 2 ; tableau 1). Les travaux conduits en France (Launay *et al.,* 2011) ont permis de caractériser la diversité des types de prairies en distinguant les prairies permanentes (intensives et semi-naturelles) d'altitude (5 types), de zones semi-continentales (6 types), de zones océaniques (5 types) et de zones côtières (3 types). Pour chacun des 19 types définis par Launay *et al.* (2011), des références de production et de valeur alimentaire ont été données pour le 1er cycle et les repousses. Si la production annuelle moyenne des prairies permanentes est de 6,2 t MS/ha (Baumont *et al.,* 2012), ces références confirment la variabilité de leur production. À l'échelle de l'année, on trouve des prairies permanentes produisant de 1 t MS/ha/an à plus de 8 t MS/ha/an (Jeangros et Schmid, 1991 ; Baumont *et al.,* 2012). En termes

Figure 2. ***Services écosystémiques rendus et intérêt et limites des prairies pour l'animal et le troupeau, l'éleveur, le consommateur et le citoyen.***

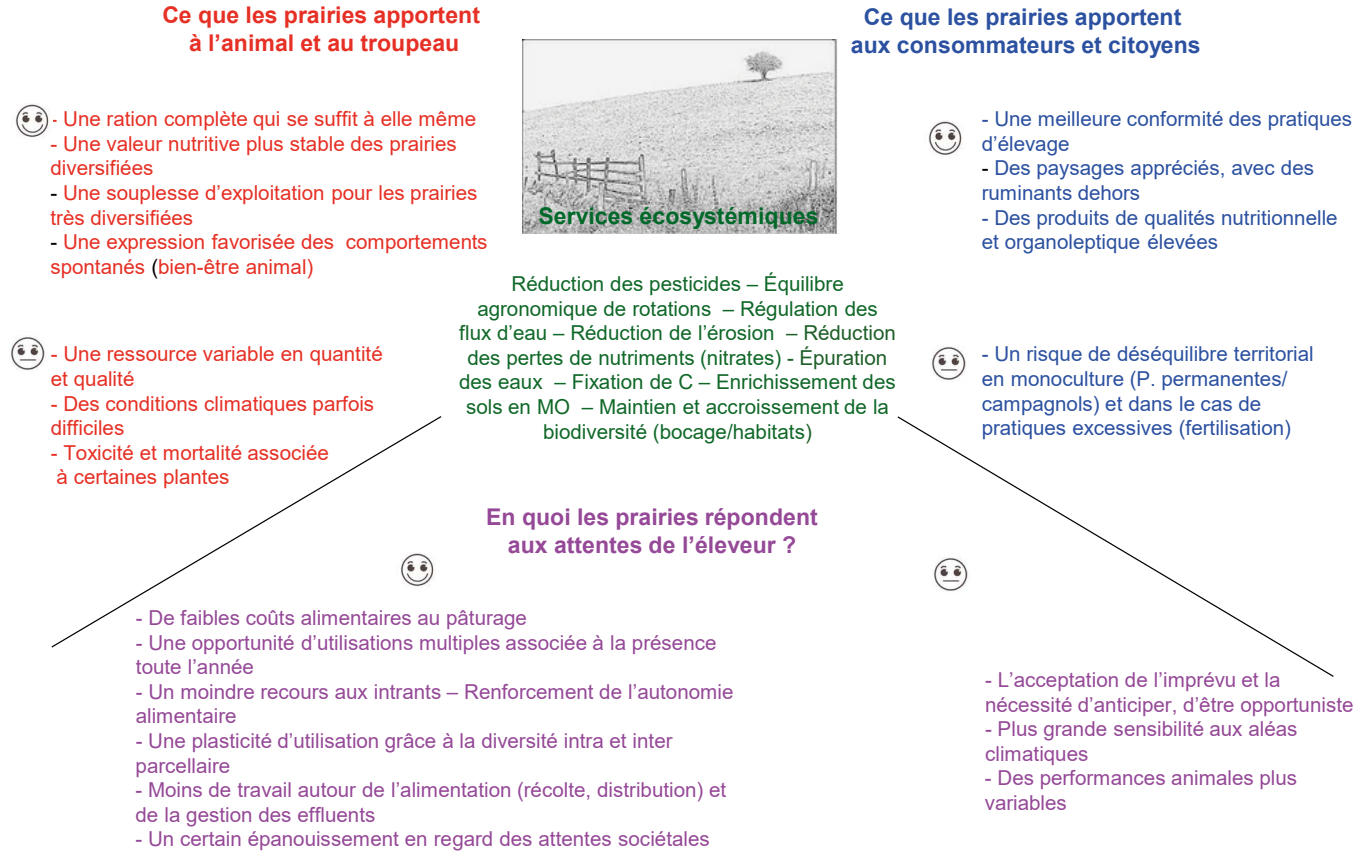


Tableau 1. ***Repères de production et de valeur nutritive (en UFL, PDI et UEL) pour des prairies temporaires de type Ray-Grass anglais/Trèfle blanc et pour trois types de prairies permanentes très courantes en France (Sources : Launay* et al.*, 2011 ; Jeulin et Delaby, données personnelles).***

	Prairie temporaire *(association Ray Grass anglais – Trèfle Blanc)*	**Prairie permanente :**		
		d'altitude type PA2	**des plaines et collines type PSC4**	**océanique type PO2**
Début printemps (stade pâturage)				
Production (t MS/ha)	1,8	1,9	1,6	1,9
Valeur alimentaire				
UFL (/kg MS)	1,00	0,97	0,99	1,04
PDI (/kg MS)	105	102	102	105
UEL (/kg MS)	0,97	0,97	0,97	0,95
Fin printemps (stade récolte ensilage)				
Production (t MS/ha)	4,0	5,0	4,6	5,2
Valeur alimentaire				
UFL (/kg MS)	0,88	0,76	0,81	0,82
PDI (/kg MS)	85	78	82	79
UEL (/kg MS)	1,04	1,08	1,06	1,06
Repousses d'été (6 semaines)				
Production (t MS/ha)	1,5	0,8-1,0	1,0-1,2	0,6-0,8
Valeur alimentaire				
UFL (/kg MS)	0,90	0,92	0,83	0,88
PDI (/kg MS)	105	105	93	98
UEL (/kg MS)	0,98	0,98	1,03	1,00

PA2 : Prairies mixtes d'altitude peu fertilisées à flouve odorante et fétuque rouge, PSC4 : Prairies des plaines et collines pauvres en légumineuses, à agrostide vulgaire et ray-grass anglais ; PO2 : Prairies océaniques pâturées, fertilisées et faiblement chargées à ray-grass et trèfle blanc. UFL : Unité Fourragère Lait ; PDI : Protéines Digestibles dans l'Intestin ; UEL : Unité d'Encombrement Lait

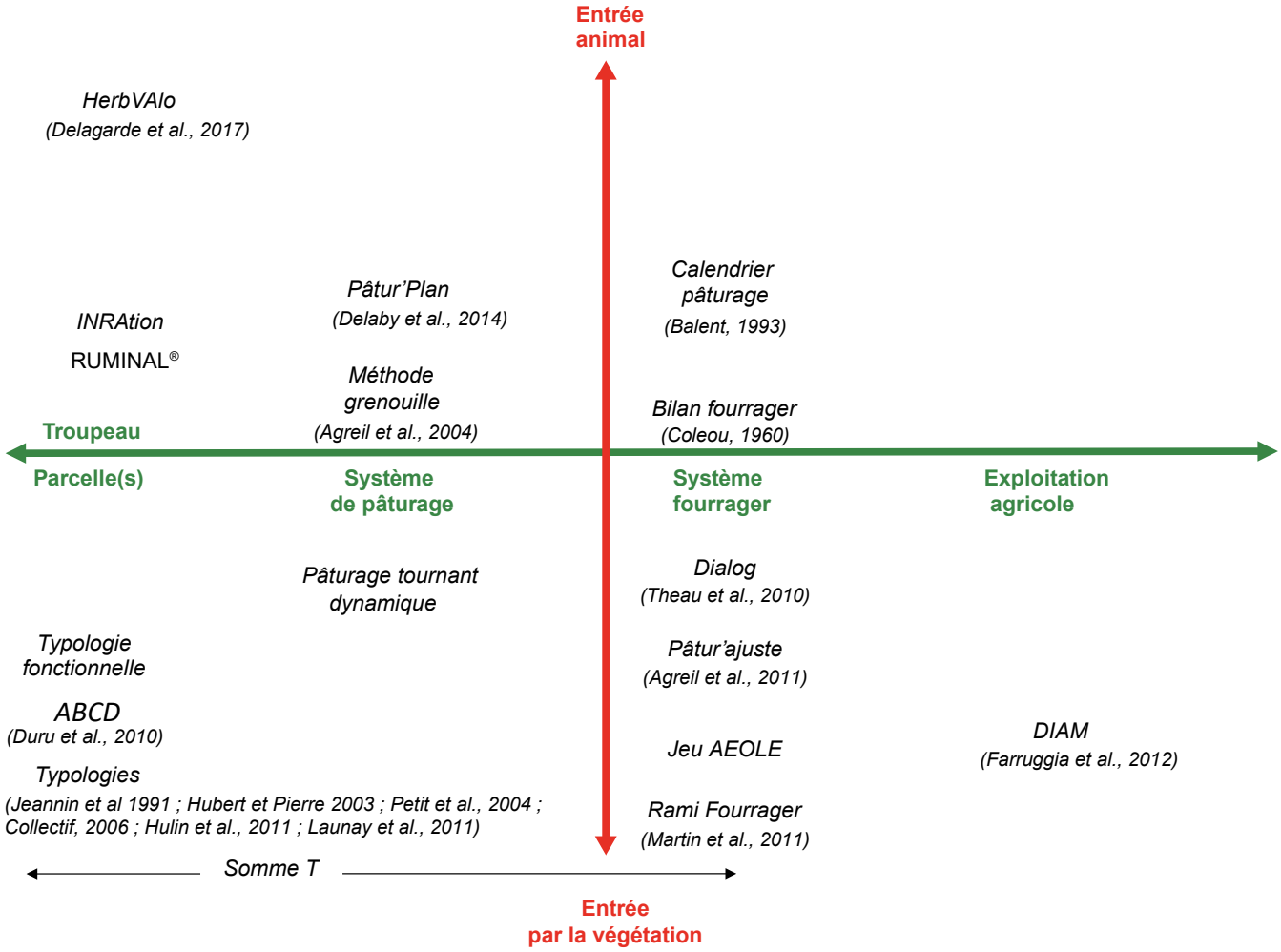
de valeur alimentaire, la valeur énergétique et azotée de la plupart des types de prairies permanentes d'altitude, de zone semi-continentale et océanique est proche de celle des espèces pures comme le ray-grass, le dactyle et la fétuque présentes dans les tables INRA de la valeur alimentaire des fourrages (Baumont *et al.,* 2018).

Ces connaissances scientifiques générales et locales peuvent être diffusées en tant que telles ou sous forme de livre pédagogique (Couvreur *et al.,* 2018) ou d'outils d'aide à la gestion des prairies. Au niveau national, ceux-ci sont nombreux et sont construits en privilégiant une entrée par la végétation, ou par l'animal. On trouve des outils d'analyse (figure 3) :

i) à l'échelle du troupeau, de la ou des parcelles. Les outils les plus classiques qui offrent des repères généraux sur les prairies sont les typologies de prairies. Ces outils permettent de référencer les valeurs des prairies d'un point de vue agricole et/ou environnemental, selon leur diversité floristique. Ces outils se basent sur la diversité des types de graminées (typologie fonctionnelle ABCD des graminées de prairies (Duru *et al.,* 2010) ou prennent en compte l'ensemble de la diversité floristique à une échelle nationale (Launay *et al.,* 2011) ou locale (Jeannin *et al.,* 1991 ; Hubert et Pierre, 2003 ; Petit *et al.,* 2004 ; Collectif, 2006 ; Galliot *et al.,* 2020). Ces travaux ont permis de proposer notamment des références de valeur alimentaire des prairies à l'échelle nationale qui peuvent ensuite être déclinés à une échelle locale pour affiner le conseil. Pour un éleveur, mieux connaître la valeur de chaque type de prairie et son évolution, lui permet de mieux affecter ses prairies (pâture ou herbe récoltée) aux différentes catégories d'animaux qui n'ont pas tous les mêmes besoins. Une prairie n'est pas bonne ou mauvaise mais plus ou moins adaptée à une catégorie d'animaux à un moment donné de la saison ; des relations entre types de prairies et fonctions fourragères sont proposées dans ce sens (Launay *et al.,* 2011). D'autres outils, centrés sur le troupeau ou la ration, permettent de gérer l'adéquation entre les besoins et les apports aux animaux (système d'alimentation INRA 2018 et logiciel INRAtion® V5 et RUMINAL® développés avec France Conseil Élevage (INRA, 2018), permettant ainsi, de mettre à disposition des animaux, des fourrages ou une ration herbagère journalière répondant à leur besoin. Les connaissances approfondies sur les types de prairies ont permis d'améliorer ces outils ;

ii) à l'échelle du système de pâturage. Ils sont très développés en France et concernent la conduite des systèmes

Figure 3. ***Positionnement des principaux outils et jeux ludiques d'analyse pour la gestion des prairies en France (gestion directe de prairies), selon le niveau d'application de l'outil (parcelle...) et la clé d'entrée choisie (animal ou végétal).***



herbagers avec une pression forte sur l'herbe (par exemple Pâtur'Plan, Delaby *et al.,* 2014), ceux adoptant un pâturage tournant plus ou moins lent ou des systèmes plus extensifs reposant sur des couverts avec des ligneux (méthode Grenouille en milieu méditerranéen, Agreil *et al.,* 2004). Des outils d'analyse *a posteriori* qui permettent d'objectiver la valorisation de ces prairies, tel Herb'Valo (Delagarde *et al.,* 2017) sont également disponibles ;

iii) à l'échelle du système fourrager. Le système fourrager inclut les parcelles destinées au pâturage et les parcelles destinées aux stocks pour l'hiver. Ces outils peuvent être simples à appréhender comme le calcul du bilan fourrager (Coleou, 1960) ou plus complexe en tenant compte de la gestion du pâturage et des stocks en zone prairiale (Dialog -Theau *et al.,* 2018) ou en milieu pastoral (Pâtur'Ajuste -Agreil *et al.,* 2011). Ils permettent d'avoir un regard global sur le pâturage et/ou les stocks de fourrages. Des jeux sont également disponibles pour simuler de manière ludique la gestion de son système fourrager (Rami fourrager, Martin *et al.,* 2011) et la complémentarité entre les prairies (jeu AEOLE non publié) ;

iv) à l'échelle de l'exploitation agricole. Ces outils ont plutôt vocation à avoir un regard plus global sur le système : ils intègrent une analyse du bilan fourrager et d'autres performances de l'exploitation agricole, liées à la présence de prairies, comme la performance environnementale (Diagnostic DIAM -Farruggia *et al.,* 2012cf. § 2.2).

Les agriculteurs s'approprient assez facilement ces outils. Des formations sont parfois nécessaires auprès des organismes de conseil ou des créateurs des outils. Pour faciliter la dissémination d'innovations et les échanges, des groupes locaux et nationaux de conseillers et acteurs du terrain sont mis en place (RMT Prairies Demain[1]).

■ 1.3. Besoins de recherche et d'innovation

Même si les connaissances sur les prairies ont fortement progressé ces dernières années notamment à l'échelle de la communauté végétale, il reste à approfondir les connaissances sur la compréhension de l'évolution de la valeur agricole des prairies temporaires et permanentes dans une dynamique intra et interannuelle pour mieux comprendre les marges de manœuvres en termes de gestion agricole (pratiques agricoles). Mieux comprendre les effets des pratiques de gestion sur l'évolution d'une prairie et plus largement le comportement des prairies en termes d'évolution de flore constituent également une piste à travailler que ce soit pour la valeur de production ou environnementale de la prairie. L'augmentation des dégâts liés à la faune sauvage (sangliers, campagnols…) nécessite également de mieux comprendre la dynamique de restauration des prairies pour optimiser leur gestion.

Les connaissances sur la gestion des prairies permanentes et temporaires ne manquent pas et répondent à des attentes différentes au niveau de la parcelle, de la sole pâturée, du système fourrager. Aujourd'hui il existe très peu d'outils développés à une échelle territoriale plus large que l'exploitation agricole. Quelques jeux abordent ces aspects (Ryschawy *et al.,* 2019 ; Dernat *et al.,* 2020) mais ne sont pas centrés sur la gestion des prairies. De tels outils pourraient avoir un intérêt pour réfléchir une gestion collective des prairies à l'échelle d'un territoire ou répondre à des attentes plus globales, notamment environnementales (flux d'eau, bocage, paysage).

La gestion des prairies peut également être facilitée par l'utilisation des techniques d'élevage de précision, notamment les capteurs de mouvements ou de géolocalisation (Shalloo *et al.,* 2018). Ces outils, en cours de développement, pourraient notamment permettre un enregistrement automatisé du calendrier de pâturage, élément de mémoire indispensable à l'analyse du réalisé et à une meilleure compréhension du fonctionnement des systèmes herbagers, et des prairies. L'utilisation de drones et d'images provenant de satellites fait également l'objet de recherches pour développer de nouveaux outils de caractérisation et de gestion des prairies (Pottier *et al.,* 2017).

2. La prairie pour préserver et améliorer l'environnement

■ 2.1. Un enjeu fort : contribuer à la transition agroécologique

Les modes de production à venir devront rester productifs mais plus respectueux de la planète, car les activités agricoles ont un impact fort sur l'environnement (Stassart *et al.,* 2012). En effet le secteur mondial de l'élevage utilise 30 % des terres, 32 % de l'eau potable et de pluie et contribue pour 18 % aux émissions de gaz à effet de serre (Herrero *et al.,* 2015). L'élevage, dans sa forme intensive – au sens associé à un recours important aux intrants du fait d'un déséquilibre entre les potentialités du milieu et le chargement animal par unité de surface –, contribue également à plusieurs autres problèmes environnementaux majeurs, tels que l'eutrophisation, la dégradation des sols, la déforestation et la perte de biodiversité (Steinfeld *et al.,* 2006). Ces éléments alimentent les questions sur la place de l'élevage dans le paysage mondial de demain et contribuent à renouveler les attentes sociétales vis-à-vis de l'agriculture (environnement, risques sanitaires…).

Face à ces constats, les alternatives consistent soit à réduire les impacts négatifs par une amélioration des systèmes existants, soit à concevoir de nouveaux systèmes comme le propose l'agroécologie, à laquelle se rattachent les systèmes de production autonomes et économes (*e.g.*Alard *et al.,* 2002) et l'agriculture biologique (Tichit et Dumont, 2016). Au-delà de la réduction des impacts environnementaux, l'agroécologie propose de substituer les intrants chimiques et énergétiques par des processus naturels, en jouant notamment sur la diversité des

1 RMT : Réseau Mixte Technologique concernant la valorisation des prairies (2014-19), dont les activités élargies se poursuivent au sein du RMT « Avenirs Prairies » (2021-25).

systèmes et un meilleur bouclage des cycles (minéraux, énergie, eau). La prairie permanente et, dans une moindre mesure, la prairie temporaire, s'inscrivent parfaitement dans cette option agroécologique. Si la productivité par hectare ou par animal de ces systèmes alternatifs peut être plus faible de 5 à 30 % selon les situations (De Ponti *et al.,* 2012 ; Ponisio *et al.,* 2014), ils montrent d'autres intérêts, comme une meilleure résilience au changement climatique (Chen et Chappell, 2009) ou le respect de l'environnement (Tuomisto *et al.,* 2012). Ces systèmes de production reposant fortement sur l'herbe et le lien au sol sont donc des pistes très intéressantes pour faire face aux enjeux agricoles et environnementaux dans une vision d'augmentation de la production agricole mondiale tout en considérant des spécificités territoriales où les systèmes herbagers seraient certes moins productifs mais compenseraient cela par une meilleure valeur environnementale (Huguenin-Elie *et al.,* 2018).

■ 2.2. Une capacité des prairies à produire des services écosystémiques

Le concept de « Service Écosystémique » (SE), même s'il est encore peu utilisé par le grand public, fournit un cadre de réflexion qui permet de mettre en avant les bénéfices de l'usage des prairies dans les systèmes d'élevage, en partie décrit auparavant sous le terme de « multifonctionnalité » (Béranger et Bonnemaire, 2008 ; Amiaud et Carrère, 2012). Ce concept, apparu dans les années 1970 a d'abord été défini au début des années 2000 comme un ensemble d'avantages (ou de bénéfices) que l'Homme retire des écosystèmes (Millenium Ecosystem Assessment, 2005 ; Fisher et Turner, 2008). L'étude française EFESE d'évaluation des SE a remis en cause cette définition (Therond *et al.,* 2017). Elle définit les SE, non plus comme les avantages, mais comme les processus écologiques ou les éléments de la structure de l'écosystème dont l'Homme dérive des avantages.

Les écosystèmes prairiaux sont à l'origine de nombreux bénéfices dont l'Homme tire avantage (figure 2). À ce titre, les bénéfices environnementaux des prairies permanentes et temporaires sont multiples : limitation de l'érosion, régulation des flux d'eaux (prévention des crues, stockage d'eau), filtration des polluants minéraux et organiques pour les prairies en général et préservation de la biodiversité floristique, faunistique et microbienne (surtout si la gestion de la prairie est extensive), réduction du bilan des GES en élevage *via* une séquestration de carbone proche de celle d'une forêt, intérêt paysager plus particulièrement pour les prairies permanentes (Mauchamp *et al.,* 2013).

Tout bénéfice pour l'Homme tiré des écosystèmes agricoles est lié à deux types de facteurs : les services écosystémiques proprement dit, et l'utilisation de « capital humain » (intrants, énergie, main-d'œuvre…) pour assurer ces bénéfices. Pour produire une tonne de fourrage, une prairie utilise généralement moins de capital humain (engrais, pesticides, machinisme, temps de travail), qu'une culture fourragère (Couvreur *et al.,* 2018). En ce sens le bénéfice tiré par l'Homme des prairies est intéressant car il repose en grande partie sur les services écosystémiques.

Ainsi le concept de services écosystémiques permet de mettre en évidence les multiples effets positifs des prairies. Plusieurs travaux ont essayé de lister ces services rendus au niveau d'un paysage (Lavorel *et al.,* 2011 ; Lasseur *et al.,* 2018) ou par les prairies permanentes (Baumont *et al.,* 2012 ; Michaud *et al.,* 2013 ; Galliot *et al.,* 2019) de manière plus ou moins exhaustive (Therond *et al.,* 2017 ; Lemaire *et al.,* 2019). Certains d'entre eux vont jusqu'à une évaluation des services de manière qualitative ou quantitative (Therond *et al.,* 2017). Ces évaluations qualitatives sont certes peu précises car elles sont souvent calculées de manière indirecte comme le service de pollinisation ou de séquestration du carbone mais apportent des éléments de repères pour la société. Les évaluations quantitatives sont plus rares car plus complexes à mettre en œuvre mais seraient pertinentes pour discuter de la juste valeur de ces services.

Ces connaissances commencent à être transférées dans des outils de gestion des prairies qui permettent de mieux exprimer ce potentiel de services rendus. Les typologies de prairies récentes intègrent un certain nombre de services écosystémiques en se basant sur la composition floristique des prairies (Launay *et al.,* 2011 ; Theau *et al.,* 2017 ; Galliot *et al.,* 2020). Un outil à l'échelle du système d'exploitation intègre les aspects agricoles et les services rendus par les prairies : DIAM (Farruggia *et al.,* 2012). Ce type d'outils permet de montrer l'intérêt environnemental des systèmes prairiaux à un public de conseillers, d'agriculteurs et de citoyens (figure 4).

■ 2.3. Besoins de recherche et d'innovation

L'analyse des services écosystémiques rendus permet de valoriser le rôle environnemental des systèmes herbagers à différentes échelles (territoire, système…). Cependant ces services rendus ne sont pas suffisamment communiqués auprès de la société et ne sont donc pas estimé et rémunéré à leur juste valeur. Plusieurs voies doivent être envisagées : En premier lieu, il est nécessaire de disposer d'une quantification économique des services. Si celle-ci est en cours, elle reste à approfondir d'autant plus que ce concept de monétarisation de la nature ne fait pas l'unanimité. Des connaissances restent à acquérir sur la rémunération du stockage de carbone par les prairies et des recherches sur ce sujet sont en cours, ainsi que sur le niveau de stockage précis et le nombre d'années à partir duquel les sols prairiaux ne stockent plus de carbone (Label Bas Carbone, en cours). Il semble également important de chiffrer le coût, en argent et en temps, de la mise en place « technique » de ces services, c'est-à-dire la traduction concrète en pratiques de gestion mises en œuvre sur une ferme, en chiffrage du temps de travail pour chaque service ou en cahier des charges. Cela permettra aux décideurs politiques de proposer aux éleveurs des mesures de compensation financière, les incitant par là-même à conserver des prairies, et à les conserver dans un état permettant la fourniture de services écosystémiques. Enfin, le prix de vente des produits animaux devra pouvoir

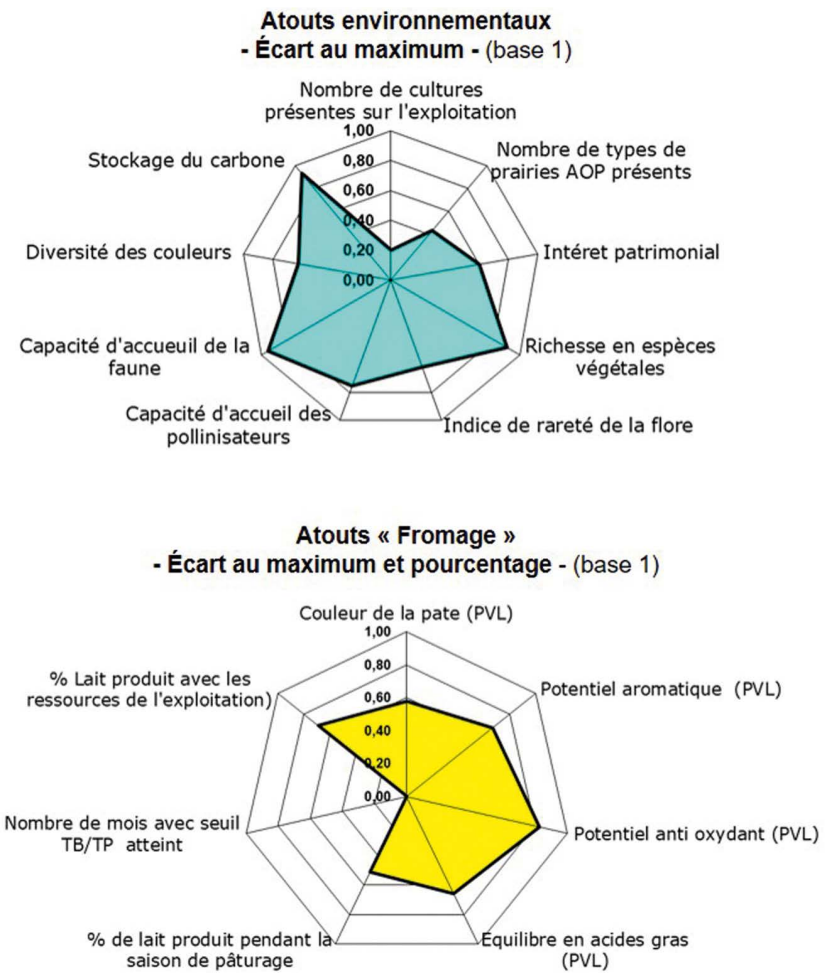
prendre en compte de manière plus ou moins complète le paiement de ces services. L'évaluation quantitative des conséquences de la disparition des services devrait également être développée, de manière à mieux communiquer sur les enjeux à maintenir ces services existants. Au final, la rémunération des services nécessite à la fois de progresser dans les connaissances agronomiques et économiques, mais implique aussi des innovations sur le plan politique et social.

3. La prairie pour améliorer la santé des consommateurs, la santé et le bien-être des animaux et la qualité des produits

■ 3.1. Des enjeux forts : assurer la santé des Hommes, des animaux et le bien-être des animaux

Les modes de production actuels et le suivi sanitaire des produits nous permettent d'accéder à une nourriture saine et indemne de risques alimentaires immédiats et graves (telles les zoonoses, intoxications, contaminations). Par ailleurs, les produits animaux permettent d'assurer un apport nutritionnel essentiel en certains nutriments aussi bien dans les pays développés pour certaines fractions de la population (protéines pour les personnes âgées…) que pour des pays en développement, et permettent aussi de contribuer au bien-être de l'Homme par la qualité organoleptique et technologique des produits principalement dans les pays à fort pouvoir d'achat, surtout les pays à forte tradition culinaire. Cependant plusieurs événements de ces dernières décennies (crise de la vache folle, remise en cause de l'utilisation des pesticides…) ont instauré une méfiance de la part des citoyens face aux risques sanitaires plus sournois, à long terme associés aux aliments consommés, particulièrement dans les pays à fort pouvoir d'achat. Certains citoyens veulent mieux connaître ce qu'ils mangent, l'origine et le comment sont produits

Figure 4. ***Exemple de représentations sous forme de radars avec l'outil DIAM (DIAgnostic Multifonctionnel de la surface fourragère), des atouts environnementaux des prairies permanentes et des atouts pour les fromages.***



L'outil de diagnostic DIAM permet de quantifier les atouts des prairies permanentes ou diversifiées pour l'environnement ou pour la qualité des fromages dans le cas d'exploitations agricoles en transformation fromagère. Ce diagnostic s'appuie sur une caractérisation des prairies permanentes sur l'ensemble de l'exploitation agricole et permet de discuter de perspectives de gestion de ces surfaces au regard d'enjeux environnementaux. TP : Taux Protéique ; TB : Taux Butyreux ; PVL : Potentialité de Valorisation du Lait.

leurs aliments (Lacroix et Giffort, 2019 ; Sanchez-Sabate et Sabate, 2019 ; Wang et Basso, 2019). Si la santé du consommateur est à garantir, la prise en compte de celle des animaux d'élevage ainsi que leur bien-être s'ajoute à cette exigence. En effet, ces éléments font l'objet de questionnements récurrents et influents de la part de la société, de plus en plus sensible aux modes de production des animaux et à leurs conséquences sur l'animal (Saatkamp *et al.,* 2019). Le concept de « santé globale » (Koplan *et al.,* 2009) ou « santé unique » (Duru *et al.,* 2016) permet de faire le lien entre santé humaine, santé animale et celle de l'environnement. Cette approche globale et systémique vise à appréhender les humains, les animaux, l'environnement et leurs interrelations dans un objectif de santé et de bien-être de ces différents objets (Rockström *et al.,* 2009). Que ce soit par leurs modes de conduite moins impactants pour l'environnement, les services qu'elles rendent (Lasseur *et al.,* 2018) ou par leurs effets sur la santé des animaux (Likkesfeldt et Svendsen, 2007 ; Zeiler *et al.,* 2010 ; Durand *et al.,* 2013) les prairies peuvent constituer une réponse intéressante aux enjeux de santé globale.

Enfin, le bien-être de l'animal et sa santé sont des éléments qui font débat dans la société occidentale. Cela induit même des réflexions plus globales sur le lien que l'Homme doit entretenir avec l'animal, ce qui questionne d'une part, les modes de production

agricoles, et d'autre part, la consommation de la viande et de produits animaux en général. Les systèmes herbagers prennent tout leur sens dans de tels débats, mais il importe d'objectiver les effets positifs associés aux prairies sur ces éléments de débats et de les faire reconnaître comme tels (Mee et Boyle, 2020).

■ 3.2. L'herbe influence favorablement la santé des Hommes et des animaux, la qualité organoleptique des produits animaux et le bien-être des animaux

Si les produits laitiers ont pu faire l'objet de critiques en raison de leur teneur élevée en acides gras saturés, facteur de risque des maladies cardiovasculaires, celles-ci sont à relativiser aujourd'hui notamment par la mise en évidence d'un effet de la composition de la ration des animaux sur la composition en acides gras, selon les espèces végétales (Martin *et al.,* 2019) (figure 2). Les prairies sont riches en acides gras de type oméga 3 que l'on retrouve ensuite dans les produits laitiers (Chilliard *et al.,* 2007), ce qui aurait alors un effet de protection vis-à-vis des risques de maladies cardiovasculaires. La composition floristique des prairies, leurs conditions de croissance (climat, sol), le stade de récolte et le mode de conservation de l'herbe ont un rôle déterminant sur la nature et la quantité des métabolites secondaires (Fraisse *et al.,* 2007) dont certains d'intérêt pour la santé humaine : composés phénoliques, terpènes, caroténoïdes, alcaloïdes et quinones (Mulligan et Doherty, 2008 ; Poutaraud *et al.,* 2017). La teneur de l'herbe en caroténoïdes, précurseurs de la vitamine A ou en polyphénols joue un rôle avéré dans la limitation des phénomènes oxydatifs, à l'origine de maladies infectieuses et inflammatoires (Miller *et al.,* 1993 ; Likkesfeldt et Svendsen, 2007 ; Farruggia *et al.,* 2008 ; Durand *et al.,* 2013). De nombreux travaux sont en cours pour préciser les liens entre la qualité de l'herbe consommée par les ruminants, la qualité des produits animaux (lait, viande, fromage) et la santé de l'Homme (Martin *et al.,* 2019).

Si le bien manger et la santé du consommateur sont mises en avant, celle des ruminants est également concernée. Les rôles des antioxydants contre les problèmes liés au stress oxydatif sont bien connus chez plusieurs espèces animales (Miller *et al.,* 1993 ; Celi, 2010 ; Niki, 2010) et quelques effets sont mis en évidence comme la supplémentation en vitamine E et en sélénium sur la réduction du risque de mammites (Zeiler *et al.,* 2010). L'effet d'autres métabolites secondaires sur la santé des animaux a été mis en avant comme l'effet des tanins condensés sur l'activité antiparasitaire (Minh *et al.,* 2003 ; Hoste *et al.,* 2005). Plus largement certains effets sur les animaux des espèces prairiales et fourragères qu'ils soient médicinaux ou toxiques sont assez bien connus (Valnet, 1972 ; Bruneton, 2016), notamment dans le domaine vétérinaire. À ce titre, des « prairies médicaments » sont mises en place par certains éleveurs, dans l'objectif de tester l'effet santé d'une plante ou d'un cocktail de plantes réputées bénéfiques. Des espèces ayant un rôle pour la santé sont proposées aux animaux durant une période donnée sous forme de plante seule ou en mélange dans la prairie ou encore de bosquets implantés sur les bords de la prairie. Enfin, les prairies par le biais du pâturage permettent à l'animal de mieux exprimer un comportement naturel en le laissant choisir sa nourriture et se déplacer librement.

Les prairies jouent également un rôle dans la qualité organoleptique des produits animaux. Des liens entre le système de pâturage ou le type de prairies et l'onctuosité, la couleur, la flaveur ou le goût du fromage ont été établis (Jeangros *et al.,* 1997 ; Farruggia *et al.,* 2008 ; Coppa *et al.,* 2012) mais doivent être mieux maitrisé et mis en valeur. Plusieurs fromages AOP de montagne mettent d'ailleurs en avant ce point dans leur communication, en faveur d'une reconnaissance et une meilleure valorisation de leurs produits. L'AOP Comté a ainsi proposé une rosace des arômes de ses fromages, en lien avec la diversité des prairies. De manière plus anecdotique, le foin de prairies diversifiées peut être utilisé dans la cuisine, en tant qu'arômes ou sous forme de tisanes (www.degustonfoin.fr).

■ 3.3. Besoins de recherche et d'innovation

La quantification de l'effet santé des prairies diversifiées est une piste de recherche importante puisqu'elle constituerait un argument supplémentaire pour les valoriser dans les systèmes de production. Il conviendrait d'associer agronomes, zootechniciens, vétérinaires, toxicologues, pharmacologues et médecins dans des programmes de recherche, rejoignant le concept de « santé unique ou globale ». Si des travaux ont été menés en regard du potentiel rôle « santé » des prairies (Bareille *et al.,* 2019 ; Sulpice *et al.,* 2019) et particulièrement des prairies diversifiées, il reste encore des pistes de recherche à creuser. Les santés animale et humaine sont éminemment multifactorielles, et parvenir à isoler le rôle spécifique de la prairie est un défi expérimental important. Par ailleurs, le fait de savoir qu'une espèce que l'on peut retrouver dans les prairies est potentiellement favorable à la santé ne suffit pas : encore faut-il que la prairie en contienne, que l'animal la consomme, et en connaître les doses efficaces, les formes moléculaires qui déclenchent un réel effet sur la santé et les synergies et antagonismes potentiels. Les techniques de dosage des molécules d'intérêt pour la santé ont beaucoup progressé ces dernières années, en abaissant les seuils de détection, les coûts d'analyse et en permettant l'analyse « à haut débit » ce qui ouvre des perspectives intéressantes. Bien que la composition en métabolites secondaires des principales espèces/variétés fourragères soit connue (Nozière *et al.,* 2006 ; Reynaud *et al.,* 2010 ; Graulet *et al.,* 2012 ; Pickworth *et al.,* 2012), celle de plantes présentes en plus faible proportion dans les prairies permanentes ou très diversifiées reste à établir. En outre, et dans une approche d'agroforesterie, le rôle des ligneux présents dans les prairies est encore largement méconnu, malgré des premières études sur leurs valeurs alimentaires (Emile *et al.,* 2017). Les effets des plantes à métabolites secondaires sur la santé de l'animal ou

de l'Homme restent également à préciser. Plus largement, les indicateurs de mesure de ces métabolites secondaires (terpènes, caroténoïdes…) au niveau de l'animal qui a ingéré les plantes n'est que très peu évalué dans les fermes de terrain que ce soit pour des difficultés méthodologiques ou des coûts de mise en œuvre importants (Huang *et al.,* 2005 ; Dudonné *et al.,* 2009) : il semble important de développer ce type d'indicateurs, notamment dans un cadre de transition agroécologique.

Le rôle « médicinal » des plantes et particulièrement celui des plantes des prairies permanentes de montagne qui sont plus diversifiées reste également à préciser. Si les vertus médicinales de certaines plantes sont bien connues chez l'Homme et chez l'animal (Valnet, 1972 ; Poutaraud *et al.,* 2017), il est nécessaire d'approfondir les connaissances sur les liens entre l'ingestion de plantes dites « médicinales » et la santé de l'animal afin de préciser les doses nécessaires, la fréquence des apports, etc.

À l'opposé, concernant la toxicité de certaines plantes, une analyse plus fine de l'effet des doses toxiques de molécules à activité biologique, de synergies toxiques (« Effet cocktail »), et ainsi de la proportion acceptable de ces espèces végétales dans le milieu, ainsi que l'aptitude des animaux à ne pas les ingérer reste à étudier pour éviter des effets néfastes sur les performances des animaux, et allant parfois jusqu'à la mort. Du fait des problèmes qu'elles engendrent, les plantes toxiques sont mieux connues de manière individuelle, et bien renseignées dans la littérature vétérinaire. Les seuils maximums de contribution de ces espèces à la biomasse d'une prairie sont par contre peu connus.

Par ailleurs il sera également important à l'avenir de considérer les effets de la consommation d'un fourrage, qui a un rôle dans le filtrage des polluants, sur l'animal, sa santé et celle de l'Homme. Ces effets pourront ainsi varier selon leur localisation dans le territoire. Des travaux sur les contaminants sont en cours mais sont plutôt sur les cultures (Rychen *et al.,* 2008 ; Chatelet *et al.,* 2015).

4. La prairie pour résister aux aléas climatiques et économiques et réduire les coûts de production

■ 4.1. Un contexte de changement climatique et d'aléas économiques

Depuis 1980, le changement climatique observé en Europe se traduit par une augmentation des températures annuelles moyennes (1,7 °C de plus en 2019 par rapport à l'ère préindustrielle), une augmentation de la fréquence des vagues de canicule et des périodes de sécheresse (European Environment Agency (EEA), 2019), ainsi qu'une élévation de la teneur en CO_2 de l'air (Soussana *et al.,* 2002 ; GIEC, 2018). La poursuite de ces évolutions semble inéluctable au niveau planétaire avec une augmentation de la température de 1,5 °C prévue d'ici 2030 (GIEC, 2018). L'Europe serait donc fortement impactée dans les années à venir par le réchauffement climatique et ses conséquences, entraînant des variations importantes dans les rendements des cultures y compris fourragères. Cet impact est globalement défavorable, avec notamment une diminution des rendements (GIEC, 2018) bien que certains territoires en perçoivent quelques effets bénéfiques grâce à l'accroissement de la durée annuelle de production (Chang *et al.,* 2017). Des effets du changement climatique sur les prairies sont dès à présent mesurés que ce soit sur leur composition botanique, leur rendement (Mosimann *et al.,* 2013) notamment sans irrigation (Knapp *et al.,* 2001) avec des diminutions allant jusqu'à 30 % selon les années (Picon-Cochard *et al.,* 2013) ou sur la réponse fonctionnelle des espèces (Volaire *et al.,* 2009 ; Volaire *et al.,* 2016). Cela remet en cause le bilan fourrager des exploitations, la répartition annuelle de la production des prairies, obligeant souvent les exploitations à acheter des fourrages ou à réduire leur cheptel, et/ou à avoir recours à l'irrigation. Résister ou s'adapter au changement climatique nécessitera une évolution voire une révolution dans la conception des systèmes d'exploitation en élevage.

Le changement climatique a un impact globalement négatif sur la santé économique des exploitations agricoles et s'y ajoute souvent des aléas économiques de plus en plus fréquents en élevage : avec l'augmentation des échanges internationaux de matières premières comme de produits animaux, l'économie de l'élevage devenue mondiale est très sensible aux fluctuations peu prévisibles des prix des matières premières et des denrées alimentaires. Cela impacte donc le prix des produits (lait, viande) mais aussi les coûts de production (prix des céréales, des engrais, du pétrole), comme en témoigne la chute du prix sur les marchés mondiaux et la crise du lait en 2009 ajoutée à une hausse des coûts de matières premières en 2008 (Institut de l'Élevage, 2019).

Les exploitations agricoles doivent donc être plus résilientes, pour mieux supporter et s'adapter aux aléas climatiques et à ces fluctuations des prix. La réduction importante des coûts de production dans les exploitations agricoles est en ce sens une piste de réflexion intéressante. Les charges d'alimentation représentant une part élevée de ce coût de production (environ ¼ en élevage bovin laitier), travailler sur des supports nécessitant peu d'intrant comme la prairie constitue une marge de manœuvre à activer (Caillaud *et al.,* 2013 ; Rubin *et al.,* 2017 ; Devienne *et al.,* 2018).

■ 4.2. Le potentiel des systèmes herbagers pour s'adapter au changement climatique et aux aléas économiques

L'évolution du climat a conduit l'ensemble des parties prenantes de l'élevage (éleveurs, conseillers, scientifiques, décideurs politiques) à rechercher des solutions pour s'adapter à l'évolution tendancielle du climat et à sa variabilité accrue. Certaines de ces solutions sont déjà mises en œuvre, d'autres apparaissent comme des pistes à évaluer (Pottier *et al.,* 2007). Il nous semble que les prairies ont un rôle déterminant à jouer dans cette adaptation au changement climatique et ce, à plusieurs niveaux (figure 2) :

i) Au niveau de la prairie, qui contrairement aux cultures fourragères comme le maïs, présente l'avantage d'être

exploitable toute l'année, le stress climatique estival peut être compensé par une croissance précoce au printemps et plus tardive en automne, voire en hiver (Pottier *et al.,* 2007), lui permettant d'être utilisée à différentes périodes de l'année et de saisir les opportunités climatiques intra année. En effet, l'évolution du climat s'est traduite ces dernières années par des automnes et des hivers plus doux et donc plus favorables à la croissance de l'herbe, malgré des périodes estivales moins favorables. De plus, les prairies semblent montrer une plasticité et une dynamique intéressante face aux aléas climatiques (Tuba et Kaligaric, 2008). La diversité des espèces présentes les rend moins sensible aux aléas climatiques qu'une prairie mono-spécifique, et recule ainsi le seuil critique du stress climatique. En effet, tabler sur une combinaison d'espèces de caractéristiques différentes en termes de besoin en lumière, en eau et en température, permet de mieux passer des périodes d'aléas climatiques forts (Durand *et al.,* 2016 ; Hofer *et al.,* 2016). Une espèce pourra par exemple ne pas supporter une période de sécheresse mais un rendement minimum de la parcelle sera assuré par les autres espèces présentes (fétuque élevée, plantain lancéolé, par exemple). Si la diversité interspécifique compte, la diversité génétique intra-spécifique peut également renforcer les possibilités d'adaptation (Durand, 2016 ; Meilhac *et al.,* 2019). Enfin, l'implantation d'espèces plus résistantes à des conditions extrêmes comme des sécheresses intenses est une solution. Plusieurs travaux sont menés pour tester l'intérêt fourrager de telles espèces comme la luzerne, le plantain ou la chicorée (Gauly *et al.,* 2013 ; Delagarde *et al.,* 2014 ; Lee *et al.,* 2015), testées en pur ou en mélange à l'échelle de la parcelle.

ii) Au niveau du groupe de parcelles, des solutions existent pour limiter les effets du réchauffement climatique. Ces solutions sont applicables à d'autres couverts que les prairies. Cela se traduit par la mise en place de haies et l'implantation d'arbres. En plus de tous les bénéfices apportés par les haies (brise vent, humidité – Liagre, 2007), les arbres, apportent un abri aux animaux et tempèrent les excès de température (Béral *et al.,* 2018). Cette ressource fourragère peut également être utilisée dans les rations des ruminants : des travaux sont réalisés pour quantifier l'effet des arbres sur la nutrition des herbivores (Vandermeulen *et al.,* 2018), l'appétence et la valeur nutritive des ligneux auprès des animaux (Habib *et al.,* 2016 ; Bhatta *et al.,* 2017) et pour mesurer les effets sur la culture fourragère effectuée sous les arbres (Lima *et al.,* 2019).

iii) Au niveau du système fourrager, les marges de manœuvre reposent sur la gestion de parcelles diversifiées en termes de conditions de milieu et de potentiel agronomique. En effet, disposer de parcelles plus humides ou à l'inverse, moins hydromorphes permet de passer plus facilement une période d'aléa. Disposer de parcelles plus ou moins productives sur l'année est également un facteur de flexibilité. Si les prairies peu productives en biomasse, moins précoces ne présentent pas un intérêt majeur dans l'alimentation des troupeaux d'un élevage, leur souplesse d'utilisation présente un intérêt dans un contexte d'aléa, en décalant de quelques semaines leur utilisation possible (Michaud *et al.,* 2011). Si une période de sécheresse ou de pluie intense apparait alors qu'elle devait être fauchée, une prairie peu productive montrera une stabilité plus importante dans le temps en termes de valeur agricole, avec une chute moins élevée, qu'une prairie plus productive. Enfin, il est également possible de gérer les apports en herbe en ayant des reports sur pied, c'est-à-dire en conservant une parcelle où l'herbe ne sera pas consommée et servira de réserve ou encore en assouplissant les méthodes de pâturage.

Au-delà des marges de manœuvre sur les surfaces, une autre possibilité repose sur la gestion du troupeau. La baisse ponctuelle du chargement ou l'élevage de moins de génisses ou agnelles de renouvellement réduirait le chargement à l'échelle de l'exploitation agricole et apporterait ainsi plus de souplesse dans la gestion des prairies en cas d'aléa. Au niveau de l'organisation du troupeau, passer d'une saison de vêlage à deux ou plusieurs permettraient également de diminuer le risque sur l'exploitation agricole (Pottier *et al.,* 2007). Ces ajustements sur la gestion du troupeau nécessiteront cependant d'anticiper l'équilibre entre l'optimisation de la gestion de l'herbe et les risques climatiques.

Si les prairies montrent un réel potentiel face au changement climatique, leurs atouts économiques sont indéniables. De nombreux travaux ont montré que les coûts de production en systèmes herbagers sont plus faibles que ceux de systèmes conventionnels ce qui confère aux systèmes herbagers une meilleure résilience (Rubin *et al.,* 2017 ; Dieulot et Meyer, 2018). En effet, les systèmes herbagers ont une meilleure résilience économique car les coûts de production des fourrages y sont plus faibles que dans un système à base d'ensilage de maïs et la gestion du pâturage est une pratique à faible coût. De plus, ces systèmes sont souvent moins dépendants des intrants et donc des fluctuations de leurs prix (Delaby et Fiorelli, 2014 ; O'Donovan et Delaby, 2016). En ce sens, quelques initiatives locales émergent pour tenter de reconnaître un lait fait à l'herbe ou de foin ; ce type d'initiative reste encore faible sur le marché.

■ 4.3. Besoins de recherche et d'innovation

Si les prairies à forte diversité floristique montrent un réel intérêt face au changement climatique, il existe encore de nombreux domaines de recherche à éclairer. La pérennité et la stabilité de leur composition afin de garantir à long terme l'expression de l'aptitude des diverses composantes reste à mieux comprendre et maitriser. Plusieurs travaux sont en cours pour quantifier les effets des aléas climatiques répétés sur la production des prairies (Zwicke *et al.,* 2013), les réponses des espèces prairiales (Zwicke *et al.,* 2015) et leur potentielle adaptation (Volaire *et al.,* 2018) à ces aléas. Ceux-ci sont à poursuivre notamment pour adapter les pratiques de gestion au regard de ces aléas.

Des travaux sur les associations d'espèces plus ou moins résistantes à la sécheresse, voire sur des mélanges avec

un grand nombre d'espèces prairiales ou combinant des espèces prairiales et des céréales, dans le cas de prairies temporaires composées d'espèces semées, restent à faire pour améliorer la résistance aux aléas climatiques. De manière plus globale, les systèmes herbagers vont devoir s'adapter aux aléas climatiques : de nombreuses pistes restent à creuser sur les adaptations possibles que ce soit sur le fonctionnement du système de production ou du système fourrager voire sur la combinaison des deux. Une analyse de la place des prairies au sein du système fourrager (prairie productives, séchantes, humides) et de leur articulation dans la conduite selon les conditions climatiques reste à affiner.

5. La nécessité de vaincre les réticences de l'éleveur à l'utilisation des prairies et de faciliter son travail

■ 5.1. La prairie vue comme une incertitude et donc un stress

Si l'argument économique avancé pour promouvoir les systèmes herbagers devrait séduire les agriculteurs et faciliter le développement des prairies et du pâturage (Caillaud *et al.,* 2013), ce n'est pas toujours le cas, particulièrement pour les systèmes laitiers (figure 2). En effet, si dans certaines régions le savoir-faire du « pâturage » se transmet de générations en générations, dans d'autres régions, cette pratique a été stoppée au profit de cultures fourragères plus productives et plus stables dans le temps, facilitant la gestion d'une production laitière stable dans le temps. Dans ces zones où le pâturage est moins présent, en plus des freins techniques liés par exemple à un parcellaire dispersé ou trop petit par rapport aux besoins du troupeau en herbe (Gomas *et al.,* 2008), il est vu comme une ressource difficile à gérer en raison des fortes variations de productions laitières liées à la variation de la pousse de l'herbe et de sa valeur : les productions laitières en « dents de scie » sont difficilement acceptées par les producteurs laitiers, dont le lait constitue le revenu principal (Michaud *et al.,* 2008). Ceux-ci préfèrent souvent les rations mieux connues, réputées plus simples, basées sur l'ensilage de maïs bien complémenté, qui apportent une production stable dans le temps et sans nécessité de transitions de ration. La gestion du pâturage est vue comme une pratique qui nécessite de l'observation et de l'anticipation pour s'adapter aux conditions climatiques et à la pousse de l'herbe (Michaud *et al.,* 2008 ; Frappat *et al.,* 2014).

Cette crainte vis-à-vis de l'introduction des prairies dans les systèmes de production laitière est également mise en évidence par Couvreur *et al.* (2019). Les auteurs de cette étude mettent en avant quatre catégories d'éleveurs utilisant l'herbe : les herbagers épanouis, modérés, optimisateurs flexibles et conservateurs indécis. Dans ces catégories, la prairie peut constituer un héritage non remis en cause, faire partie du système de manière modérée voire constituer un levier de durabilité. Chez certains éleveurs herbagers où la prairie est l'élément central du système fourrager, caractérisés comme des éleveurs épanouis par Couvreur *et al.* (2019), une certaine technicité dans la gestion des prairies est mise en avant par d'autres auteurs (Darré *et al.,* 2004 ; Mathieu, 2004). En effet, l'anticipation des éleveurs dans le temps, la projection des effets du pâturage de printemps sur le pâturage d'été ou encore le regard qu'ils ont sur leurs prairies montre l'importance de ce savoir, de sa technicité et de sa transmission. Enfin, bien que le pâturage puisse être source de stress au quotidien ou une charge de travail supplémentaire pour certains groupes d'éleveurs, pour d'autres comme les herbagers épanouis (Couvreur *et al.,* 2019), la recherche d'un mieux-être au travail peut constituer une piste d'évolution favorable vers ce type de systèmes de production à base d'herbe pâturée (Lusson *et al.,* 2014). Pour ces agriculteurs, leurs conditions de travail et de vie mais aussi le nouveau regard qu'ils peuvent porter sur leur troupeau sont des arguments en faveur de cette transition.

■ 5.2. Besoins de recherche et d'innovation

Bien que de nombreux travaux aient été réalisés pour mieux connaître les prairies et proposer des outils de gestion accessibles, les freins techniques et sociologiques restent présents, avec des différences selon les profils d'agriculteurs. Un accompagnement technique vers ces transitions de systèmes est nécessaire (Lusson *et al.,* 2014) et est développée dans des projets de recherche action (Devienne *et al.,* 2018 ; Coquil *et al.,* 2019). La place du développement est également importante pour la transmission de ce savoir et de son image. Plus largement, accompagner au mieux les agriculteurs selon leurs choix effectués en termes de valorisation des surfaces herbagères dans leur système est un enjeu fort. Pour cela il semble indispensable de comprendre la vision de l'agriculteur, c'est-à-dire la manière dont il perçoit ce qui l'entoure et sa vision du monde. Cayre *et al.* (2018)ont mis en évidence des visions du monde des agriculteurs différents selon les modes de productions choisis. Ce premier travail apporte des pistes de réflexion sur le type d'accompagnement technique considérant sa vision sociologique (ex : privilégier un type de pâturage sur la ferme en adéquation avec la préservation de la biodiversité…) à mettre en place face à la perception des agriculteurs de leur environnement et plus largement dans les travaux menés sur l'agroécologie.

De plus, l'image et la technicité du pâturage restent à travailler pour lui apporter de la modernité et lui donner une place dans les systèmes actuels utilisant de plus en plus de numérique et de technologie. Il est nécessaire de faire progresser la prise de conscience des intérêts multiples des prairies, y compris des prairies à forte diversité floristique pour lesquelles c'est moins le cas. Un exemple intéressant en la matière est la dynamique du concours des prairies fleuries lancée en 2007 en France qui a permis de fédérer environ 60 territoires organisateurs représentant chaque année entre 400 et 500 éleveurs (De Sainte Marie *et al.,* 2018). Elle vise à reconnaître la performance technique des éleveurs vis-à-vis de la gestion de leurs prairies par la remise d'un prix symbolique, qui s'appuient sur des prairies permanentes diversifiées pour construire de la performance économique et sociétale.

Il ne faut pas oublier que les freins au pâturage sont souvent évoqués dans les systèmes laitiers alors que les systèmes allaitants sont les plus grands utilisateurs de prairies. En système laitier, on peut s'interroger sur les trajectoires d'évolution des prairies et des systèmes basés sur l'herbe. Faut-il s'orienter vers des systèmes tournés vers la production laitière avant tout, les fourrages comme le maïs et les prairies productives sont la ration principale, les prairies diversifiées étant plutôt un appoint ? Ou faut-il accepter d'adapter non pas les surfaces à la production du système mais la production du système au potentiel des surfaces ; dans ce cadre les prairies et particulièrement les prairies diversifiées peuvent trouver toute leur place en tant que pivot du système d'alimentation.

Conclusion

Dans un monde où produire en quantité ne suffit plus et où produire mieux avec moins devient une exigence, les prairies ont des atouts de mieux en mieux connus grâces à l'avancée des connaissances scientifiques et techniques, à la mise à disposition d'outils technologiques, mais pas assez reconnus. Elles ont toute leur place dans les systèmes d'élevage herbivores de demain : les effets bénéfiques qu'elles proposent en faveur de l'environnement, la santé de l'Homme, des animaux, leur bien-être répondent totalement aux attentes de la société. Elles contribuent par ailleurs à améliorer l'image de l'élevage dans la société. Mais les challenges à relever sont divers : aider les éleveurs à mieux les considérer, à mieux les valoriser et aussi à changer de paradigme en abandonnant le principe du « toujours plus », mais aussi faire connaître les atouts de ces surfaces et les transformer en valeurs ajoutées à l'exemple des productions sous AOP. Cela implique de former les agriculteurs, de les accompagner et de leur permettre d'avoir une qualité de vie acceptable avec ce type de production. Si elles répondent totalement aux attentes de la société en termes de conditions d'élevage, de santé ou d'attentes environnementales, leur place dans la réforme de la politique agricole commune est à défendre pour que ces systèmes aux multiples vertus soient reconnus et rémunérés aussi pour les aménités nombreuses auxquelles ils sont associés.

Références

Agreil C., Meuret M., Vincent M., 2004. GRENOUILLE : une méthode pour gérer les ressources alimentaires pour des ovins sur milieux embroussaillés. Fourrages, 180, 467-481.

Agreil C., Barthel S., Barret J., Danneels P., Greff N., Guérin G., Guignier C., Mailland Rosset S., Magda D., Meignen R., Mestelan P., De Sainte Marie C., 2011. La gestion pastorale des milieux naturels : mise en œuvre des MAE-t et gestion adaptative avec la démarche PATUR'AJUSTE. Fourrages, 208, 293-304.

Agreste 2015. Statistique agricole annuelle. Résultats semi-définitifs de l'année agricole 2014. https://www.epsilon.insee.fr/jspui/bitstream/1/34174/1/agr_PC_2015_10.pdf

Agreste, 2018. Mémento de la statistique agricole. Édition 2018 de la forêt et des industries agroalimentaires. Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt, 1-40.

Alard V., Béranger C., Journet M., 2002. Étude de systèmes Herbagers économes en Bretagne, INRA Éditions, 340p.

Allen V.G., Batello C., Berretta E.J., Hodgson J., Kothmann M., Li X., McIvor J., Milne J., Morris C., Peeters A., Sanderson M., 2011. An international terminology for grazing lands and grazing animals. Grass Forage Sci., 66, 2-28.

Amiaud B., Carrère P., 2012. La multifonctionalité de la prairie pour la fourniture de services écosystémiques. Fourrages, 211, 229-238.

Bareille N., Haurat M., Delaby L., Michel L., Guatteo R., 2019. Quels sont les avantages et risques du pâturage vis-à-vis de la santé des bovins ? Fourrages, 238, 125-131.

Batary P., Baldi A., Saropataki M., Kohler F., Verhulst J., Knop E., Herzog F., Kleijn D., 2010. Effect of conservation management on bees and insect-pollinated grassland plant communities in three European countries. Agricult. Ecosys. Environ., 136, 35-39.

Baumont R., Michaud A., Delaby L., 2012. Services fourragers des prairies permanentes : production d'herbe et valeur alimentaire pour les ruminants. Fourrages, 211, 219-228.

Baumont R., Tran G., Chapoutot P., Maxin G., Sauvant D., Heuzé V., Lemosquet-Simon S., Lamadon A., 2018. Tables Inra de la valeur des aliments utilisés en France et dans les régions tempérées. In: Nozière P., Sauvant D., Delaby L., Inra, 2018. Alimentation des ruminants. Apports nutritionnels – Besoins et réponses des animaux – Rationnement – Tables des valeurs des aliments, 521-616. Versailles, France, Éditions Quae. 728p.

Béral C., Andueza D., Ginane C., Bernard M., Liagre F., Girardin N., Emile J.C., Novak S., Grandgirard D., Deiss V., Bizeray D., Moreau J.C., Pottier E., Thiery M., Rocher A., 2018. Agroforesterie en système d'élevage ovin : étude de son potentiel dans le cadre de l'adaptation au changement climatique. Synthèse. INRA, ADEME, 20p.

Béranger C., Bonnemaire J., 2008. Prairies, herbivores, territoires : quels enjeux ? Quae Éditions, Versailles, France, 188p. https://www.quae.com/produit/946/9782759214518/prairies-herbivores-territoires-quels-enjeux

Bhatta R., Saravanan M., Baruah H., Malik P.K., Sampath K.T., 2017. Nutrient composition, rate of fermentation and in vitro rumen methane output from tropical feedstuffs. J. Agric. Sci., 155, 171-183. https://doi.org/10.1017/S0021859616000642

Bruneton J., 2016. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (5e Éd.). Éditions Lavoisier, Tec & Doc, 1504p. https://www.lavoisier.fr/livre/genie-pharmaceutique/pharmacognosie-phytochimie-plantes-medicinales-5e-ed/bruneton/descriptif-9782743021658

Caillaud D., Couéffé D., Georgel R., Moussu J.P., Zsitko J.M., 2013. Les systèmes laitiers herbagers de l'Est de la France : une réussite paradoxale. Fourrages, 213, 3-9.

Cayre P., Michaud A., Theau J.P., Rigolot C., 2018. The coexistence of multiple worldviews in livestock farming drives agroecological transition. A case study in French PDO cheese mountain areas. Sustainability 10, 4, 1097. https://doi.org/10.3390/su10041097.

Celi P., 2010. The role of oxidative stress in small ruminants' health and production. Revista Brasileira de Zootecnia, 39, 348-363.

Chang J., Ciais P., Viovy N., Soussana JF., Klumpp K., Sultan B., 2017. Future productivity and phenology changes in European grasslands for different warming levels: implications for grassland management and carbon balance. Carbon Balance Management, 12, 1-11. https://doi.org/10.1186/s13021-017-0079-8.

Chatelet A., Fournier A., Jurjanz S., Lerch S., Toussaint H., Delannoy M., Feidt C., Rychen G., 2015. L'épandage de matières fertilisantes d'origine résiduaire sur les prairies comporte-t-il des risques en termes de transfert de polluants organiques et inorganiques vers la chaîne alimentaire ? INRA Prod. Anim., 28, 383-298.

Chen Y.D., Chappell N.A., 2009. Climate regulation of Southeast Asian hydrology. Critical states: environmental challenges to development in monsoon Southeast Asia. Gerakbudaya, Kuala Lumpur, 205-220.

Chilliard Y., Glasser F., Ferlay A., Bernard L., Rouel J., Doreau M., 2007. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goatmilk fat. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 109, 828-855.

Coleou J., 1960. Les références concernant le rationnement des animaux. Le bilan fourrager. Écon. Rurale, 43, 1, 33-54.

Collectif, 2006. Le Massif Vosgien : Typologie des prairies naturelles. Document INPL-INRA/Chambres d'agriculture 67, 68, 88/ PNR des Ballons des Vosges/ Institut de l'Élevage. Éditions Chambre d'Agriculture des Vosges. Brochure, 27p.

Coppa M., Ferlay A., Monsallier F., Verdier-Metz I., Pradel P., Didienne R., Montel M.C., Pomies D., Martin B., Farruggia, A., 2012. Le système de pâturage influence-t-il les caractéristiques nutritionnelles et sensorielles des fromages ? Fourrages, 209, 33-41.

Coquil X., Junior D.S., Lusson J.M., Miranda M., 2019. Les réseaux Rad et Rede Capa : la technique au service du projet politique d'un autre modèle agricole ? Natures Sci. Soc., 27, 53-62.

Couvreur S., Delaby L., Doligez E., Mahmoudi P., Marnay L., Michaud A., Navelet C., Paulin S., Plantureux S., Puthod R., 2018. Les prairies au service de l'élevage. Comprendre, gérer et valoriser les prairies. Édition : Educagri, Dijon, France, 328p.

Couvreur S., Petit T., Le Guen R., Ben Arfa N., Jacquerie V., Sigwalt A., Haimoud-Lekhald A., Chaib K., Defois J., Martel G., 2019. Déterminants techniques et sociologiques du maintien des prairies dans les élevages bovins laitiers de plaine. INRA Prod. Anim., 32, 399-416. https://doi.org/10.20870/productions-animales.2019.32.3.2940

Couturier C., Charru M., Doublet S., Pointereau P., 2016. Afterres 2050-Un Scénario Soutenable Pour l'agriculture et l'utilisation. Des Terres En France à l'horizon 2050. https://afterres2050.solagro.org/wp-content/uploads/2015/11/Afterres2050-Web.pdf

Cruz P., Theau J.P., Lecloux E., Jouany C., Duru M., 2010. Typologie fonctionnelle de graminées fourragères pérennes : une classification multitraits. Fourrages, 201, 11-17.

Darré J.P., Mathieu A., Lasseur J., 2004. Le Sens des pratiques : conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes. Éditions Quae, Versailles, France, 320p.

De Foucault B., 1992. Les apports de la phytosociologie au pastoralisme. Fourrages, 130, 211-221.

Delaby L., Fiorelli J.L., 2014. Élevages laitiers à bas intrants : entre traditions et innovations. In : Numéro spécial, Quelles innovations pour quels systèmes d'élevage ? Ingrand S., Dedieu B. (Eds). INRA Prod. Anim., 27, 123-134.

Delaby L., Duboc G., Cloet E., Martinot Y., 2014. Pâtur'Plan : Un outil dynamique pour favoriser la gestion anticipée des parcelles en système de pâturage tournant. Renc. Rech. Rum., 21, 387-390.

Delagarde R., Roca-Fernández A.I., Peyraud J.L., 2014. Prairies multispécifiques avec ou sans chicorée : densité du couvert mesurée à l'herbomètre et composition chimique. Fourrages, 218, 177-180.

Delagarde R., Caillat H., Fortin J., 2017. HerbValo, une méthode pour estimer dans chaque parcelle la quantité d'herbe valorisée par les ruminants au pâturage. Fourrages, 229, 55-61.

Dernat S., Rigolot C., Cayre P., Vollet D., Dumont B., 2020. Knowledge sharing in practice: a methodology for the identification of a common prospective in a PDO cheese production area. J. Agric. Educ. Ext., submitted November 22, 2019.

De Ponti T., Rijk B., Van Ittersum MK., 2012. The crop yield gap between organic and conventional agriculture. Agricult. Syst., 108, 1-9.

De Sainte Marie C., Ba S.N., Barbier M., Gaunand A., Avelange I., 2018. Des Prairies Fleuries. Réconcilier production et conservation de la biodiversité sur les surfaces herbagères. Rapport de recherche, INRA SAD. hal-01923595

Devienne S., Vertès F., Garambois N., Akkal-Corfini N., Durand P., Parnaudeau V., 2018. Supporting transition to low inputs production systems: economic and environmental assessment. Proc. 20th Nitrogen Workshop, Rennes, France, 466-467.

Diaz S., Marcelo C., Casanoves F., 1998. Plant functional traits and environmental filters at a regional scale. J. Veget. Sci., 9, 113-122.

Dieulot R., Meyer A., 2018. L'observatoire technico-économique des systèmes bovins laitiers. Évolutions sur 10 ans. Réseau CIVAM, 16p.

Dudonné D., Vitrac X., Coutiere P., Woillez M., Merillon J.M., 2009. Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. J. Agric. Food Chem., 57, 1768-1774.

Durand J.L., 2016. Adaptation des prairies semées au changement climatique : amélioration génétique et intensification écologique. Rapport Métaprogramme ACCAF CLIMAGIE, INRA. 41p. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01594783/

Durand D., Damon M., Gobert M., 2013. Oxidative stress in farm animals: general aspects. Cah. Nutr. Diet., 48, 218-224.

Durand J.L., Andrieu B., Barillot R., Barr, P., Combes D., Enjalbert J., Escobar-Gutierrez A., Faverjon J., Lescarpentier C., Litrico I., Louarn G., Migault V., Sanchez L., 2016. Designing and improving mixed grasslands: advances made in modelling forage variety performance. Fourrages, 225, 21-28.

Duru M., Cruz P., Theau J.P., Jouany C., Ansquer P., Al Haj Khaled R., Therond O., 2007. Typologies des prairies riches en espèces en vue d'évaluer leur valeur d'usage : bases agro-écologiques et exemple d'application. Fourrages, 192, 453-475.

Duru M., Cruz P., Al Haj Khaled R., Ducouturieux C., Theau J.P., 2008. Relevance of plant functional types based on leaf dry matter content for assessing digestibility of native grass species and species-rich grassland communities in spring. Agron. J., 100, 1622-1630.

Duru M., Cruz P., Theau J.P., 2010. A simplified method for characterising agronomic services provided by species-rich grasslands. Crop Pasture Sci., 61, 420-433.

Duru M., Hazard L., Magrini M.B., 2016. La santé comme cadre d'analyse pour penser conjointement les questions agricoles, environnementales et alimentaires. 4p. Toulouse, France.

Ebeling A., Klein A.M., Schumacher J., Weisser W.W., Tscharntke T., 2008. How does plant richness affect pollinator richness and temporal stability of flower visits? OIKOS 117, 1808-1815.

Emile J.C., Barre P., Delagarde R., Niderkorn V., Novak S., 2017. Les arbres, une ressource fourragère au pâturage pour des bovins laitiers ? Fourrages, 230, 155-160.

European Environment Agency (EEA), 2019. Indicator assessment: Global and European temperatures; https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/global-and-european-temperature-9/assessment. Accessed August 2019

Farruggia A., Martin B., Baumont R., Prache S., Doreau M., Hoste H., Durand D., 2008. Quels intérêts de la diversité floristique des prairies permanentes pour les ruminants et les produits animaux ? INRA Prod. Anim., 21, 2, 181-200.

Farruggia A., Lacour C., Zapata J., Piquet M., Baumont B., 2012. DIAM, un diagnostic innovant déclinant les équilibres, production, environnement et qualité des fromages au sein des systèmes fourragers des zones AOP du Massif Central. Renc. Rech. Ruminants, 19, 13-16.

Fisher B., Turner R.K., 2008. Ecosystem services: Classification for valuation. Biol. Conservation, 141, 1167-1169.

Fraisse D., Carnat A., Viala D., Pradel P., Besle J.M., Coulon J.B., Felgines C., Lamaison J.L, 2007. Polyphenolic composition of a permanent pasture: Variations related to the period of harvesting. J. Sci. Food Agric., 87, 2427-2435.

Frappat B., Lusson J.M., Beauchamp J.J., 2014. La prairie vue par les éleveurs, les conseillers et les futurs éleveurs en France : quelques pistes pour faciliter l'accès à des systèmes valorisant mieux la prairie. Fourrages, 218, 147-155.

Galliot J.N., Hulin S., Bonsacquet E., Carrere P., 2019. Apprécier les compromis entre services à travers la typologie multifonctionnelle des prairies du Massif central. Fourrages, 237, 67-74.

Galliot J.N., Hulin S., Le Hénaff P.M., Farruggia A., Seytre L., Perera S., Dupic G., Faure P., Carrère P., 2020. Typologie multifonctionnelle des prairies du Massif central. Edition Sidam-AEOLE, 284p. https://projets.cbnmc.fr/uploads/downloads/meadow/massif_central_typology/TMPMC_2020_BD_telechargement.pdf

Gauly M., Bollwein H., Breves G., Brugemann K., Danicke S., Das G., Demeler J., Hansen H., Isselstein J., Konig S., Loholter M., Martinsohn M., Meyer U., Potthoff H., Sanker C., Schroder B., Wrage N., Meibaum B., Von Samson-Himmelsjerna G., Stinshoff H., Wrenzycki C., 2013. Future consequences and challenges for dairy cow production systems arising from climate change in Central Europe – a review. Animal, 7, 5, 843-859. https://doi.org/10.1017/S1751731112002352

Gomas A.L., Laurent M., Rubin B., 2008. Alternatives au maïs ensilage : freins et perspectives dans les élevages bovins laitiers du sud des Deux-Sèvres. Fourrages, 196, 490-494.

Graulet B., Piquet M., Duriot B., Pradel P., Hulin S., Cornu A., Portelli J., Martin B., Farruggia A., 2012. Variations des teneurs en micronutriments de l'herbe de prairies de moyenne montagne et transfert au lait. Fourrages, 209, 59-68.

Grime J.P., 1977. Evidence for existence of 3 primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. American Naturalist, 111, 982, 1169-1194.

Grime J.P., Hodgson J.G., Hunt R., 1979. Comparative plant ecology: a functional approach to common British species. London: Unwin Hyman.

GIEC, 2018. Résumé à l'intention des décideurs, Réchauffement planétaire de 1,5 °C, Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux pré-industriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté. Masson-Delmotte V., Zhai P., Pörtner H.O., Roberts D., Skea J., Shukla P.R., Pirani A., Moufouma-Okia W., Péan C., Pidcock R., Connors S., Matthews J.B.R., Chen Y., Zhou X., Gomis M.I., Lonnoy E., Maycock T., Tignor M., Waterfield T. (Eds). Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, 32p.

Habib G., Khan NA., Sultan A., Ali M., 2016. Nutritive value of common tree leaves for livestock in the semi-arid and arid rangelands of Northern Pakistan. Livest. Sci., 184, 64-70. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.12.009

Herrero M., Wirsenius S., Henderson B., Rigolot C., Thornton P., Havlík P., De Boer I., Gerber P.J., 2015. Livestock and the environment: What have we learned in the past decade? Annu. Rev. Environ. Resour., 40, 177-202, https://doi.org/10.1146/annurev-environ-031113-093503

Hofer D., Suter M., Haughey E., Finn J.A., Hoekstra N.J., Buchmann N., Luscher A., 2016. Yield of temperate forage grassland species is either largely resistant or resilient to experimental summer drought. J. Appl. Ecol., 53, 4, 1023-34. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12694

Hopkins A., 1986. Botanical composition of permanent grassland in England and Wales in relation to soil, environment and management factors. Grass Forage Sci., 41, 237-246.

Hoste H., Gaillard L., Le Fibreux Y., 2005. Consequences of the regular distribution of sainfoin hay on gastrointestinal parasitisme with nematodes and milk production in dairy goats. Small Rum. Res., 59, 265-271

Huang D., Ou B., Prior R.L., 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. J. Agric. Food Chem., 53, 1841-1856.

Hubert F., Pierre P., 2003. Guide pour un diagnostic prairial. Une méthode pour faire le diagnostic de vos prairies. Chambres d'agriculture Pays de Loire, pp235.

Huguenin-Elie O., Delaby L., Le Clec'h S., Moreno G. M., Teixeira R.F.M., Schneider M.K., 2018. Optimising ecosystem services provided by grassland systems. Grass. Sci. Europe, 23, 520-534.

Hulin S., Farruggia A., Carrère P., 2012. Valorisation de la diversité des prairies au sein des systèmes fourragers : une approche appliquée pour les territoires AOP du Massif Central. Innov. Agron., 25, 71-84.

Hulin S., Galliot J.N., Carrere P., Le Henaff P.M., Bonsaquet E., 2019. Les prairies naturelles du Massif central : l'expression d'un terroir au service de produits de qualité. Fourrages, 239, 223-229.

INRA, 2018. INRA Feeding System for Ruminants, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, 643p.

Institut de l'Élevage, 2019. Résultats économiques des fermes laitières de l'ouest : des repères pour se situer 2018/2019. 12p.

Jeangros B., Schmid W., 1991. Production et valeur nutritive des prairies permanentes riches en espèces. Fourrages, 126, 131-136.

Jeangros B., Troxler J., Conod D., Scehovic J., Bosset J.O., 1997. Relations entre les caractéristiques de l'herbe et celles du fromage. Présentation et premiers résultats d'une étude pluridisciplinaire. Fourrages, 152, 437-443.

Jeannin B., Fleury P., Dorioz J.M., 1991. Typologie des prairies d'altitude des Alpes du Nord : méthode et réalisation. Fourrages, 128, 379-396.

Klimas E., Balezentiene L., 2008. Fertilization impact on natural and sown grassland floristic improvement. Zemes ukio Mokslai, 15, 2, 41-45.

Klimek S., Kemmermann A.R.G., Hofmann M., Isselstein J., 2007. Plant species richness and composition in managed grasslands: The relative importance of field management and environmental factors. Biol. Conservation, 134, 559-570.

Knapp A.K., Briggs J.M., Koelliker J.K., 2001. Frequency and extent of water limitation to primary production in a mesic temperate grassland. Ecosystems, 4, 19-28.

Koplan P., Bond C., Merson M., Reddy S., Rodríguez M., Sewankambo N., Wasserheit J., 2009. Towards a Common Definition of Global Health. The Lancet, 373, 1993-1995. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60332-9

Lacroix K., Gifford R., 2019. Reducing meat consumption: identifying group-specific inhibitors using latent profile analysis. Appetite, 138, 233-241. https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.04.002

Laisse S., Baumont R., Dusart L., Gaudré D., Rouillé B., Benoit M., Veysset P., Rémond D., Peyraud J.L., 2018. L'efficience nette de conversion des aliments par les animaux d'élevage : une nouvelle approche pour évaluer la contribution de l'élevage à l'alimentation humaine. In : Ressources alimentaires pour les animaux d'élevage. Baumont R. (Ed). Dossier, INRA Prod. Anim., 31, 269-288.

Lasseur R., Vannier C., Leverbre J., Longaretti P.-Y, Lavorel, S., 2018. Landscape-scale modeling of agricultural land use for the quantification of ecosystem services. J. Appl. Remote Sensing, 12, 4. https://doi.org/10.1117/1.JRS.12.046024

Launay F., Baumont R., Plantureux S., Farrie J.P., Michaud A., Pottier E., 2011. Prairies permanentes : des références pour valoriser leur diversité, Institut de l'Élevage, 128p.

Lavorel S., Grigulis K., Lamarque P., Colace M.P., Garden D., Girel J., Pellet G., Douzet R., 2011. Using plant functional traits to understand the landscape distribution of multiple ecosystem services. J. Ecol., 99, 135-147.

Lee J.M., Hemmingson N.R., Minnee E.M.K., Clarck C.E.F., 2015. Management strategies for chicory (Cichorium intybus) and plantain (Plantago lanceolata): impact on dry matter yield, nutritive characteristics and plant density. Crop Pasture Sci., 66, 2, 168-183. https://doi.org/10.1071/CP14181

Lemaire G., Carvalho P.C.D.F., Kronberg S., Recous S., 2019. Agroecosystem diversity: reconciling contemporary agriculture and environmental quality. Elsevier, Academic Press, 464 p.

Liagre F., 2007. Les haies rurales : rôles, création, entretien. France Agricole Éditions. 290p.

Likkesfeldt J., Svendsen O., 2007. Oxidants and antioxidants in diseases: oxidative stress in farms animals. Vet. J., 173, 502-511.

Lima M.A., Paciullo D.S.C., Morenz J.F., Gomide C.A.M., Rodrigues R.A.R., Chizzotti F.H.M., 2019. Productivity and nutritive value of Brachiaria decumbens and performance of dairy heifers in a long-term silvopastoral system. Grass Forage Sci., 74, 1, 160-170. https://doi.org/10.1111/gfs.12395

Litrico I., Barkaoui K., Barradas A., Barre P., Beguier V., Birouste M., Bristiel P., Crespo D., Deléglise C., Durand JL., Fernadez L., Gastal F., Ghesquiere M., Godinho B., Hernandez P., Julier B., Louarn G., Meisser M., Mosimann E., Picon-cochard C., Roumet C., Volaire F., 2016. Utiliser les mélanges fourragers pour s'adapter au changement climatique : opportunités et défis. Fourrages, 225, 11-20.

Lusson J.M., Coquil X., Frappat B., Falaise D., 2014. Itinéraires vers des systèmes herbagers : comprendre les transitions pour mieux les accompagner. Fourrages, 219, 213-220.

Maire V., 2009. Des traits des graminées au fonctionnement de l'écosystème prairial : une approche de modélisation mécaniste. PhD thèses, Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand, France.

Martin B., Graulet B., Uijttewaal A., Ferlay A., Coppa M., Rémond D., 2019. Contribution des produits laitiers aux apports nutritionnels selon la nature des fourrages distribués aux vaches laitières. Fourrages, 239, 193-202.

Martin G., Felten B., Duru M., 2011. Forage rummy: a game to support the participatory design of adapted livestock systems. Environ. Model. Software, 26, 1442-1453.

Mathieu A., 2004. Conceptions des agriculteurs et modèles agronomiques. Le pâturage des vaches laitières dans le Jura. Natures Sci. Soc., 12, 4, 387-399.

Mauchamp L., Gillet F., Mouly A., Badot PM., 2013. Les prairies : biodiversité et services écosystémiques. CNAOL-UFC. Presses universitaires de Franche-Comté, Pratiques et Techniques, 134p, <hal-00768735>.

Mee J.F., Boyle L.A., 2020. Assessing whether dairy cow welfare is "better" in pasture-based than in confinement-based management systems, N.Z. Vet. J., https://doi.org/10.1080/00480169.2020.1721034

Meilhac J., Durand J.L., Beguier V., Litrico I., 2019. Increasing the benefits of species diversity in multispecies temporary grasslands by increasing within-species diversity. Ann Bot., 123, 5, 891-900.

Michaud A., Havet A., Matthieu A., 2008. Reverting to grazing: farmer's conception. In: Proc. 22rd Gen. Meet. Eur. Grass. Fed., Uppsala: Sweeden: Biodiversity and animal feed.

Michaud A., Andueza D., Picard F., Plantureux S., Baumont R., 2011. The seasonal dynamics of biomass production and herbage quality of three grasslands with contrasting functional compositions. Grass Forage Sci., 67, 64-76. https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2011.00821.x

Michaud A., Carrère P., Farruggia A., Jeangros B., Orth D., Pauthenet Y., Plantureux S., 2013. Construire des typologies pour évaluer le potentiel des prairies à rendre des services agro-environnementaux. Fourrages, 213, 35-44.

Michaud A., Plantureux S., Pottier E., Baumont R., 2014. Links between functional composition, biomass production and forage quality in permanent grasslands over a broad gradient of conditions. J. Agricult. Sci., 153, 891-906. https://doi.org/10.1017/S0021859614000653

Millenium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-Being. Synthesis. In: A report of the Millenium Ecosystem Assesment, pp. 219. Island Press, Washington.

Miller J.K., Brzezinska-Slebodzinska E., Madsen F.C., 1993. Oxidative stress, antioxidants, and animal function. J. Dairy Sci., 76, 2812-2823.

Minh B.R., Barry T.N., Tattwood G.T., McNabb W.C., 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. Anim. Feed Sci. Technol., 106, 3-19.

Mosimann E., Deléglise C., Demenga M., Frund D., Sinaj S., Charles R., 2013. Recherche agronomique suisse 4 (11+12), 468-475.

Mottet A., Teillard F., Boettcher P., De'Besi G., Besbes B., 2018. Domestic herbivores and food security: current contribution, trends and challenges for a sustainable development. Animal, 12, 2, 188-198.

Mulligan F.J., Doherty M.L., 2008. Production diseases of the transition cow. Vet J., 176, 3-9.

Niki E., 2010. Assessment of antioxidant capacity in vitro and in vivo. Free Radical Biol. Med., 49, 503-515.

Nozière P., Graulet B., Lucas A., Martin B., Grolier P., Doreau M., 2006. Carotenoids for ruminants: From forages to dairy products. Anim. Feed Sci. Technol., 131, 418-450.

O'Donovan M., Delaby L., 2016. Grazed grass in the dairy cow diet – how this can be achieved better! In: 26. Gen. Meeting Eur. Grassland Fed., (EGF). Wageningen Academic Publishers.

Paillard S., Dorin B., Treyer S., 2010. Agrimonde. Scénarios et défis pour nourrir le monde en 2050. Éditions Quae, Versailles, France, 296p.

Pakeman R., Leps J., Kleyer M., Lavorel S., Garnier E., the VISTA consortium, 2009. Relative climatic, edaphic and management controls of plant functional trait signatures. J. Veget. Sci., 20, 148-159.

Peeters A., Beaufoy G., Canals R.M., De Vliegher A., Huyghe C., Isselstein J., Jones G., Kessler W., Kirilov A., Mosquera-Losada M.R., Nilsdotter-Linde N., Parente G., Peyraud J.L., Pickert J., Plantureux S., Porqueddu C., Rataj D., Stypinski P., Tonn B., Van Den Pol – Van Dasselaar A., Vintu V., Wilkins R., 2014. Grassland term definitions and classifications adapted to the diversity of European grassland-based systems. 25th Gen. Meet. Eur. Grassland Fed. Aberystwyth, Wales, 8-11 septembre 2014.

Petit S., Vansteelant J.Y., Plaige V., Fleury P., 2004. Les typologies de prairies : d'un outil agronomique à un objet de médiation entre agriculture et environnement. Fourrages, 179, 369-382.

Petit T., Martel G., Vertès F., Couvreur S., 2019. Long-term maintenance of grasslands on dairy farms is associated with redesign and hybridisation of practices, motivated by farmers' perceptions. Agricult. Sys., 173, 435-448.

Pickworth C.L., Loerch S.C., Kopec R.E., Schwartz S.J., Fluharty Y.F.L., 2012. Concentration of pro-vitamin A carotenoids in common beef cattle feedstuffs. J. Anim. Sci., 90, 1553-1561.

Picon-Cochard C., Bloor J., Zwicke M., Duru, M., 2013. Impacts du changement climatique sur les prairies permanentes. Fourrages, 214, 127-134.

Pierik M.E., Gusmeroli F., Della Marianna G., Tamburini A., Bocchi S., 2017. Meadows species composition, biodiversity and forage value in an Alpine district: relationships with environmental and dairy farm management variables. Agriculture, Ecosystems and Environment, 244, 14-21. https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.04.012

Plantureux S., Bonischot R., Guckert A., 1993. Classification, vegetation dynamics and forage production of permanent pastures in Lorraine. Eur. J. Agron., 2, 11-17.

Ponisio L.C., M'Gonigle L.K., Mace K.C., Palomino J., De Valpine P., Kremen C., 2014. Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. Proc. R. Soc., 282, 1799.

Pottier E., Delaby L., Agabriel J., 2007. Adaptations de la conduite des troupeaux bovins et ovins aux risques de sécheresse. Fourrages, 191, 267-284.

Pottier E., Roumiguie A., Jacquin A., Fougère M., 2017. Les nouvelles technologies au service de la prairie. In Journées AFPF : Le pâturage au cœur des systèmes d'élevage de demain. 21-22 mars 2017.

Poutaraud A., Michelot-Antalik A., Plantureux S., 2017. Grasslands: A Source of Secondary Metabolites for Livestock Health. J. Agric. Food Chem., 65, 6535-6553.

Reynaud A., Fraisse D., Cornu A., Farruggia A., Pujos-Guillot E., Besle J.M., Martin B., Lamaison J.L., Paquet D., Doreau M., Graulet B., 2010. Variation in content and composition of phenolic compounds in permanent pastures according to botanical variation. J. Agric. Food Chem., 58, 5485-5494.

Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson A., Chapin F.S.I., Lambin E.F., Lenton T.M., Scheffer M., Folke C., Schellnhuber H., 2009. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. Ecol. Soc., 14, 2, 1-32.

Roukos C.,Koutsoukis C., Akrida-Demertzi K., Karatassiou M., Demertzis G.P., Kandrelis S., 2017. The effect of altitudinal zone on soil properties, species composition and forage production in a subalpine grassland in northwest Greece. Appl. Ecol. Environ. Res., 15, 1, 609-626. https://doi.org/10.15666/aeer/1501_609626

Rubin B., Perrot C., Quenon J., 2017. Coûts de production et place du pâturage dans les systèmes fourragers bovins laitiers en France et chez nos compétiteurs. Fourrages, 230, 97-100.

Rychen G., Jurjanz S., Toussaint H., Feidt C., 2008. Dairy ruminant exposure to persistent organic pollutants and excretion to milk. Animal: an international J. Anim. Biosci., 2, 2, 312.

Ryschawy J., Dumont B., Therond O., Donnars C., Hendrickson J., Benoit M., Duru M., 2019. Review: An integrated graphical tool for analysing impacts and services provided by livestock farming. Animal, 13, 1760-1772.

Saatkamp H.W., Vissers L.S.M., Van Horne P.L.M., De Jong I.C., 2019. Transition from Conventional Broiler Meat to Meat from Production Concepts with Higher Animal Welfare: Experiences from The Netherlands. Animals, 9, 483, 2-11. https://doi.org/10.3390/ani9080483

Sanchez-Sabate R., Sabate J., 2019. Consumer attitudes toward environment concerns of meat consumption: a systematic review. Int. J. Environ. Res. Public Health, 16, 7, 1220. https://doi.org/10.3390/ijerph16071220

Simon J.C., Leconte D., Vertès F., Le Meur D., 1997. Maîtrise de la pérennité du trèfle blanc dans les associations. Fourrages, 152, 483-498.

Shalloo L., O'Donovan M., Leso L., Werner J., Ruelle E., Geoghegan A., Delaby L., O'Leary N., 2018. Review: Grass-based dairy systems, data and precision technologies. Animal, 12, 2, 262-271.

Soussana J.F., Teyssonneyre F., Picon-Cochard C., Casella E., Besle J.M., Lherm M., Loiseau P., 2002. Impacts des changements climatiques et atmosphériques sur la prairie et sa production. Fourrages, 169, 3-24.

Stassart P.M., Baret P., Grégoire JC., Hance T., Mormont M., Reheul D., Stimlant D., Vanloqueren G., Vissser M., 2012. L'agroécologie : Trajectoire et potentiel pour une transition vers des systèmes alimentaires durables. Agroéocol. Entre Prat. Sci. Soc., 25-51.

Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T.D., Caste V., De Haan C., 2006 Livestock's Long Shadow: Environ. Issues Options; Food Agricult. Organization: Rome, Italy, pp390.

Sulpice P., Manteaux J.P., Michaud A., Fauriat A., Ollivier A., Otz P., Longfellow H., 2019. Quels effets bénéfiques du pâturage sur la santé animale ? Première approche à partir de suivis d'élevages bovins laitiers par des vétérinaires conventionnés. Fourrages, 238, 133-138.

Theau J.P., Pauthenet Y., Cruz P., 2017. Une typologie des espèces non graminéennes pour mieux caractériser la diversité et la valeur d'usage des prairies permanentes. Fourrages, 232, 321-329.

Theau J.P., Malvoisin T., Faugeroux F., Pauthenet Y., 2018. Dialog'Alpes : Un outil pour valoriser la diversité des prairies permanentes dans les exploitations d'élevage bovin laitier. Fourrages, 234, 131-142.

Therond O., Tichit M., Tibi A., Accatino F., Biju-Duval L., Bockstaller C., Bohan D., Bonaudo T., Boval M., Cahuzac E., Casellas E., Chauvel B., Choler P., Constantin J., Cousin I., Daroussin J., David M., Delacote P., Derocles S., De Sousa L., Domingues J.P., Dross C., Duru M., Eugene M., Fontaine C., Garcia B, Geijzendorffer I.R., Girardin A., Graux A.I., Jouven M., Langlois B., Le Bas C., Le Bissonnais Y., Lelievre V., Lifran R., Maigne E., Martin G., Martin R., Martin-Laurent F., Martinet V., Mclaughlin O., Meillet A., Mignolet C., Mouchet M., Nozieres-Petit M.O., Ostermann O., Paracchini M.L., Pellerin S., Peyraud J.L., Petit Michaut S., Picaud C., Plantureux S., Pomeon T., Porcher E., Puech T., Puillet L., Rambonilaza T., Raynal H., Resmond R., Ripoche D., Ruget F., Rulleau B., Rush A., Salles, J.M., Sauvant D., Schott C., Tardieu L., 2017. Biens produits par l'écosystème. In: EFESE, services écosystémiques rendus par les écosystèmes agricoles, 693-894, https://prodinra.inra.fr/record/421319.

Tichit M., Dumont B., 2016. L'agroécologie : origines, bases scientifiques et déclinaisons en élevage. In L'agroécologie. Du nouveau pour le pastoralisme. Éditions INRA, AgroPArisTech, pp106.

Tornambé G., Ferlay A., Farruggia A., Chilliard Y., Loiseau P., Pradel P., Graulet B., Chauveau-Duriot B., Martin B., 2010. Influence of the botanical diversity and development stage of mountain pastures on milk fatty acid composition, carotenoids, fat-soluble vitamins and sensory properties. In: Proc. 23rd General Meet. Eur. Grassland Fed., 589-591. Kiel, Germany: Grassland in a changing world.

Tuba Z., Kaligaric M., 2008. Grassland ecology in changing climate and land use. Community Ecol., 9, 3-12.

Tuomisto H.L., Hodge I.D., Riordan P., Macdonald D.W., 2012. Does organic farming reduce environmental impacts?–A meta-analysis of European research. J. Environ. Management, 112, 309-320.

Valnet J., 1972. Phytothérapie : traitement des maladies par les plantes. Editions Vigot, 639p.

Vandermeulen S., Ramirez-Restrepo C.A., Beckers Y., Claessens H., Bindelle J., 2018. Agroforestry for ruminants: a review of trees and shrubs as fodder in silvopastoral temperate and tropical production systems. Animal Production Science, 58, 5, 767-777. https://doi.org/10.1071/AN16434

Volaire F., Norton MR., Lelievre F., 2009. Summer drought survival strategies and sustainability of perennial temperate forage grasses in mediterranean areas, Crop Science, 49, 2386-2392.

Volaire F., Ahmed L.Q., Barre P., Bourgoin T., Durand J.L., Gutiérrez A.E., Fakiri M., Ghesquière M., Julier B., Kallida R., Louarn G., Morvan-Bertrand A., Picon-Cochard C., Prud'homme P., Shaimi N., Zaka S., Zouhri L., Zwicke M., 2016. Quelle est la variabilité intra-et interspécifique des caractères d'adaptation des espèces prairiales pérennes aux variables du changement climatique ? Fourrages, 225, 1-9.

Volaire F., Lens F., Cochard H., Xu H., Chacon-Doria L., Bristiel P., Balashowski J., Nick R., Violle C., Picon-Cochard C., 2018. Embolism and mechanical resistances play a key role in dehydration tolerance of a perennial grass Dactylis glomerata L. Ann. Botany, 122, 325-336.

Wang F.Y., Basso F., 2019. « Animals are friends, not food » : antropomorphism leads to less favorable attitudes toward meat consumption by inducing feelings of anticipatory guilt. Appetite 138, 153-173. https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.03.019

Zeiler E., Sauter-Louis C., Ruddat I., Martin R., Mansfeld R., Knubben-Schweizer G., Zerbe H., 2010. Influence of vitamin E and selenium on udder health – a meta-analysis. Reprod. Domestic Anim., 61, 60-61.

Zwicke M., Alessio GA., Thiery L., Falcimagne R., Baumont R., Rossignol, N., Soussana J.F., Picon-Cochard C., 2013. Lasting effects of climate disturbance on perennial grassland above- ground biomass production under two cutting frequencies. Global Change Biol., 19, 3435-3448.

Zwicke M., Picon-Cochard C., Morvan-Bertrand A., Prud'homme M. P.,Volaire F., 2015. What functional strategies drive drought survival and recovery of perennial species from upland grassland? Ann. Botany, 116, 1001-1015.

Résumé

Face aux crises que subit l'élevage et aux questionnements forts de la société vis-à-vis de celui-ci, les prairies permanentes et temporaires pourraient contribuer à fournir une réponse positive et reconnue pour l'élevage de ruminants (bovin, ovins et caprins). L'objet de cet article est de proposer un état des lieux des nouvelles connaissances et des innovations en termes d'outils de gestion des prairies en zone tempérée, au regard de l'évolution des enjeux associées à l'élevage. Les connaissances sur le fonctionnement des prairies et leur gestion ont fortement progressé ces dernières années et ont été particulièrement approfondies pour les prairies permanentes, surfaces prairiales plus complexes à gérer. Leurs intérêts environnementaux sont multiples et confèrent aux prairies de réels atouts. À ces éléments s'ajoutent de forts avantages au regard de la santé des animaux et de la qualité nutritionnelle et organoleptique des produits animaux ayant un impact sur la santé humaine, mais aussi des perspectives intéressantes pour la résilience des systèmes de production face aux aléas climatiques et économiques. Au-delà de leur intérêt économique, ces éléments écosystémiques devraient permettre aux prairies de conforter leur place dans des élevages ruminants durables de demain et acceptables par la société.

Abstract

Grasslands, a source of richness and support for innovation for more sustainable and acceptable ruminant livestock farming

Faced with the crisis that livestock farming is undergoing and the strong questioning of society with regards to it, permanent and temporary grasslands could help to provide a positive and recognized response for ruminant farming (cattle, sheep and goats). The purpose of this article is to propose an inventory of innovations in terms of knowledge and tools for grassland management in temperate areas, in view of the evolution of the issues associated with livestock farming. Knowledge on the functioning of grasslands and their management has progressed significantly in recent years and has been particularly important for permanent grasslands, which are more complex to manage. There are many environmental

interests for grasslands, which give them real interests. In addition to these elements, there are strong assets in terms of animal health and the nutritional and organoleptic quality of animal products, which have an impact on human health, and of interesting prospects for the resilience of production systems in the face of climatic and economic hazards. Beyond their economic interest, these ecosystem elements should enable grasslands to consolidate their place in tomorrow's sustainable and acceptable-for society ruminant production.

MICHAUD A., PLANTUREUX S., BAUMONT R., DELABY L., 2020. Les prairies, un richesse et un support d'innovation pour des élevages de ruminants plus durables et acceptables. INRAE Prod. Anim., 33, pages 153-172.
https://doi.org/10.20870/productions-animales.2020.33.3.4543

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY 4.0).
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr
La citation comme l'utilisation de tout ou partie du contenu de cet article doit obligatoirement mentionner les auteurs, l'année de publication, le titre, le nom de la revue, le volume, les pages et le DOI en respectant les informations figurant ci-dessus.