



La revue francophone sur les fourrages et les prairies

The French Journal on Grasslands and Forages

Cet article de la revue **Fourrages**,
est édité par l'Association Francophone pour les Prairies et les
Fourrages

Pour toute recherche dans la base de données
et pour vous abonner :

www.afpf-asso.fr



AFPF - Maison Nationale des Eleveurs - 149 rue de Bercy - 75595 Paris Cedex 12
Tel. : +33.(0)7.69.81.16.62 - Mail : contact@afpf-asso.fr

Association Francophone pour les Prairies et les Fourrages

Longévité / Pérennité / Durabilité des prairies ?

La pérennité des prairies – du concept à son opérabilité pour l'éleveur.

P. Carrère¹, F. Gastal², P. Pierre³, F. Vertès⁴

Avec les incertitudes liées au changement climatique, la pérennité des prairies devient une préoccupation importante des éleveurs. Baisse de production, envahissement par des espèces indésirables, perte de qualité sont souvent des constats avancés par les éleveurs : « Mes prairies ne tiennent pas ». Mais qu'entend-t-on par pérennité des prairies ? Quelques éléments de réflexion sont fournis dans cet article.

RESUME

Les prairies, semées ou permanentes, pâturées ou fauchées, sont la base de systèmes de production d'herbivores visant économie et autonomie. Avec les incertitudes liées au changement climatique, au contexte socio-économique, mais également en regard des attentes de la société en termes de services écosystémiques, la pérennité des prairies devient une préoccupation importante des éleveurs et des gestionnaires des territoires. Pourtant la notion même de pérennité des prairies n'est pas explicite et nécessite d'être précisée. Recherche-t-on le fait que des couverts temporaires permettent d'assurer une production quantitative et qualitative de biomasse, ou le fait qu'un couvert prairial puisse répondre sur le long terme aux objectifs de l'éleveur ? Cet article présente quelques éléments de réflexion pour mieux cerner les objectifs et attentes des différents acteurs, les composantes biologiques de la pérennité des prairies à différentes échelles (plantes, peuplements végétaux, exploitation), afin de mieux comprendre les clés d'amélioration de cette pérennité. Ce panorama est une introduction au thème "Valoriser, Entretien et Assurer la Pérennité des Prairies" que les communications qui vont être présentées au cours de ces journées AFPP 2022 permettront de développer, illustrer et approfondir.

SUMMARY

Longevity / Sustainability / Durability of grasslands ?

The sustainability of grasslands - from the concept to its operability for the farmer.

Grasslands, whether sown or permanent, grazed or mowed, are the basis of herbivore production systems aiming at economy and autonomy. With the uncertainties linked to climate change, to the socio-economic context, but also with regard to society's expectations in terms of ecosystem services, the sustainability of grasslands is becoming an important concern for farmers and land managers. However, the very notion of sustainability of grasslands is not explicit and needs to be clarified. Are we looking for the fact that temporary cover allows for quantitative and qualitative biomass production, or for the fact that a grassland cover can meet the farmer's objectives in the long term? This article presents some elements of reflection to better understand the objectives and expectations of the different actors, the biological components of grassland sustainability at different scales (plants, plant communities, farms), in order to better understand the keys to improving this sustainability. This panorama is an introduction to the theme "Valuing, Maintaining and Ensuring the Sustainability of Grasslands" that the papers that will be presented during these AFPP 2022 days will allow to develop, illustrate and deepen.

Dans un contexte de changement climatique et de transition agro-écologique, l'enjeu de la durabilité des prairies réside dans leur capacité à maintenir sur le long terme et de

façon régulière les fonctions que l'éleveur leur assigne dans son système fourrager, mais également celles attendues par la société en matière d'environnement. Dans le cas des prairies temporaires (<= 5 ans, PT) et

AUTEURS

1 : Université Clermont Auvergne, INRAE, VetAgro Sup, UMR Ecosystème prairial, F-63000, Clermont-Ferrand, France

2 : INRAE, UE FERLUS, F-86600, Lusignan, France

3 : IDELE, F-49105 Angers, France

4 : INRAE, Institut Agro, UMR Sols Agrohydrosystèmes Spatialisation, F-29000 Quimper, France

MOTS-CLES : Pérennité des prairies, enjeux, vieillissement des prairies, pratiques

KEY-WORDS: Grassland sustainability, issues, aging grasslands, practices

REFERENCE DE L'ARTICLE : Carrère P., Gastal F., Pierre P., Vertès F., (2022). « Longévité / Pérennité / Durabilité des prairies ? La pérennité des prairies – du concept à son opérabilité pour l'éleveur ». Fourrages 250, 3-12

prairies en rotation longues (> 5 ans, PRL, dans le référentiel Registre Parcelle Graphique (RPG)), leurs performances de production ou l'équilibre dans la composition des espèces - en particulier la proportion de légumineuses - a fréquemment tendance à diminuer avec leur âge. Ce phénomène, déjà décrit par Voisin (1960), a été observé encore récemment sur des réseaux régionaux de prairies (Lemoine *et al.*, 2021 ; Dieulot *et al.*, 2020 ; Vertès *et al.*, cet opus) ou dans les statistiques agricoles (Agreste, 2010 ; Graux *et al.*, 2020). Dans le cas des prairies permanentes semi-naturelles (PP), cela se traduit plutôt en termes d'évolution de leur composition floristique ou de leur capacité à maintenir un niveau de production de fourrage satisfaisant aux besoins du troupeaux dans un environnement climatique de plus en plus aléatoire (Tallec *et al.*, 2012 ; Moreau *et al.*, 2020). Bien que ce service d'approvisionnement en fourrages reste prioritaire pour bon nombre de gestionnaires (Barré *et al.*, 2020 ; Henessy *et al.*, 2020), les autres services écosystémiques prennent une place de plus en plus importante aussi bien pour l'élevage que pour l'ensemble de la société. Tous ces services reposent en premier lieu sur le bon fonctionnement de la prairie. En cela il s'agit d'identifier et de comprendre les interactions qui se jouent entre les éléments biologiques et les facteurs de l'environnement (pédoclimat, pratiques agricoles). Cela nécessite de se positionner dans une trajectoire temporelle et une dynamique des systèmes prairiaux, de la prairie temporaire à la prairie permanente semi-naturelle, c'est-à-dire comprendre les mécanismes qui assurent les fonctions pour lesquelles la prairie a été installée (PT) ou qui permettent de maintenir sa multifonctionnalité. Répondre à la question de la pérennité des couverts prairiaux nécessite donc de prendre en compte des éléments relatifs i) à la biologie de ses éléments constitutifs, c'est-à-dire caractériser les processus pilotant l'évolution (la dynamique) de la végétation, mais également ii) à l'organisation (composition, structure) du système prairial : individu, population, peuplement/communauté, parcelle, exploitation, paysage, petit territoire. L'enjeu étant d'établir les éléments d'un diagnostic d'état de la végétation d'une prairie à un instant donné pour en accompagner la trajectoire en regard d'un objectif (plus ou moins multifonctionnel) fixé par l'éleveur ou le gestionnaire de ces espaces. Dans le cas de prairies temporaires il s'agira de maintenir le plus longtemps possible la ou les espèces semées et l'équilibre du mélange implanté avec à la clé le maintien d'un potentiel de production en adéquation avec les conditions du milieu et la fonction d'alimentation du troupeau attendue (Lemasson, 2008). L'objectif sera similaire pour des prairies permanentes gérées de façon intensive à orientation de production de fourrage. Par contre, pour les prairies permanentes semi naturelles dont la gestion est plus extensive, il s'agira de maintenir l'ensemble des services écosystémiques

rendus, pour le co-bénéfice de la biodiversité et de la société (Carrère *et al.*, cet opus).

Les prairies temporaires peuvent bien vieillir et ce faisant on accroît leur multifonctionnalité (Dieulot *et al.*, 2020 ; Vertès *et al.*, cet opus) et leur capacité de résilience (résistance, récupération), bien que cela puisse quelquefois se faire aux dépens de leur productivité. Raisonner le vieillissement des prairies passe donc nécessairement par un changement d'objectif en inscrivant le temps long dans l'évaluation des performances du système. Il peut être fait l'hypothèse que si une prairie âgée produira moins en quantité de biomasse, sa souplesse d'exploitation ou sa qualité pourra être améliorée du fait de la complexification de sa composition botanique. En effet, les prairies âgées sont plus riches en biodiversité que les prairies jeunes et cela a un impact sur le fonctionnement et les services rendus (Vertès *et al.*, 2016 ; Dieulot *et al.*, 2020). Cela est lié principalement à un accroissement de la complexité du réseau trophique et des interactions entre les éléments biologiques qui les composent. En diversifiant les constituants biologiques, on accroît l'efficacité d'utilisation des ressources et de leur gestion (synchronisation de l'offre et de la demande en nutriments), on réduit la vulnérabilité de l'écosystème prairial et on assure une dynamique liée au remplacement progressif des espèces à mesure que les conditions environnementales évoluent. En ce sens cette notion de pérennité ne signifie nullement rester figé. Ce point constituera la première partie de ce texte, car cela interroge sur l'importance de se positionner dans une trajectoire, en particulier dans un environnement hautement variable et aléatoire. Nous nous questionnerons également sur les composantes de cette pérennité et identifierons les facteurs les plus à même de l'impacter.

1. Durer dans un monde qui change

La pérennité caractérise un état ou un caractère qui dure (temps long), et désigne une notion de « continuité » voire de « perpétuité » (qui n'a pas de fin). Le verbe persister, fait référence à une notion de stabilité, au fait de ne pas changer, il est en ce sens assez proche du sens de maintenir, qui signifie conserver dans le même état, laisser durer. Cette dernière acception nous rapproche de la notion de « laisser vieillir » que l'on trouve dans de nombreux discours de gestionnaires ou d'éleveurs (Vertès *et al.*, 2020 ; Dieulot *et al.*, 2020 (fiche 3)), avec derrière l'idée de laisser durer et « se naturaliser » le couvert en place, dans l'attente d'en retirer un certain nombre de bénéfices (Carrère *et al.*, cet opus). Cette évolution du discours nous amène à considérer que l'une des composantes de la pérennité d'un peuplement réside dans la longévité, c'est-à-dire la capacité à bien vieillir ou à durer, des individus et des populations qui le constituent.

Sur la base des réflexions conduites par un groupe de travail INRA réuni en 1985, on propose de réserver le terme longévité lorsque l'on s'intéresse à l'échelle individuelle et que l'on exprime sa durée de vie ; et d'utiliser le terme pérennité lorsque l'on se réfère à l'échelle du peuplement végétal, afin de caractériser sa persistance à remplir un certain nombre de fonctions attendues. En ce sens, dans une approche agronomique, on acceptera qu'une prairie plurispécifique soit considérée comme pérenne tant que ses caractéristiques, en particulier en termes de capacité de production, ne sont pas modifiées significativement, c'est-à-dire de façon mesurable. Ce caractère de pérennité est dans ce cas assuré essentiellement par la capacité des espèces - de fait caractérisées de pérennes par opposition aux espèces dites annuelles - à renouveler leurs organes par une émission quasi-continue de nouvelles structures (aériennes ou racinaires) permettant l'acquisition des ressources, ou assurant le passage d'une génération à l'autre par multiplication végétative (méristèmes axillaires, propagules). Cela n'empêche pas également ces espèces pérennes de pouvoir développer des stratégies de multiplication par des phases reproductrices (semences des Poacées, graines), assurant ainsi un certain brassage génétique. Réciproquement, dans certains contextes secs et chauds (e.g. climats de type méditerranéens) la pérennité des écosystèmes prairiaux (plus pelousaires) est en partie assurée par des espèces annuelles dont le cycle « germination-croissance-fructification » se réalise sur les quelques mois favorables à la croissance et est suivi d'une phase de latence des semences dans le sol durant les mois défavorables (trop secs, trop chauds).

Dans une approche plus écologique, cette notion de pérennité sera davantage associée à une stabilité fonctionnelle de l'écosystème, ce dernier ne changeant pas dans ses finalités mais pouvant évoluer dans la structuration de ses composantes. A titre d'exemple, dans des prairies semi-naturelles la composition floristique (en termes d'abondance relative des espèces présentes) est en constante évolution sous l'impact des facteurs de l'environnement, mais cette dynamique interne constitue un mécanisme régulateur de la stabilité du système prairial et de sa capacité à durer sur le long terme. **Être pérenne ne signifie donc pas être figé.** Enfin, sur le plan administratif, on parlera de la durée de maintien en distinguant les prairies temporaires (5 ans et moins) des « prairies permanentes » (6 ans et plus).

Il semble ainsi assez clair que la durée de vie des prairies est liée à des facteurs biologiques et écologiques, les « interactions génétique x milieu x pratiques », mais également à des raisons liées aux systèmes de culture eux-mêmes (logique de rotation), ou à des raisons « réglementaires » (en particulier le maintien d'un ratio régional des surfaces en prairies permanentes dans le cadre de la Politique Agricole Commune). Ce cadre réglementaire est d'ailleurs

souvent perçu par les éleveurs comme un couperet fixant la durée de vie administrative des couverts prairiaux sans se soucier des services que rend le couvert au sein du système (« Je casse une belle prairie »).

2. L'enjeu du « bien vieillir » appliqué aux couverts prairiaux.

Une problématique centrale liée à la pérennisation des couverts prairiaux - que ce soit de laisser vieillir une prairie temporaire, ou de ne pas retourner une prairie permanente - est d'identifier clairement les attentes et les objectifs de l'éleveur (Jost *et al.*, *Fourrages à paraître*). Cela questionne directement la **perception** que l'éleveur a de ses prairies et de leurs places dans son système : i) Qu'est-ce que je gagne / recherche en laissant vieillir ma prairie ? ii) Comment je peux valoriser ces prairies vieillissantes avec leurs nouveaux atouts dans un contexte aléatoire nécessitant de sécuriser la ressource ? iii) Comment intégrer des prairies de longue durée dans un assolement (rotations plus ou moins obligatoires liées à la diversification) ? iv) Comment articuler efficacité, pérennité et multifonctionnalité ?

Beaucoup de ces questions se traduisent concrètement en regard des fonctions permises et rendues par les prairies dans le système (Dieulot *et al.*, 2020) : produire un fourrage de qualité, disposer d'un fourrage riche en protéines, avoir une bonne diversité des espèces avec des plantes à tanins (« prairie pharmacie »), ou permettre d'accueillir les animaux précocement ou par tout type de temps (voir tableau 1).

C'est en effet sur la base de la réalisation ou non de ces attentes que se prendront les décisions de gestion, et en particulier la décision du maintien ou du retournement. Cette décision du maintien ou du retournement doit nécessairement s'appuyer sur une démarche de diagnostic. Elle renvoie également à la capacité qu'aura l'éleveur à pérenniser un couvert prairial en lui assignant éventuellement une autre fonction au sein du système. Une enquête réalisée auprès de 28 éleveurs des réseaux Civam de l'Ouest de la France (Vertès *et al.*, 2016 et 2020) a montré que la notion de « bon état » d'une prairie recouvrait à la fois un bon rendement (6 à 8 TMS valorisés /ha/an, soit 75-80 % de la production de jeunes prairies) ; un bon équilibre entre graminées et légumineuses (au moins 30 % de légumineuses) ; une parcelle pâturable durant une longue période de l'année, c'est-à-dire assurant une biomasse de qualité disponible sur un sol portant. Il est important de noter que l'âge est considéré comme un facteur améliorant la portance et la capacité de la prairie à intégrer des fluctuations de gestion, la raison évoquée dans les deux cas étant une plus forte densité racinaire dans les vieilles prairies.

Orientation dominante	Objectifs	Contributions attendues
Spécialisée stocks (ou mixte)	Qualité : fauche(s) précoce(s) (+ pâturage après fauche)	Alimentation hivernale d'animaux à forts besoins (+ agrandir le circuit de pâturage)
	Quantité : fauche(s) plus tardive(s) (+ déprimage et pâturage regain)	Apports de fourrages à encombrement élevé (+ agrandir le circuit de pâturage)
Pâturage	Quantité et qualité	Alimentation d'animaux à forts besoins, surtout au printemps + apports en été et automne
	Durée du pâturage	Alimentation d'animaux pouvant s'adapter aux fluctuations de l'herbe disponible
	Pâturage de printemps, priorité qualité	Apports d'herbe à haute valeur alimentaire, en complément d'autres apports
	Pâturage estival de stocks sur pied	Apports d'herbe en période de sécheresse en complément d'affouragement
	Finition à l'herbe	Apports d'herbe de très bonne valeur alimentaire
	Pâturage hivernal	Complément d'alimentation hivernale

TABLEAU 1 : Identification des fonctions permises et attendues des prairies (Dieulot et al., 2020 Fiche 3 : les fonctions de la prairie dans le système fourrager ; d'après Launay et al., 2011)

Table 1: Identification of the permitted and expected functions of grasslands (Dieulot et al., 2020 Sheet 3: Functions of grasslands in the forage system; after Launay et al., 2011)

De plus, à chacune de ces fonctions les éleveurs enquêtés associent plus ou moins directement une flore et une physionomie de végétation qui assure la contribution attendue dans le système fourrager : production, qualité, saisonnalité, souplesse d'utilisation, pérennité etc... Parmi les exemples fréquemment cités on retrouve pour une prairie pâturée, la recherche d'espèces appétentes (mélanges de ray-grass anglais, trèfle blanc, trèfle violet) et pour une prairie de fauche, la présence de plantes qui séchent bien (fétuque élevée) ou riches en protéines (luzerne, trèfles). Il s'agit principalement d'assurer un équilibre entre les Poacées (qui apportent l'énergie) et les Fabacées (qui apportent l'azote), voire certaines espèces diverses (apports en composés secondaires et minéraux). Aussems (2009) souligne que pour une prairie graminée – trèfle blanc, où la légumineuse assure la nutrition azotée en alternative aux apports de fertilisants azotés, le terme pérennité signifie d'une part maintenir une productivité correspondant aux besoins du troupeau et d'autre part maintenir une qualité nutritive satisfaisante. Il s'agit donc ici de maintenir les fonctionnalités de la prairie pour assurer la fonction d'affouragement qu'on lui destine (service d'approvisionnement, Carrère et al., cet opus). Il est également mentionné qu'il est nécessaire d'associer de nombreuses fonctions fourragères pour assurer l'alimentation du troupeau ; qu'une prairie peut changer de fonction dans le temps, et qu'il est nécessaire de réfléchir à la nouvelle fonction qu'elle peut remplir dans le système avant de prendre la décision de la « casser ».

Sur la base de ces éléments, la question qui se pose est celle de la capacité i) de maintenir sur le long terme un bon état de fonctionnement de la prairie, en prenant en compte les facteurs externes susceptible de le perturber (aléas) et ii) de modifier les performances attendues par les éleveurs et la société quant aux services fournis (au sens large). Il s'agit donc non

seulement d'identifier les mécanismes sous-jacents au maintien du bon état fonctionnel du système (facteurs endogènes), mais également d'évaluer l'impact des facteurs exogènes (climat, pathogènes, parasites, gestion), et ce de l'échelle fine (population à l'échelle large (supra parcellaire). Dans cette optique, la pérennité du système réside dans sa capacité d'évoluer pour s'acclimater et s'adapter à de nouvelles conditions environnementales (y compris la gestion), et perpétuer son fonctionnement. Cela nécessite donc nécessairement une approche dynamique, qui intègre la caractérisation de la capacité du système à résister et/ou récupérer des perturbations qu'il subit, c'est-à-dire d'interroger ses capacités de résilience. Dans le contexte actuel il s'agit en particulier de considérer les perturbations liées i) au changement climatique (fréquence et intensité des aléas, vulnérabilité du système avec des effets de seuils) ; ii) aux pratiques de gestion ; iii) aux effets biotiques des ravageurs et pathogènes (rats taupiers, taupins, problèmes sanitaires) ; iv) aux impacts des politiques agricoles. Enfin il s'agit de considérer ces perturbations pour leurs effets propres, mais également pour les synergies ou possibles effets en cascade, une perturbation pouvant fragiliser le système et le rendre plus vulnérable à la perturbation suivante.

3. Identifier les composantes de la pérennité

La pérennité d'un peuplement est assurée par la longévité des individus qui le constituent, inscrite *pro parte* dans le génotype, et par la longévité des populations *via* la reproduction sexuée ou souvent clonale chez les espèces prairiales. Mais cette notion doit aussi être raisonnée au sens de la longévité génotypique, en prenant en compte une évolution progressive de la distribution des allèles à l'échelle de la population, tant

par la sélection naturelle que par la dérive génétique¹. Chez de nombreuses espèces prairiales, s'y ajoute la dimension de diversité intra-spécifique (Litrice et Violle, 2015). Une prairie pérenne sera constituée d'un ensemble de plantes appartenant à différentes classes d'âge physiologique (Bruinenberg *et al.*, 2002), de différentes populations, et bien entendu différentes espèces. Cela assurera une plus grande diversité de traits fonctionnels, à même de maintenir la stabilité du fonctionnement du couvert végétal dans son ensemble et donc la stabilité du service d'approvisionnement rendu. En ce sens, c'est la dynamique de ces composantes qui assure les propriétés de pérennité, équilibre, pouvoir tampon, continuité, du système, en fonction des caractéristiques pédoclimatiques et modes d'exploitation.

L'interaction "génotype - milieu - pratiques d'exploitation" détermine la variabilité des conditions de croissance, la réponse des plantes à ces conditions et *in fine* la pérennité du couvert. On cherchera à caractériser les processus d'évolution de la végétation, et à proposer les éléments d'un diagnostic d'état de la végétation d'une prairie.

3.1. Le génotype, l'espèce, la communauté

Caractériser et comparer la longévité des populations, natives, améliorées voire des variétés, sur la base de la capacité à maintenir leurs performances, n'est pas sans poser des questions méthodologiques, dont la plus simple est celle du choix même des indicateurs et des métriques. Sur le plan biologique, il existe de grandes différences d'exigences entre espèces, certaines ayant un bon comportement dans des conditions variées (espèces généralistes ou ubiquistes), d'autres ayant des exigences précises (espèces spécialistes) entraînant une mauvaise pérennité dans un milieu inadéquat. A titre d'exemple, les plantes adaptées à des conditions difficiles comme *Briza media*, dont le système racinaire est très développé en pâturage de montagne, présentent un programme génétique qui correspond à un ratio biomasse aérienne/racinaire plus faible, tout en assurant une productivité globale satisfaisante. Dans des sols de meilleure fertilité, cela se vérifie également pour la flouve odorante (*Anthoxantum odoratum*) et le fromental (*Arrhenatherum elatius*). De même certaines espèces semées comme le raygrass d'Italie ou le trèfle violet sont peu pérennes et ceci assez indépendamment du milieu de culture (<https://www.semec-pedagogie.org/sujet/plantes-prairiales-choix-especes-fourrageres/>). De plus, la diversité des milieux concernés s'oppose à des classements uniques et monotones. Le tableau 2 illustre l'expertise rassemblée en 1985, comparant les durées moyennes des prairies de différentes espèces entre 3 sites de sélection variétale Bourg-Lastic (63), Lusignan (86) et le Pin au Haras (50). On voit par exemple que le

	BOURG-LASTIC (63)	LUSIGNAN (86)	LE PIN-AU-HARAS (50)
Durée de vie courte	RGI Westerwald (<= 1 an) RGI non alternatif	RGI Westerwald RGI non alternatif	RGI Westerwald RGI non alternatif
Durée de vie intermédiaire	Bromes Ray-grass hybride Fétuque des prés (3 ans) Ray-grass anglais (3-4 ans)	RG hybride Fétuque des prés Bromes-Fléole Ray-grass anglais (3-4 ans)	RG hybride Fétuque des prés Fléole Dactyle (bonne pérennité en sol sain, médiocre en fond de vallée)
Durée de vie longue	Fétuque élevée Fléole (10 ans) Dactyle (10-15 ans) (différences selon variétés)	Dactyle Fétuque élevée (10-15 ans)	Fétuque élevée (5-7 ans) Vulpin, Fétuque rouge, Pâturin sp. Ray-grass anglais (10-25 ans)

TABLEAU 2 : Durée moyenne des prairies monospécifiques pour quelques graminées fourragères dans 3 sites au climat contrasté (Informations d'un groupe d'experts INRA, 1985).
Table 2: Average duration of monospecific grasslands for some forage grasses in 3 sites with contrasting climates (Information from an INRA expert group, 1985).

ray-grass anglais est l'une des espèces les plus pérennes en Normandie tandis que sa sensibilité au gel (Bourg-Lastic) et à la sécheresse estivale (Lusignan) en font une espèce moins adaptée à ces conditions.

Dans cette perspective il serait souhaitable de pouvoir établir pour les principales espèces sélectionnées une "fiche d'identité agronomique" rendant compte du comportement sur plusieurs années et en plusieurs lieux, en conditions d'exploitation.

Dans le cas des prairies en mélange multi-espèces comme dans celui des prairies semi-naturelles, la question de la stabilité de la composition du mélange ou de la diversité spécifique de la communauté se pose. Par le jeu des complémentarités de niches ou de fonctions : stratégies de croissance, modalité d'occupation de l'espace, temporalité et saisonnalités de croissance, la diversité intra-spécifique (Litrice et Violle, 2015) et la diversité interspécifique sont une source de stabilité du fonctionnement de la communauté (Hector *et al.*, 2010 ;

¹ Évolution au sein d'une population, ou d'une espèce, de la fréquence des allèles, causée par des phénomènes aléatoires et

impossibles à prévoir (donc indépendamment des mutations, de la sélection naturelle et des migrations).

de Mazancourt *et al.*, 2013 ; Loreau et de Mazancourt, 2013). Un exemple simple et classique est celui des associations graminées / légumineuses dont l'équilibre dynamique entre ray-grass et trèfle blanc a été analysé par Schwinning & Parsons (1996) en lien avec l'azote du sol. Ce sont également ces propriétés complémentaires qui sont recherchées dans les prairies en mélange multi-espèces (Louarn *et al.*, cette session), qui pour certaines associent des espèces à installation rapide (raygrass d'Italie pour les graminées, trèfle violet pour les légumineuses) et des espèces à installation plus lente mais plus pérennes (dactyle ou fétuque élevée pour les graminées, luzerne chez légumineuses) (Pelletier *et al.*, 2016) ; ou d'autres associant des espèces avec différents optimum biologiques : ray-grass ou vulpin en situation plus humide, dactyle ou fétuque élevée en situation séchante (Gilet 1980 ; Lemoine *et al.*, 2021 ; Vertès *et al.*, cet opus).

3.2. Composantes physiologiques de la longévité

◆ Phase d'implantation

Une implantation médiocre, en lien avec de mauvaises conditions de levée, ou encore la présence d'un cortège d'espèces spontanées compromet la pérennité d'une prairie dès sa phase juvénile avec à la clé des conditions difficiles de mise en place du potentiel productif du couvert (*e.g.* Pochon, 1981). Les espèces pérennes (dactyle, fétuque élevée, ray-grass anglais, luzerne) ont une installation plus lente que les graminées de faible persistance telles que les ray-grass d'Italie et a fortiori que nombre d'espèces non semées diverses. Dans les cas de mauvaise implantation, les espèces semées sont trop éparses pour lutter efficacement contre les adventices et n'arrivent que difficilement et très tardivement à prendre le dessus en 2^{ème} année, comme cela se fait en général dans une implantation réussie.

◆ Couvert végétal implanté

La clé de la longévité d'une prairie est liée à sa capacité à utiliser et répartir ses assimilats de telle sorte qu'elle puisse assurer la satisfaction de ses besoins, en partie imposés par le mode d'exploitation, tout au long de l'année. En prairies semi-naturelles, on peut identifier différentes stratégies de réponses des plantes (Grime, 1979). L'une correspond à un investissement fort dans la capture des ressources minérales et caractérise les espèces adaptées aux milieux riches et à des fréquences de défoliation élevée (Ray-grass anglais, Pâturin des prés), l'autre correspond à la conservation des ressources et caractérise les espèces adaptées à des milieux plus pauvres et à une fréquence de défoliation plus faible (Agrostide commun, Fétuque rouge, Brachypode penné). La plupart des espèces fourragères sélectionnées mobilisent des stratégies de type compétitrices ou de capture qui se traduisent par une forte croissance lorsque les conditions sont favorables

pour produire rapidement des organes permettant d'assimiler efficacement le carbone atmosphérique et produire une biomasse abondante. La longévité d'une graminée récoltée à ce stade n'est pas mise en question. La période la plus sensible se situe lors d'une exploitation au moment de l'épiaison, la plante utilisant ses assimilats pour l'élaboration et la croissance d'organes de réserves (collets, racines) ou de dissémination (semences, graines). Si on la coupe, elle devra puiser ses réserves pour redémarrer sa repousse. La comparaison de la dynamique des talles entre une espèce plus pérenne (fétuque élevée) et une espèce moins pérenne (raygrass d'Italie) montre que la différence de pérennité est liée au fait que le RGI investit une plus grande proportion de ses talles dans la floraison au printemps que la fétuque élevée, et que le RGI continue à remonter dans l'été contrairement à la fétuque (Gastal et Matthew, 2005). Ces éléments peuvent conduire à relier de façon négative l'aptitude à la remontaison et la longévité des plantes. Sous nos climats tempérés, une plante de grande longévité serait, à la limite, uniquement végétative, avec une capacité d'adaptation morphologique permettant de réduire la proportion des parties récoltables : pourcentage important de la biomasse près du sol (espèces traçantes type *Agrostis sp.*). De plus pour les légumineuses, une luzerne sera beaucoup plus sensible en phase reproductrice, surtout dans les peuplements où la compétition pour la lumière est intense.

3.3. Gérer le vieillissement des individus ou des communautés ?

Le vieillissement d'une prairie doit intégrer le comportement propre des individus ou de chaque espèce qui la compose, mais également les évolutions dynamiques de la communauté dans son ensemble. C'est de ce double mécanisme que résulte le maintien de la qualité du fourrage ou sa dégradation (Lemasson *et al.*, 2008 ; Louarn *et al.*, à paraître).

A l'échelle de la population, le vieillissement de chacune des espèces végétales présentes est directement lié à ses exigences écologiques propres. La modification d'un ou plusieurs facteurs du milieu (sol, climat...) combinée le plus souvent à des pratiques inappropriées (surpâturage en période de sécheresse estivale, par exemple) peut fragiliser, voire faire disparaître une espèce végétale. A cette échelle, on s'intéresse à l'évolution de la morphologie des individus et à l'organisation dans l'espace des appareils aérien et racinaire, ainsi qu'à leur dynamique de renouvellement par multiplication végétative ou sexuée.

Le vieillissement à l'échelle de la communauté végétale fait intervenir les interactions des espèces avec le milieu (cf précédemment), mais également des espèces entre elles (compétitions, facilitation). Le vieillissement peut se matérialiser par une modification de la structure du couvert, notamment l'apparition de sol nu, qui sera favorable au développement d'espèces nouvelles dans le

couvert pouvant se substituer aux espèces semées voire les faire disparaître. Ces espèces peuvent être plus ou moins tolérées par l'éleveur en fonction de leurs caractéristiques agronomiques propres. On tolérera plus le Pâturin des prés que l'Agrostide stolonifère par exemple. Par contre on ne tolérera pas du tout certaines plantes vivaces (chardon et rumex), non consommables ou toxiques et envahissantes, qui « salissent » la parcelle sur le long terme.

Toutefois dans des prairies âgées, qui comportent des individus bien adaptés aux conditions de milieu, le recrutement de nouveaux individus par égrainage naturel est un mécanisme important à considérer. Il peut être remplacé par des pratiques de sursemis basées sur la récolte de semences natives (Boillot *et al.*, 2020a) ou sélectionnées (Knoden *et al.*, cet opus). Il faudra toutefois veiller à une éventuelle modification de la composition botanique, par une surreprésentation de certaines espèces dans les semences apportées. Ainsi, dans le cadre de l'expérimentation conduite dans le cadre du projet PERPET (Dieulot *et al.*, 2020 fiche 9) l'égrainage naturel a eu un impact positif sur le taux de graminées au détriment des légumineuses quasiment éliminées et n'a pas eu d'impact sur l'évolution des diverses. Ces effets ont pu être accentués par la longue durée de la mise en défens (3 mois). Dans cette expérimentation, la pratique a été perçue par les éleveurs comme inadaptée à la bonne pérennité des prairies semées en associations graminées-légumineuses, puisqu'elle a contribué à accélérer la régression de ces dernières. Inversement, dans le cas d'un projet collaboratif conduit avec des éleveurs de la communauté de commune de Saint-Flour (Massif-central), le sursemis de semences natives a eu de très bons résultats pour re-densifier les prairies après leur dégradation par des rats taupiers ou dans le cadre d'une évolution de prairies temporaires en prairies permanentes (Boillot *et al.*, 2020b).

3.4. Effets du milieu physique et des pratiques sur la pérennité

Que ces facteurs soient liés au pédoclimat ou aux pratiques agricoles, ils impactent la pérennité en modifiant les conditions de vie à l'échelle individuelle, mais également en modifiant les interactions entre plantes, d'une même espèce ou d'espèces différentes, pour l'espace souterrain et pour l'espace aérien. Nous considérons ici trois ensembles de facteurs qui impactent la disponibilité en eau, la disponibilité en nutriments et le régime de perturbation vu à travers l'exploitation de la biomasse produite. Les interactions et rétroactions entre couvert prairial, modes d'utilisation et qualité des sols sont également un aspect important (Pèrès *et al.*, cet opus).

◆ Disponibilité en eau

Une bonne alimentation en eau tout au long de l'année est un facteur prépondérant pour la production et la pérennité des prairies. Des conditions de saturation

du sol en eau entraînent des phénomènes d'hypoxie (absence d'oxygène), qui est préjudiciable au fonctionnement de la plante et affecte son développement racinaire et sa nutrition hydro-minérale (en perturbant l'absorption active des minéraux en particulier). Indirectement, la saturation du sol en eau réduit sa portance et va entraîner des modifications de sa structure (tassement, fragilisation). Les conséquences varient avec les durées de l'immersion, la plus ou moins forte circulation de l'eau (renouvellement de l'air) et surtout les capacités de tolérance et d'adaptation des espèces : le Dactyle et les Bromes, ainsi que le trèfle blanc sont plus sensibles à l'excès d'eau que la Fétuque élevée, qui dispose d'aérenchymes, ou que le Ray-grass anglais. Ces conséquences dépendent aussi des interactions entre portance du sol et interventions (passage d'animaux ou d'engins, Pèrès et Hoeffner, cet opus), pouvant affecter l'état des plantes et du sol (Cluzeau *et al.*, 2012).

A l'inverse du cas précédent, le manque d'eau entraîne rapidement un rééquilibrage de la balance hydrique de la plante, qui pour limiter ses pertes par évapotranspiration, va dans un premier temps fermer ses stomates, puis induire la sénescence de ses feuilles (ce qui par là même va remobiliser certains nutriments vers les réserves et favoriser le recyclage interne). Les stratégies de résistance et de récupération à un stress hydrique varient entre espèces (Durand *et al.*, 1997 ; Poirier *et al.*, 2012 ; Durand *et al.*, cet opus). Par exemple, il a été montré que les espèces combinant des vitesses de croissance de feuilles élevées, un système racinaire profond et une bonne capacité de tolérance à la déshydratation par stabilité membranaire, ont eu une survie plus élevée, 15 jours après réhydratation, que les espèces ayant des valeurs de traits opposées (Zwicke *et al.*, 2015).

◆ Disponibilité en nutriments

La disponibilité en nutriments est un facteur majeur contrôlant la croissance végétale (Gastal et Jouany, à paraître). Lorsque les nutriments cessent d'être limitants, on observe une accélération de la croissance qui se traduit par une augmentation de la taille des plantes (Herben et Huber-Sannwald, 2002). Cette forte accumulation de biomasse entraîne une augmentation de la compétition pour la lumière entre les plantes (Carrère *et al.*, 2002), qui conduit à la disparition des plus petits individus, et affecte donc la longévité de la population (voir ci-dessus). Comprendre les mécanismes de cette compétition revient à s'intéresser aux stratégies des espèces relatives à l'acquisition des ressources (Cruz *et al.*, 2010)). On peut grossièrement distinguer deux grandes stratégies de réponse : i) un investissement fort dans la capture des ressources minérales, qui caractérise les espèces adaptées aux milieux riches et à des fréquences de défoliation élevée ; ii) un recyclage interne fort qui correspond à la conservation des ressources et caractérise les espèces adaptées à des milieux plus

pauvres et à une fréquence de défoliation plus faible (Cruz *et al.*, 2002). Les espèces à stratégie de capture des ressources (Raygrass anglais par exemple) sont caractéristiques des milieux à forte disponibilité en nutriments (Figure 1). Elles ont des feuilles peu épaisses qui captent efficacement la lumière, une teneur en azote élevée, des durées de vie de leurs organes faibles. Les espèces à stratégie de conservation (Agrostide commun, Fétuque rouge, Brachypode penné) se rencontrent dans des milieux plus pauvres en nutriments. Elles ont des feuilles plus épaisses, à durée de vie longue et avec un recyclage interne des nutriments élevé.

◆ Régime de défoliation.

Le prélèvement plus ou moins intense de biomasse, à des intervalles plus ou moins fréquents, impacte fortement la durée de vie des plantes, en particulier en les obligeant à remobiliser leurs réserves pour assurer le redémarrage de la croissance après la défoliation. Parmi les espèces semées, certaines sont plus tolérantes à la défoliation (dactyle, raygrass anglais) que d'autres (fétuque élevée, fétuque rouge) (Gastal *et al.*, 2010). De plus ces mécanismes de défoliation, dont les effets sont facilement visibles sur la biomasse aérienne, entraînent également un arrêt du flux de carbone et une mortalité racinaire importante. Les racines mortes vont cependant, si les conditions sont favorables, être rapidement minéralisées par les micro-organismes de la rhizosphère et ainsi contribuer à accroître les nutriments disponibles dans le sol. La Figure 1 représente le positionnement de différents groupes fonctionnels de graminées le long des axes « disponibilité en nutriments » et « intensité d'exploitation ». Elle sous-entend une possibilité d'évolution sur le long terme de la composition botanique en direction de ces groupes fonctionnels, en

fonction de ces deux gradients. Assurer un bon équilibre entre capacité de repousse de la prairie et modalité d'exploitation (rythme et sévérité) est donc un élément de pilotage essentiel pour éviter l'épuisement progressif des plantes qui les constituent lors d'exploitations intensives. En sur-pâturant la prairie, en particulier en période estivale, on fragilise progressivement les plantes, qui vont mourir et libérer un espace vide dans lequel des espèces peu appétentes (donc refusées par l'animal) vont se développer. L'augmentation des zones de sol nu, suivie d'une multiplication des plantes à rosette est un indicateur de cette dynamique de dégradation de la parcelle. Inversement, en ne consommant pas toute la biomasse produite, une hétérogénéisation de la structure du couvert se crée (Marriott et Carrère, 1998) avec apparition de zones refusées et de zones qui continueront à être bien consommées (Dumont *et al.*, 2002 ; Gracia *et al.*, 2003, Dumont *et al.*, 2007). Progressivement des espèces de lisières (Peucedan, Fougères, Ronces et ligneux arbustifs) vont apparaître dans les zones refusées, conduisant à un enrichissement lent mais régulier de la parcelle. Dans ce cas également, la parcelle ne remplira plus les fonctions d'approvisionnement attendues par l'éleveur.

Ainsi, les pratiques développées par l'éleveur constituent un moteur majeur de la dynamique prairiale, en contribuant tout aussi bien à pérenniser la prairie qu'à la dégrader. Pour preuve, dans le premier cas, les prairies semi-naturelles ont été maintenues pendant des décennies grâce au savoir-faire des éleveurs. A l'inverse, lorsqu'elles ne sont pas en cohérence avec le potentiel pédoclimatique, elles peuvent jouer un rôle d'amplificateur dans la dégradation du couvert en fragilisant ou favorisant

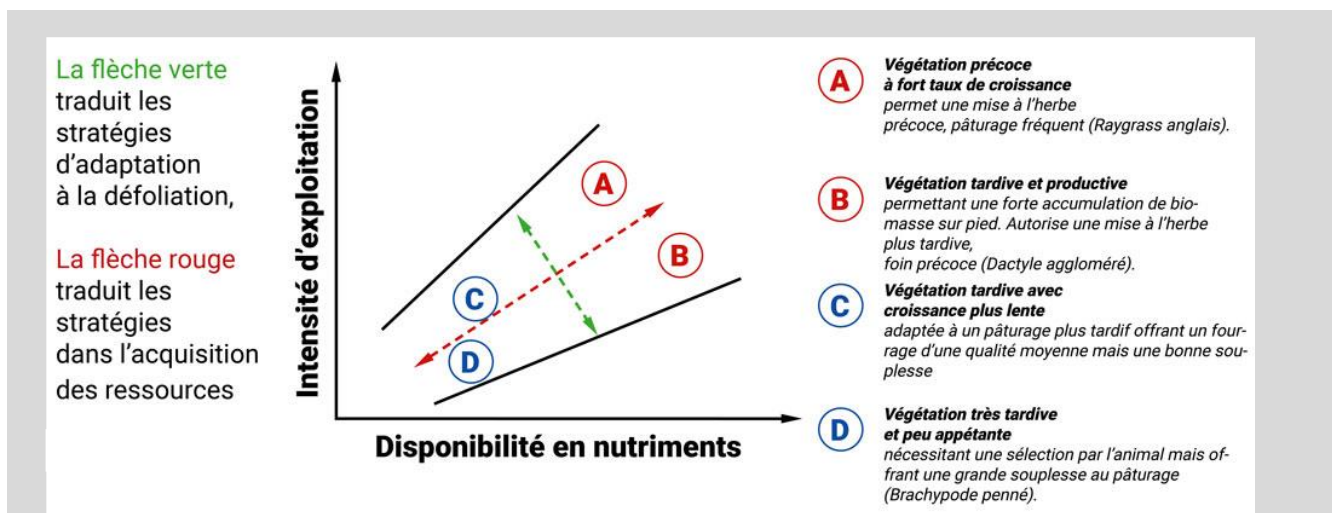


FIGURE 1 : Réponses fonctionnelles de quelques espèces de graminées en fonction de la disponibilité en nutriment du milieu et de l'intensité d'exploitation (Source : exposition Innov'herbe, 2020 <https://innovherbe.bu.uca.fr/prairies-diversite/ecologie-fonctionnelle>; librement adapté de Cruz *et al.*, 2002)

Figure 1: **Functional responses of some grass species to environmental nutrient availability and exploitation intensity** (Source: Innov'herbe exhibition, 2020 <https://innovherbe.bu.uca.fr/prairies-diversite/ecologie-fonctionnelle>; freely adapted from Cruz *et al.*, 2002)

certaines constituants de la végétation (*e.g.* sélection des espèces les plus compétitrices) ou du mélange avec à la clé une érosion de la diversité ou une perte de densité du couvert. Des pratiques de surexploitation de la végétation à une période où celle-ci est fragilisée par le déficit hydrique aura un effet amplificateur sur l'évolution de la végétation.

Conclusions

De façon générale la pérennité sera d'autant meilleure qu'il y a une bonne adéquation entre le peuplement choisi, le milieu, la fertilisation, le chargement et la gestion des surfaces. En prairies temporaires, le choix d'espèces et de variétés mal adaptées au milieu (type de sol, climat) ou à l'usage dans lequel elles sont utilisées, en particulier lorsqu'elles sont surexploitées (notamment parcelles en surcharge animale, autour des bâtiments) aboutit souvent à une dégradation du couvert. Une sous-exploitation peut également conduire à une évolution de la végétation (Louault *et al.*, 2005). Dans ce processus de vieillissement sur les prairies temporaires, les dynamiques de végétation peuvent suivre diverses trajectoires allant du « bien vieillir » jusqu'à la dégradation (Dieulot *et al.*, 2020 ; Plantureux *et al.*; Vertès *et al.*, cet opus ; Pierre *et al.*, à paraître). En prairies permanentes ou semi-naturelles, le niveau d'exploitation doit se raisonner en regard de la fertilité du milieu. Un décalage entre ces deux facteurs entraîne des modifications des interactions biotiques installées quelquefois depuis de nombreuses années. Il en résulte une évolution de la composition floristique, dans un premier temps par une modification des contributions relatives des espèces présentes, et dans un second temps par un remplacement des espèces.

Dans un cas comme dans l'autre, la pérennisation des fonctions attendues découle de la cohérence entre les objectifs de l'agriculteur, les contraintes du milieu et la gestion possible des différentes parcelles. Ainsi une meilleure compréhension du fonctionnement des couverts, et de leur réponse aux facteurs de stress (sécheresse par exemple) permettront une adaptation plus rapide des pratiques et un ajustement des itinéraires techniques, assurant l'acclimatation des couverts et assurant leur pérennité. Par ailleurs, si l'éleveur dispose d'un parcellaire diversifié, c'est la pérennité de son système qu'il assurera en jouant sur la complémentarité de fonctionnement des différentes parcelles. Le développement de programmes collaboratifs, tels que PERPET pour les prairies temporaires ou AEOLE pour les prairies semi naturelles, basés sur l'identification des pratiques favorables au maintien et au vieillissement des prairies permettent tout à la fois de mieux répondre aux enjeux des éleveurs et de relever les attentes sociétales en matière de multifonctionnalité.

Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des conseillers et agriculteurs impliqués dans le projet FEADER – SOS Protéines – 4AgeProd-PERPeT, ainsi que le collectif AEOLE, pour leurs contributions à la construction des questions, à l'acquisition et à l'interprétation des données. Les auteurs remercient également les relecteurs qui ont permis d'améliorer la précision et la pertinence du texte.

Article accepté pour publication le 07 juillet 2022

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agreste, (2010). « Pratiques culturales 2006 ». *Agreste Les dossiers*, numéro 8, juillet 2010.
- Aussems E., (2009). « Facteurs de variation de la pérennité du trèfle blanc dans les prairies d'association « RGA-TB » afin de sécuriser le système fourrager des éleveurs herbagers ». *Rapport de fin d'étude*. INRA - ESA-CEDAPA. 44 pages + Annexes.
- Barre P., Barillot R., Bourgoïn T., Combes D., Durand J.L., Escobar-Gutierrez A., Firmat C., Frak E., Ghesquière M., Julier B., Keep T., Litrico I., Louarn G., Meilhac J., Sampoux J.P., Surault F., Wolff B., Volaire.F., (2020) « La diversité génétique pour l'adaptation des prairies au changement climatique ». *Fourrages* 244, 47-53
- Boillot M., Campagne J.-L., Carrère P., Pouvreau M., Tommasino J., (2020b). « Restaurer des prairies naturelles. Recueil de savoirs pour produire et utiliser des semences prairiales ». *Saint-Flour Communauté*. 116 p
- Boillot M., Tommasino J., Campagne J.L., Chazal A., Pouvreau M. et Carrère P., (2020a). « Récolter des semences pour restaurer une flore prairiale naturelle dans les territoires herbagers de moyenne montagne ». *Fourrages* 243, 1-10
- Bruinenberg, M.H., Valk, H., Korevaar, H., Struik, P.C., (2002). « Factors affecting digestibility of temperate forages from seminatural grasslands: a review ». *Grass Forage Sci.* 57 (3), 292–301. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2494.2002.00327.x>
- Carrère P., Dumont B., Cordonnier S., Orth D., Teyssonneyre F., Petit M., (2002). « L'exploitation des prairies de montagne peut-elle concilier biodiversité et production fourragère ? ». *Actes du colloque Moyenne montagne en devenir : développement agricole et agroalimentaire*, INRA-ENITA, Lempdes, 14 et 15 novembre 2002, p. 41-46.
- Carrère P., Lemauiel-Lavenant S., Dumont B., (2022). « Conserver les « vieilles prairies », un levier efficace pour étendre le bouquet de services ». *Fourrages* 250, 63-77
- Cluzeau D.; Binet F.; Vertès F.; Simon J.C.; Rivière J.M.; Tréhen P., (1992). « Effects of intensive cattle trampling on soil-plant-earthworms system in two grassland types ». *Soil Biol. Biochem.* 24(12), 1661-1665
- Cruz P., Duru M., Therond O., Theau J.P., Ducourtieux C., Jouany C., Al Haj Khaled R., Ansquer P., (2002). « Une nouvelle approche pour caractériser les prairies naturelles et leur valeur d'usage ». *Fourrages* 172 : 335-354.
- 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
- De Mazancourt, C., Isbell, F., Larocque, A., Berendse, F., De Luca, E., Grace, J.B *et al.*, (2013). « Predicting ecosystem stability from community composition and biodiversity ». *Ecology Letters*, DOI: 10.1111/ele.12088
- Dieulot R., Falaise D., Delaby L., Vertès F., Gastal F., Woitlock A., Robic Y., Pierre P., (2020). « Pourquoi – Comment ? Bien faire vieillir des prairies semées d'association graminées – légumineuses ». *Dossier de fiches du projet PERPeT*, <https://www.civam.org/experimenter-sur-les-fermes/prolonger-la-productivite-des-prairies/>
- Dumont B., Carrere P, D'Hour P., (2002). « Foraging in patchy grasslands: diet selection by sheep and cattle is affected by the abundance and spatial distribution of preferred species ». *Animal Research*, 51: 367-381
- Dumont B., Prache S., Carrère P., Boissy A., (2007). « How do sheep exploit pastures? An overview of their grazing behaviour from homogeneous swards to complex grasslands ». *Options Méditerranéennes*, 74, 317-328

- Durand J-L., Bloor J., (2022). « Influence des aléas climatiques ponctuels sur la pérennité et la productivité des prairies ». *Fourrages* 250, 79-88
- Durand J-L., Gastal F., Etchebest S., Bonnet A.C., Ghesquière M., (1997). « Interspecific variability of plant water status and leaf morphogenesis in temperate forage grasses under summer water deficit ». *European Journal of Agronomy*, 7, 99-107.
- Garcia, F.; Carrère, P.; Soussana, J-F; Baumont, R., (2003). « How do severity and frequency of grazing affect sward characteristics and the choices of sheep during the grazing season? ». *Grass and Forage Science*, 58, 138-150
- Gastal F., Dawson L.A., Thornton B., (2010). « Responses of plant traits of four grass species from contrasting habitats to defoliation and N supply ». *Nutrient cycling in Agro-ecosystems*. 88:2 , 245-258.
- Gastal F., Jouany C., Decau M-L., (2022). « Les ressources P-K du sol peuvent-elles être des facteurs limitant la pérennité des prairies ? ». *Fourrages* à paraître
- Gilet M., (1980). « Les graminées fourragères. Description, fonctionnement, application à la culture de l'herbe ». *Gauthier-Villars*, 306 p.
- Graux A-I., Resmond R., Casellas E., Delaby L., Faverdin P., Le Bas C., Ripoché D., Ruget F., Théron O., Vertès F., Peyraud J-L., (2020). « High-resolution assessment of French grassland dry matter and nitrogen yields ». *European Journal of Agronomy*, 112, doi.org/10.1016/j.eja.2019.125952
- Grime, J.P., (1979). « Plant Strategies and Vegetation Processes ». *John Wiley & Sons*, Chichester. 222 p
- Hector, A., Hautier, Y., Saner, P., Wacker, L., Bagchi, R., Joshi, J. et al., (2010). « General stabilizing effects of plant diversity on grassland productivity through population asynchrony and overyielding ». *Ecology*, 91, 2213–2220.
- Hennessy D., Delaby L., van den Pol-van Dasselaar A., Shaloo L., (2020). « Increasing Grazing in Dairy Cow Milk Production Systems in Europe ». *Sustainability*, 12 (6), 2443; <https://doi.org/10.3390/su12062443>
- Herben T. and Huber-Sannwald E., (2002). « Effect of management on species richness of grasslands: sward-scale processes lead to large-scale patterns ». In Multi-function grasslands. J.-L. Durand, J.-C. Emile, C. Huyghe and G. Lemaire (Eds.). *Grassland Science in Europe*, 7: 635-643
- Jost J., Bossis N., Bluet B., (2022). « Impacts économiques du manque de pérennité des prairies dans les systèmes caprins : qu'observe-t-on chez les éleveurs de l'Ouest de la France ? ». *Fourrages* à paraître
- Knoden D., (2022). « Le sursemis : méthode d'entretien et de réparation des prairies permanentes ». *Fourrages* 250, 89-94
- Launay F., Baumont R., Plantureux S., Farrié J-P., Michaud A., Pottier E., (2011). « Prairies permanentes : des références pour valoriser leur diversité ». Editions IDELE, 128 p.
- Lemasson C., Pierre P., Osson B., (2008). « Rénovation des prairies et sursemis. Comprendre, raisonner et choisir la méthode ». *Fourrages*, 195, 315-330
- Lemoine C., Surault F., Poilane A., Cliquet J., Gastal F., (2021). « Dynamique floristique, production et valeur alimentaire de prairies du nord Deux-Sèvres gérées en pâturage tournant dynamique », *Fourrages*, 246, 51-66.
- Litrico I. and Violle C., (2015). « Diversity in Plant Breeding: A New Conceptual Framework ». *Trends in Plant Science*. 20 (10), 604-613. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2015.07.007>
- Loreau M et de Mazncourt C., (2013). « Biodiversity and ecosystem stability: a synthesis of underlying mechanisms ». *Ecology Letters*. 16: 106–115
- Louarn G., (2022). « Impact de la diversité spécifique et génétique sur la production et la pérennité des prairies d'association ». *Fourrages* à paraître
- Louault F., Pillar V.D., Aufrère J., Garnier E. and Soussana J.F. , (2005). « Plant traits functional types in response to reduced disturbance in a semi-natural grassland ». *Journal of Vegetation Science* 16: 151-160
- Marriott C., Carrère P., (1998). « Structure and dynamics of grazed vegetations ». *Annales de Zootechnie*, 47, 359-369.
- Moreau J.C., Madrid A., Brunç T., Ruget F., (2020). « Dans les filières bovines, apprivoiser le changement climatique. La méthode déployée dans le cadre de Climalait et Climaviande ». *Fourrages* 244, 9-18
- Pelletier P., Surault F., Gastal F., Besnard A., (2016). « Mieux comprendre les dynamiques d'évolution des légumineuses dans les associations et les prairies multi-espèces ». *Fourrages* 226, 121-133
- Pèrès G., Hoeffner K., Vertès F., Cluzeau D., Decau M-L., Gastal F., Legras M., Louault F., (2022). « Sol et pérennité des prairies : un cercle vertueux ». *Fourrages* 250, 39-47
- Pierre P., (2022). « Le diagnostic Prairie : un outil pour comprendre et apprécier la diversité floristique des prairies temporaires et permanents ». *Fourrages* à paraître
- Plantureux S., Pires B., Mariau A., Salagnat T., Barrier P., Graux A-I., (2022). « Type de prairie, changement climatique et pérennité de la production fourragère. Analyse à l'échelle des prairies et du système fourager d'exploitations du Pays de la Déodatie (Vosges) ». *Fourrages* 250, 13-23
- Pochon A., (1981 ; ré-édité 2002). « La prairie temporaire à base de trèfle blanc : 35 ans de pratique d'un éleveur breton ». *Edition Cedapa*, Plérin, 118 p
- Poirier M., Durand J-L., Volaire F., (2012). « Persistence and production of perennial grasses under water deficits and extreme temperatures: importance of intraspecific vs. interspecific variability ». *Global Change Biology*, 18 (12), 3632-3646.
- Schwinning S. and Parsons A.J., (1996). « Analysis of the coexistence mechanisms for grasses and legumes in grazing systems ». *Journal of Ecology* 84,799-813
- Tallec T., Klumpp K., Guix N., Soussana J.-F., (2012). « Les pratiques agricoles ont-elles plus d'impact que la variabilité climatique sur le potentiel des prairies pâturées à stocker du carbone ? ». *Fourrages* 210, 99-107.
- Vertès F., Gastal F., Delaby L., Pierre P. and Pottier E., (2016). « Persistence of legumes-based grasslands: some features for synergy between ecosystem services ». *Grassland Science in Europe*, 21, 645-647
- Vertès F., Couvreur S., Tanguy N., Falaise D., Woiltock A., Pierre P., (2020). « What is a good perennial sown pasture ? Farmer's visions analysis in a western France network ». *Grassland Science in Europe* « Meeting the future demands for grassland production », vol 25, 755-757
- Vertès F., Gastal F., Delaby L., Delagarde R., Dieulot R., Falaise D., Woiltock A., Pierre P., (2022). « Trajectoires et déterminants de la pérennité de prairies semées dans le grand-ouest de la France ». *Fourrages* 250, 25-38
- Voisin A., (1960). « Dynamique des herbages ». *La Maison Rustique*, Paris, 320 pages.
- Volaire F., (2020). « La diversité génétique pour l'adaptation des prairies au changement climatique ». *Fourrages* 244, 47-53
- Zwicke M., Picon-Cochard C., Morvan-Bertrand A., Prud'homme M.P., (2015). « What functional strategies drive drought survival and recovery of perennial species from upland grassland? ». *Annals of Botany* 116 (6), 1001-1015