

EFFETS DU MODE DE PÂTURAGE SUR LA VALORISATION ZOOTECHNIQUE, LA DIVERSITÉ FLORISTIQUE, LE STOCKAGE DE CARBONE, LA SANTÉ ANIMALE ET LE BIEN-ÊTRE DES ÉLEVEURS

Résumé

L'agriculture est au cœur de nombreux enjeux, notamment environnementaux. En particulier, le secteur de l'élevage utilise 30% des terres de la planète, 32% de l'eau et contribue à 11-17% des émissions de gaz à effets de serre (FAO, 2023). Les prairies sont au centre d'enjeux importants, en rendant de nombreux services à l'agriculture et à la société. D'abord, en termes de souveraineté alimentaire, en permettant une production alimentaire pour l'Homme dans des zones non mécanisables.

En termes de stock et de stockage de carbone (C) dans les sols, les prairies sont porteurs d'importants patrimoines ($84,6 \pm 35,0$ MgC/ha, 0-30cm), équivalents à une forêt ($81,0 \pm 35,4$ MgC/ha), et supérieurs aux grands cultures ($51,6 \pm 16,2$ MgC/ha) (Pellerin et al., 2019). Leur stabilité temporelle, associée bien souvent à de nombreux éléments topographiques leur permet d'abriter une importante biodiversité floristique. D'autres services, plus difficilement chiffrables sont entretenus comme la régulation de la qualité des eaux, l'entretien de paysages ouverts et diversifiés. Pivotal des systèmes d'élevage, les prairies contribuent également au bien-être animal, à la qualité des produits, soutenant l'hypothèse que les systèmes d'élevage à base d'herbe pourraient être une solution intéressante pour la transition écologique de l'agriculture et la réduction de son impact au bilan de GES. L'objectif de cet article est d'analyser l'impact du pâturage sur cette multifonctionnalité des prairies, qui positionne cette pratique à l'agenda des filières de production allaitantes et laitières, mais également des entreprises de transformation ou de distribution, voire au niveau législatif.

Summary

Effects of grazing methods on zootechnical performance, floristic diversity, carbon storage, animal health, and farmer well-being

Agriculture is at the heart of numerous issues, and particularly the environment. Especially, the livestock sector uses 30% of the planet's land, 32% of water and contributes to approximately 11-17% (FAO, 2023) of greenhouse gas emissions. Permanent grasslands are part of the discussion, providing numerous services to agriculture and society. To start with, in terms of food autonomy, as enabling human food production in non-mechanizable areas, in terms of soil C stock and storage, grasslands provide significant stocks (84.6 ± 35.0 MgC/ha, 0-30cm), equivalent to forest (81.0 ± 35.4 MgC/ha), and superior than croplands (51.6 ± 16.2 MgC/ha) (Pellerin et al., 2019). Their temporal stability, is often combined with a number of topographical features, enabling them to host a significant floral biodiversity.

Moreover, grasslands provide other services, more difficult to quantify, such as the regulation of water quality and maintenance of open areas, and diversified landscapes. Grasslands being the base of livestock production systems, contributing therefore to animal welfare and product quality, supporting the hypothesis that grass-based livestock production systems are among the solutions for the ecological transition of agriculture and the reduction GHG balance. The aim of this contribution is to analyse the impact of grazing management on the multifunctionality of grasslands, and in a larger view the role of grazing management on livestock production sector (beef and dairy), processing and distribution companies, and policy level.

Auteurs

K. Klumpp¹, A. Michaud², R. Russias^{1,2,3}

¹INRAE, Université Clermont Auvergne, VetAgro Sup, UREP, 5 chemin de Beaulieu, 63000 Clermont Ferrand,

²INRAE, Université Clermont Auvergne, VetAgro Sup, UMR Herbivores, 63122 Saint Genès Champanelle ³MoyPark Beef Orléans, INRAE, Université Clermont Auvergne, VetAgro Sup rue des Pins

Auteur correspondant:

KLUMPP Katja, katja.klumpp@inrae.fr

Mots clés

Pâturage, biodiversité, santé animale, stockage du carbone.

Key words

Grazing, biodiversity, animal health, carbon sequestration and carbon storage.

Références de l'article

K. KLUMPP, A. MICHAUD, R. RUSSIAS, (2024). Effets du mode de pâturage sur la valorisation zootechnique, la diversité floristique, le stockage de carbone, la santé animale et le bien-être des éleveurs, *Fourrages* 259, 48-56.

Introduction

L'agriculture est au cœur de nombreuses crises (Steinfeld *et al.* 2006 ; Rockström *et al.* 2009 ; Herrero *et al.*, 2015) : crise écologique, sanitaire, économique, sociale et sociétale. Sur le volet environnemental, elle contribue en 2021 en France pour 18,6 % des émissions de gaz à effet de serre (GES, Citepa, 2023). Ce secteur devra donc prendre part à la réduction des émissions de GES comme toutes les autres activités anthropiques. L'élevage de ruminants, qui génère 60% (FAO, 2023) de ces émissions, valorise des surfaces diverses ; des grandes cultures, des prairies permanentes (PP) ou des prairies temporaires (PT de durée inférieure ou égale à 5 ans ; Agreste). Ces dernières années, de nombreux travaux effectués sur le stockage du C ou sur la gestion de compromis entre des systèmes de cultures et surfaces couvertes en permanence (Creme *et al.*, 2018, Fontaine *et al.*, 2023) ont montré que les surfaces en prairies permanentes et temporaires constituent de réels atouts en termes d'atténuation du changement climatique.

Cependant, les surfaces en prairies permanentes ont fortement régressé depuis les années 1970, en France comme en Europe, après avoir fortement progressé au cours du XXe siècle. Entre 1982 et 2018, une perte de 2,3 millions (M) d'ha des surfaces toujours en herbe (SHT, PP), et de 2,1 M d'ha des PT et jachères a été constatée, au profit des cultures (+2,6 millions d'ha) et de l'artificialisation des sols (+2,4 Mha), ainsi que de l'afforestation (+1,4 Mha) (Recensement agricole Agreste, 2022). Ainsi, aujourd'hui, 41% (11,1 Mha) de la surface nationale est couverte par des prairies avec 7,9 Mha de prairies permanentes (2,2 Mha de parcours) dont 11% en bio et 3,6Mha de prairies temporaires (PT), pour 27 millions de ruminants (Agreste Recensement agricole, 2022).

Ces surfaces sont utilisées par les éleveurs en mobilisant différentes pratiques d'exploitation : en fauche pour 6% (PP et 12% PT) des surfaces, en pâturage pour 51 % (PP et 36 % PT) avec un usage mixte pour 43 % (PP et 52% PT ; Agreste, 2017). Le pâturage se pratique aussi bien en zone de plaine qu'en zone de montagne, sur des milieux secs jusqu'à très humides (si portants). Utilisé le plus souvent sur des zones difficiles d'accès (pentes, humidité...) ou non mécanisables, il est également une alternative performante à l'utilisation d'engins mécaniques pour valoriser la ressource herbagère produite, permettant de minimiser les coûts de production et de réduire l'utilisation d'énergie. Nourrir les ruminants au pâturage implique la prise de nombreuses décisions par l'éleveur, pour gérer à la fois l'alimentation du troupeau et la bonne utilisation et gestion des prairies à chaque cycle d'utilisation mais aussi à l'échelle de l'année. Cette bonne adéquation entre la disponibilité de la ressource et sa valorisation par le troupeau est permise par des pratiques de pâturage ou mode de pâturage, qui reposent sur de nombreux indicateurs. Parmi ceux-ci on trouve la pression ou sévérité de pâturage et l'intervalle entre chaque passage, qui définissent notamment la hauteur d'herbe en entrée de parcelle (Duru *et al.*, 2001 ; Delagarde *et al.*, 2017). Si plusieurs modes de pâturage existent, les deux principaux déployés en France

sont : le pâturage continu qui maintient les animaux pendant un long temps de séjour sur la même parcelle (chargement instantané faible à moyen) et le pâturage tournant, qui cherche à optimiser la croissance et l'utilisation de l'herbe en déplaçant les animaux de parcelle en parcelle (chargement instantané moyen élevé) (Leray *et al.*, 2017, Allen *et al.*, 2011).

L'objectif de cet article est de recenser les effets du mode de pâturage sur plusieurs services rendus par les prairies : la valorisation zootechnique, la diversité floristique, le stockage du carbone, mais également la santé animale et le bien-être de l'éleveur

Mode de pâturage et valorisation zootechnique de l'herbe

Les connaissances sur la valeur des prairies ont fortement progressé ces dernières années, particulièrement pour les prairies permanentes dont la grande diversité floristique rend l'estimation de la production et de valeur nutritive complexe. En moyenne, la production annuelle des prairies permanentes est de 6,2 Mg MS/ha (Baumont *et al.*, 2012). À l'échelle de l'année, on trouve des prairies permanentes produisant de 1 Mg MS/ha/an à plus de 8 Mg MS/ha/an (Jeangros et Schmid, 1991 ; Baumont *et al.*, 2012; Graux *et al.*, 2020 ; Vertès *et al.*, 2022). La valeur énergétique et azotée de la plupart des types de prairies permanentes françaises (hors pastoralisme) est proche de celle des espèces pures comme le ray-grass, le dactyle et la fétuque présentes dans les tables alimentaires (Baumont *et al.*, 2018 ; Michaud *et al.*, 2020), les prairies avec de bons taux de légumineuses (prairies semées de courte ou longue durée) pouvant offrir une qualité (digestibilité et protéines) plus élevée.

La valorisation de la ressource herbagère dépend fortement des modes de pâturage mis en œuvre. Le pâturage continu, qui mobilise en chargement animal plutôt faible sur de longues périodes impose une pression de prélèvement de la ressource régulière qui peut entraîner à terme un épuisement des plantes du fait d'une insuffisante période de reconstitution des réserves. L'intensité d'utilisation de l'herbe peut être approchée au travers du chargement animal à l'hectare ou du nombre annuel de journées de pâturage (exprimées en UGB.jours pâturés par hectare et par an). Cette « pression de pâturage » est d'autant plus importante que le chargement mobilisé est fort, pouvant conduire dans certains cas à un surpâturage. Cette méthode est efficace lorsque le fourrage est abondant (mais risque de gaspillage en entrée des animaux), les capacités de croissance fortes (fertilité du milieu) ou que le nombre de têtes de bétail reste relativement faible et adapté aux capacités de croissance de l'herbe, ce qui nécessite une bonne connaissance du potentiel de production de la parcelle, ou la capacité d'ajuster le chargement. Par ailleurs, ce mode d'exploitation « continu » de la ressource reste pertinent lorsqu'il est pratiqué avec des animaux aux besoins alimentaires modérés, (animaux à l'entretien, races

rustiques) ; on observe une productivité de viande plus faible à surface identique pour des animaux aux besoins plus importants (Leconte, 1982 ; Grenet *et al.*, 1987). Le pâturage tournant s'appuie sur une fragmentation de la surface herbagère en petites unités qui sont exploitées à tour de rôle. Le principe est de déplacer le lot d'animaux de parcelles en parcelles en adaptant leur temps de séjour (souvent court) de façon à ce que les animaux exploitent l'herbe disponible, et en minimisant leur temps d'exploration et de recherche de leur ration. Ce déplacement permet à la végétation de bénéficier d'une période de repos avec une nouvelle croissance entre chaque passage. Cela permet un renouvellement des réserves carbonées de la plante qui favorise sa croissance. Le pâturage tournant, en cherchant une utilisation efficiente de la ressource herbagère vise à améliorer la productivité du système, que ce soit via le gain de poids vif de l'animal ou la quantité de lait produite. Néanmoins, pour des chargements équivalents, les dispositifs en pâturage continu et pâturage tournant conduisent sur l'ensemble de la saison à des productions animales comparables (Leray *et al.*, 2017).

Mieux connaître la valeur agricole (production et qualité) des prairies et leur dynamique reste un préalable pour assurer une bonne adéquation entre les besoins des différentes catégories d'animaux présentes sur une ferme et les ressources herbagères (fourragères). En effet, une prairie n'est pas bonne ou mauvaise en soi mais plus ou moins à même de satisfaire une fonction dans le système de pâturage, c'est-à-dire satisfaire les besoins d'une catégorie d'animaux donnée, à un moment donné de la saison. L'enjeu est donc de bien connaître les besoins des animaux et de fournir le type d'herbe (stade de végétation spécifique) permettant de satisfaire des besoins (Michaud *et al.*, 2020). Sur le plan écologique, la bonne gestion des cycles biogéochimiques, base de la fertilité des parcelles, résulte du compromis entre l'exploitation de la biomasse produite pour nourrir le troupeau et la restitution au sol de litière (matière organique) provenant de l'herbe non consommée (dont biomasse racinaire).

Les méthodes de pâturage tournant misent sur une forte utilisation de l'herbe : chargement instantané élevé sur de petites parcelles avec un temps de séjour court, alternant avec des périodes de repousse permettant à la végétation de reconstituer ses réserves. Il conviendra dans ce cas à veiller à ce que la disponibilité en nutriment soit suffisante pour permettre cette bonne phase de croissance. En pâturage continu, l'incapacité des animaux à consommer rapidement l'entièreté de la ressource disponible entraîne l'apparition de zones de refus, et une divergence fonctionnelle entre des zones rases et vertes et des zones non consommées dans laquelle la végétation atteindra un stade phénologie plus avancé (Garcia *et al.*, 2003). La présence permanente du troupeau sur la surface assure en parallèle des restitutions organiques régulières à même d'entretenir la fertilité de la parcelle. Cependant, en cas de manque de pluviométrie estivale ces couverts peuvent être sensibles à la sécheresse du fait de la biomasse accumulée dans les zones peu consommées, sujette à

une forte évapotranspiration, avec dominance de la respiration sur la photosynthèse, et donc arrêt de croissance.

Il peut être recommandé de procéder à des fauches de nettoyage lorsque c'est possible, ou de mobiliser des animaux à faibles besoins pour maîtriser les refus et permettre une bonne reprise de végétation au retour des pluies. De ce fait ces grands types de pâturage ont des effets différents sur les cycles de la biomasse et le stockage de C.

Le mode de pâturage impacte la diversité floristique

La flore prairiale évolue selon les pratiques de gestion mises en place sur la parcelle, en particulier le mode de pâturage, qui va déterminer le mode et le rythme de prélèvement de la ressource. Globalement, la présence d'herbivores domestiques sur une parcelle est associée au piétinement, à la défoliation (élimination des tissus végétaux) et aux hot spots de nutriments dus aux dépôts d'urine et d'excréments (Parson et Dumont, 2003). L'ensemble de ces facteurs déterminent un gradient écologique sur l'intensité de gestion (« pression de pâturage »), qui va impacter la composition et la structure de la végétation (Figure 1).

Ainsi lorsque la pression de pâturage est forte (chargement instantané élevé), les animaux vont favoriser des structures rases, majoritairement composées d'espèces à stratégie d'évitement (trèfle blanc) ou à forte capacité de régénération des tissus (par exemple raygrass anglais). A l'inverse, en chargement faible, les espèces à stratégie conservatrice (crételle, brachypode) voire des espèces de friche (Peucedan, fougère aigle) vont dominer. C'est pour les niveaux intermédiaires du gradient, du fait d'une utilisation non homogène de l'espace, que l'on trouvera la plus grande diversité d'espèces (Fig. 1, issue d'une méta-analyse de Talle *et al.*, 2016). Cela s'explique par une modification de la structure de la végétation : i) sur le plan « vertical », l'animal en prélevant la biomasse, prélève les espèces (individus) de grande taille, ce qui réduit l'ombrage et permet la coexistence des espèces de plus petite taille ; ii) sur le plan horizontal, la combinaison du prélèvement et des restitutions va créer des zones de forte disponibilité en nutriments favorables aux espèces à stratégie compétitrice et des zones de refus dans laquelle se développent des espèces plus conservatrice (croissance lente, phénologie tardive). A l'échelle de la parcelle, cette hétérogénéité structurale favorise la diversification des milieux et donc la biodiversité (Dumont *et al.*, 2009, 2007). De ce fait, l'effet du pâturage impactera non seulement la dynamique de la végétation, mais également tout le réseau trophique associé (Filazzola *et al.*, 2020 ; Talle *et al.*, 2016), en particulier la diversité faunistique (Ravetto Enri *et al.*, 2017).

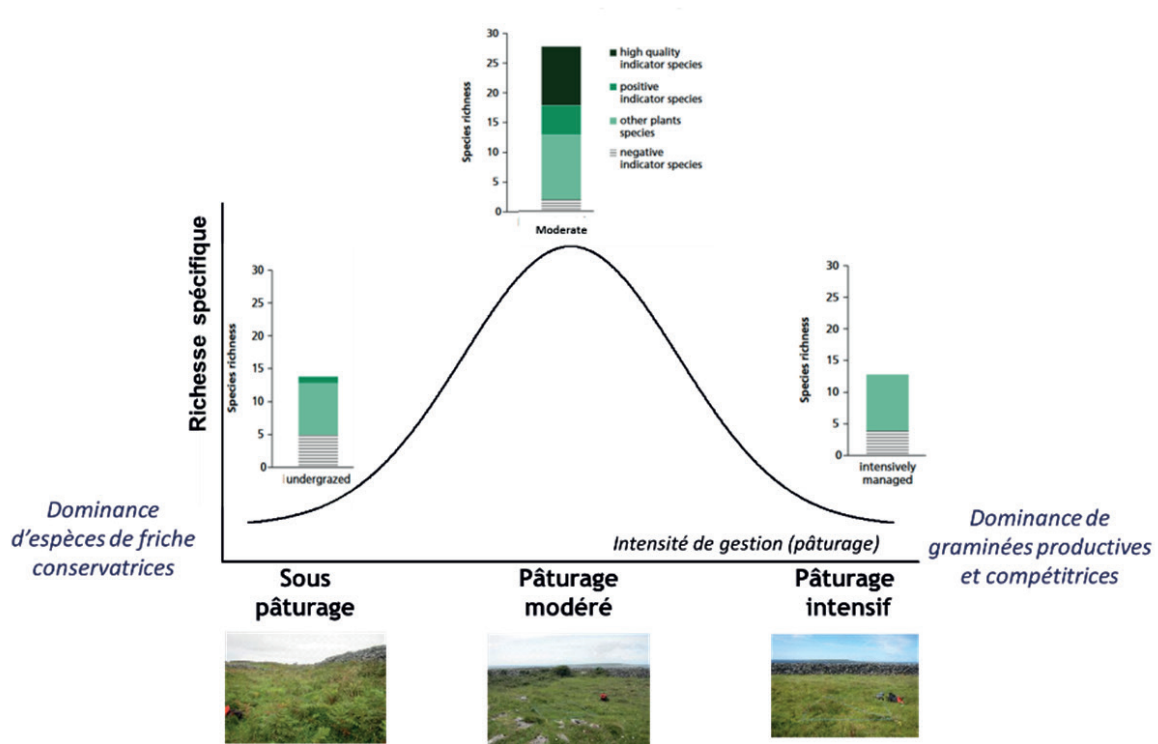


FIGURE 1 :Exemple sur impact de l'intensité de gestion, intensive, modéré et du sous-pâturage sur la richesse en espèces en Irlande. (FAO. 2016. Principles for the assessment of livestock impacts on biodiversity. Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. FAO, Rome, Italy).

FIGURE 1: Example of the impact of intensive, moderate and undergrazing management intensity on species richness in Ireland.

Effets du mode de pâturage sur le stockage de carbone

Les prairies permanentes stockent d'importantes quantités de carbone dans leurs sols (prairie $84,6 \pm 35,0$ Mg C/ha, 0-30cm, Pellerin *et al.*, 2019) équivalent à celui d'une forêt ($81,0 \pm 35,4$ t C/ha) et très supérieurs à ceux des grandes cultures (GC ; $51,6 \pm 16,2$ Mg C/ha). Toutefois, les valeurs de stockage de C (flux de C immobilisé dans le sol, estimé en quantité de C par surface et par unité de temps) rapportées par la littérature à l'échelle du globe montrent une très grande variabilité dans le cas des prairies gérées par l'homme (prairies naturelles, steppes, pelouses des étages sub-alpin et alpin) : on trouve une fourchette de stockage de C allant de -1,3 à plus de +1,4 Mg C ha⁻¹ an⁻¹ mesurées sur l'horizon de sol 0-30 cm. En Europe la gamme de variation est plus restreinte avec des valeurs entre -0,40 à 0,90 Mg C ha⁻¹ an⁻¹. En France (Pellerin *et al.*, 2019, EsCo INRAE), les valeurs de stockage C sous prairies (PP +0,21 $\pm$ 0,52Mg .C ha⁻¹an⁻¹ ; PT +0,37 $\pm$ 0,27 Mg C ha⁻¹an⁻¹) étant équivalentes à celles sous forêt (+0,24 $\pm$ 0,11 Mg C ha⁻¹an⁻¹; Jonard *et al.*, 2017) mais nettement supérieures à celles évaluées sous grandes cultures (-0,059 $\pm$ 0,16 Mg C ha⁻¹an⁻¹).

Le stockage de C varie selon le climat, la texture du sol et le mode d'exploitation de la parcelle. Les valeurs de stockage de C en

prairies permanentes (prairie > 5 ans) dépendent quant à elles, de l'historique d'occupation du sol, de l'état initial des stocks de C, du pédoclimat, de l'âge, des pratiques agricoles et de la composition botanique de la prairie (nombre et nature des espèces présentes). Les pratiques de gestion de la prairie concernent l'apport de fertilisants minéraux ou organiques, les modes d'exploitation de l'herbe (pâturage, fauche, mixte) et l'intensité de son utilisation vis-à-vis du potentiel de production de la prairie (McSherry et Ritchie, 2013).

Une hiérarchisation de l'effet de différentes pratiques a priori « stockantes » en prairies a été proposée sur la base de méta-analyses (Conant *et al.*, 2001, 2017, Bai *et al.*, 2022, Phukubye *et al.*, 2022). Quelques études ont montré que le stockage de C en prairie fauchée était inférieur à celui de prairies pâturées (Soussana *et al.*, 2010) avec une variabilité liée à la fréquence et à la date des fauches qui jouent sur la production primaire et donc sur les entrées de C vers le sol (i.e. Gos *et al.*, 2016). Plusieurs synthèses récentes se sont intéressées plus spécifiquement aux effets du pâturage sur le stockage de carbone en prairie (McSherry et Ritchie, 2013 ; Abdalla *et al.*, 2018 ; Eze *et al.*, 2018 ; Byrnes *et al.*, 2018, Bai *et al.*, 2022). En effet, la maîtrise du pâturage raisonné en regard des capacités du milieu, peut accroître les apports de carbone racinaire avec un rapport carbone/azote bas. Cela favorise la rétention d'azote, la formation et la persistance de carbone attaché aux agrégats minéral (MAOM, mineral aggregated organic matter) dans

les sols. Ces études montrent qu'une gestion du pâturage adaptée aux niveaux de ressources du milieu (disponibilité en minéraux, disponibilité en eau), favorise aussi un niveau de la biodiversité végétale favorable au bon fonctionnement de l'écosystème (cf. 2ème partie de cet article).

Le nombre et le type d'espèces végétales composant les prairies permanentes influencent le stockage de carbone. Des études récentes montrent et que les prairies à flore complexe permettent un stockage de C plus élevé (Hungate *et al.*, 2017 ; Lange *et al.*, 2015, Bai *et al.*, 2022). Ce stockage augmente en effet avec la richesse spécifique de la prairie et avec la présence de légumineuses (Mueller *et al.*, 2017 ; Rutledge *et al.*, 2017). Cet effet est probablement lié à une diversité de systèmes racinaires (plus ou moins denses et profonds, Bondaruk *et al.*, 2020), ainsi qu'à une augmentation de la disponibilité en azote en présence de légumineuses et à l'augmentation de la productivité primaire qui en découle. En général, l'introduction de nouvelles espèces fourragères soit en nombre par rapport une monoculture (Yang *et al.*, 2019, Elias *et al.*, 2023), en fonctionnement (légumineuses, Rutledge *et al.*, 2017) ou avec des espèces à racines profondes (Dignac *et al.*, 2017) ont des effets positifs sur le stockage de C (Bai *et al.*, 2022, Conant *et al.*, 2017).

En considérant le pâturage, son intensité exprimée par un gradient de chargement animal a un effet sur le stockage de C en prairie. Ainsi, à de faibles intensités de pâturage, il semble que les animaux favorisent le cycle de l'azote dans le sol et la productivité primaire nette du couvert, conduisant à une augmentation du stockage de C (Zhou *et al.*, 2017). En revanche, des intensités de pâturage plus élevées peuvent conduire à une diminution

du stockage de C dans le sol. Plusieurs synthèses émettent l'hypothèse d'une relation non linéaire entre l'intensité de pâturage et le stockage de C sous prairie, avec l'existence d'un optimum de l'intensité du pâturage (chargement animal) mais également de taux d'utilisation (biomasse consommée / biomasse produite), qui correspond à une intensité faible à modérée du pâturage (Soussana et Lemaire, 2014) (cf. Figure 2).

Concernant la fertilisation, dans une étude comparant les effets croisés du mode de pâturage (continu vs tournant) par des bovins et de l'apport ou non d'engrais azoté sur le stockage de C dans des prairies, l'analyse préliminaire des données (en cours de valorisation) montre que le stockage de C sous prairies ayant reçu un engrais azoté est presque le double en pâturage continu par rapport à la gestion en tournant. En revanche, dans le cas de prairies non-fertilisées, les niveaux de stockage semblent être équivalents entre les deux modes de pâturage. D'après les données recensées dans l'étude 4p1000, les niveaux de stockage moyens semblent confirmer les conclusions de Brynes *et al.* (2018) montrant un stockage plus faible dans le cas d'un pâturage continu ($0,19 \pm 0,08$ Mg C ha⁻¹ an⁻¹, n=18) que dans le cas d'un pâturage tournant ($0,47 \pm 0,09$ Mg C ha⁻¹ an⁻¹, n=30). Toutefois, le taux de l'utilisation de l'herbe (rapport entre la biomasse prélevée au pâturage et la biomasse produite) semble avoir un effet, montrant un stockage plus favorable dans le cas d'un pâturage tournant avec un taux d'utilisation moyen entre 0,5 à 0,8 qu'avec un taux plus élevé (Figure 2) Actuellement, il y a peu d'observations disponibles pour analyser avec certitudes tous les facteurs en interactions (Brynes *et al.*, 2018). Il est important de noter qu'il existe une grande diversité de conduites de pâturage tournant et continu et qu'il est sans

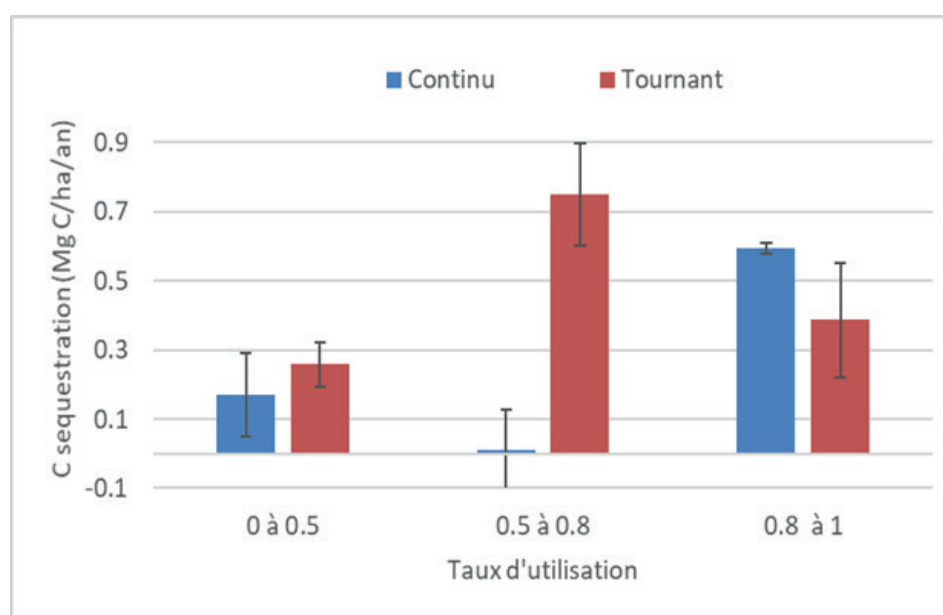


FIGURE 2 : Taux de stockage de C moyen en pâturage continu (n= 18) et tournant (n=25) en fonction du taux d'utilisation de l'herbe pour tous les niveaux de fertilisation confondus (issue Pellerin *et al.*, 2019, analyse de littérature).

FIGURE 2: Average C storage rate under continuous grazing (n= 18) and rotational grazing (n=25) as a function of grass utilisation rate for all fertilisation levels combined (from Pellerin *et al.*, 2019, literature review).

doute hasardeux de les comparer en simplifiant en deux catégories. En outre, ces deux modes de conduite sont souvent associés à des conditions pédoclimatiques et de végétation particulière qui interfèrent avec les effets du mode de pâturage sur le stockage de C. Enfin hors protocoles expérimentaux la gestion des parcelles en prairies ou des alpages peut varier entre saisons ou entre années selon les conditions pédoclimatiques et les besoins des animaux, rendant difficile l'attribution d'un résultat de suivi du C du sol à une modalité simple de gestion.

Effets du mode de pâturage sur la santé animale et le bien-être des éleveurs

Le pâturage a un rôle sur la santé de l'animal. Tout d'abord, laisser les animaux exprimer leur comportement naturel à travers le pâturage constitue un élément de bien-être. Pâture les incite également à se déplacer ce qui limite les risques de pathologies liées à la motricité. De plus, la composition des plantes ingérées peut avoir un effet sur la santé des animaux que ce soit en termes d'acides gras ou de métabolites secondaires. Par exemple, la teneur de l'herbe en caroténoïdes, précurseurs de la vitamine A ou en polyphénols joue un rôle 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). Ces effets des plantes mis en avant pour les animaux se retrouvent également chez l'humain. Les acides gras saturés de l'herbe, de type oméga 3, se retrouvent ensuite dans les produits laitiers (Chilliard *et al.*, 2007) ; ces composantes ont un effet de protection vis-à-vis des risques de maladies cardiovasculaires. Ainsi la composition floristique des prairies associée aux conditions de croissance (climat, sol) et au stade d'ingestion ont un rôle déterminant sur la nature et la quantité des métabolites secondaires (Fraisie *et al.*, 2007) dont certains ont un intérêt pour la santé humaine : composés phénoliques, terpènes, caroténoïdes, alcaloïdes et quinones (Mulligan et Doherty, 2008 ; Poutaraud *et al.*, 2017). 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). Des travaux sont également en cours pour affiner les effets des plantes prairiales sur la santé des animaux (CAS DAR PRAIDIV en cours).

Pour l'instant, ces travaux ne sont pas reliés aux modes de pâturage. Cependant, les espèces floristiques riches en métabolites secondaires sont principalement des dicotylédones (plantes à fleurs) qui sont plus sensibles à des conduites « intensives » à cause d'un piétinement fréquent ou les pâturages avec des rotations rapides, ou des rotations ne permettant pas leur floraison. Au regard du mode de pâturage, il est à ce jour difficile de distinguer un mode de pâturage plus avantageux qu'un autre pour la santé animale compte tenu de la grande variabilité de résultats sanitaires

à l'intérieur de chaque classe de pâturage (Sulpice *et al.* 2019). Il semblerait néanmoins, que l'effet bénéfique du pâturage sur la santé animale provienne (Haurat, 2018) d'une baisse du chargement et de la production laitière moyenne par animal.

Le pâturage a également un effet sur le bien-être de l'éleveur. Depuis une quinzaine d'années, un « retour à l'herbe » s'est opéré à l'initiative de différents groupes d'éleveurs, avec pour objectifs de réduire à la fois les achats d'aliments et d'engrais, la charge de travail et les risques pour l'environnement (Duru *et al.*, 2016). Cependant, faire pâture les animaux peut être source de bien-être ou d'inquiétude pour les éleveurs, selon leurs profils (Petit *et al.*, 2019). De plus, le mode de pâturage peut constituer une charge de travail supplémentaire. Un pâturage continu représente souvent moins de travail comparé au pâturage tournant puisqu'il ne nécessite pas de changements de parcelles aussi régulier. À l'inverse le pâturage continu peut mobiliser une charge mentale importante concernant la sécurité des troupeaux.

Le pâturage tournant demande un investissement et un travail initial conséquent mais qui diminue ensuite la charge de travail pendant la saison de pâturage. Dans ses versions les plus intensives (pâturage dynamique ou pâturage au fil), la charge de travail quotidienne peut être importante que ce soit pour la gestion de l'herbe ou de l'eau. En effet, dans ce cas, la gestion des déplacements de lots ou de filet mobile est liée à la disponibilité en herbe qui est adaptée aux besoins journaliers des animaux. Le choix du mode de pâturage reste donc un compromis entre les objectifs de l'éleveur et son savoir-faire, ce qui inclut le temps de travail.

Perspectives

Si les systèmes herbagers constituent des pistes pour répondre aux enjeux actuels de l'élevage (en France et ailleurs), plusieurs modes de pâturage coexistent : continu, tournant, tournant dynamique, cellulaire, etc. Pour concilier élevage et environnement et proposer des solutions pratiques aux éleveurs, il faut préciser et évaluer l'impact de ces différentes méthodes sur les services rendus : biodiversité, bien-être animal, aspects technico-socio-économiques et réduction des gaz à effet de serre. Pour le stockage de carbone, cela implique de mesurer la capacité de stockage des sols pour différents modes de pâturage et de l'intégrer dans les méthodes d'évaluation environnementale, comme le Label Bas Carbone.

Dans ce contexte, un Paturond, un projet intégratif, a été mis en place en fermes commerciales pour chercher à évaluer la réalisation d'un bouquet de services selon plusieurs modes de pâturage. Ce projet, co-construit entre un partenariat public (INRAE et VetAgro Sup) et privé (Moy Park Beef Orléans) vise à comparer les effets de trois modes de pâturage (le pâturage continu et le pâturage tournant, deux méthodes courantes en France et le pâturage adaptatif multi-paddocks) sur la fourniture d'un bouquet de services (valorisation de la prairie, valorisation zootechnique,

stockage du carbone, biodiversité, économie et temps de travail), dans les conditions d'élevage françaises de génisses allaitantes et laitières. Cet essai mené sur des fermes commerciales, dans trois régions pédoclimatiques en France, permettra notamment de tester un mode de pâturage (pâturage adaptatif multi paddocks) en provenance de l'Amérique du Nord, ayant pour objectif de favoriser les services environnementaux et la séquestration du carbone.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdalla, M., Hastings, A., Chadwick, D.R., Jones, D.L., Evans, C.D., Jones, M.B., Rees, R.M., Smith, P. (2018). Critical review of the impacts of grazing intensity on soil organic carbon storage and other soil quality indicators in extensively managed grasslands. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 253: 62-81. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2017.10.023>
- Allen V.G., C. Batello, E.J. Berretta, J. Hodgson, M. Kothmann, X. Li, J. Mclvor, J. Milne, C. Morris, A. Peeters and M. Sanderson (2011). An international terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass and Forage Science*, 66, 2-28.
- Bai Y., Cotrufo MF. (2022) Grassland soil carbon sequestration: Current understanding, challenges, and solutions. *Science*, 377 (6606), DOI: 10.1126/science.abo2380
- Baumont R., et al. (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
- 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., Aufrère J., Niderkorn V., Andueza D., Surault F., Peccatte J. R., Pelletier, P. (2008). La diversité spécifique dans le fourrage : conséquences sur la valeur alimentaire. *Fourrages*, 194, 189-206.
- Bondaruk et al., (2020). Overseeding legumes in natural grasslands: Impacts on root biomass and soil organic matter of commercial farms. *Science of the Total Environment*, 743, 140771. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140771>
- Byrnes R.C., Eastburn D.J., Tate K.W., Roche L.M. (2018). A Global Meta-Analysis of Grazing Impacts on Soil Health Indicators. *Journal of Environmental Quality*, 47, 758-765. <http://dx.doi.org/10.2134/jeq2017.08.0313>
- 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.
- Citepa, 2023. Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques. Bilan des émissions en France de 1990 à 2022. Rapport Secten éd. 2023. Civam 2023
- Conant R.T., Paustian K., Elliott E.T. (2001). Grassland management and conversion into grassland: Effects on soil carbon. *Ecological Applications*, 11, 343-355. [http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761\(2001\)011\[0343:gm acig\]2.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761(2001)011[0343:gm acig]2.0.co;2)
- Conant R.T.; Cerri C.E.P.; Osborne B.B.; Paustian K. (2017). Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis. *Ecological Applications*, 27, , 662-668. <http://dx.doi.org/10.1002/eap.1473>
- Crete A. et al. (2018). Ley grassland under temperate climate had a legacy effect on soil organic matter quantity, biogeochemical signature and microbial activities. *SBB*, 122, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.04.018>
- Delagarde R., Caillat H. et 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.
- Dignac MF., Derrien D., Barré P., Barot S. et al., (2017) Increasing soil carbon storage: mechanisms, effects of agricultural practices and proxies. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 37, 14, DOI 10.1007/s13593-017-0421-2
- Dumont B., Farrugia A. et Garel J.P. (2007). Pâturage et biodiversité des prairies permanentes. *Rencontres Recherches Ruminants*. 14 : 17-24.
- Dumont, B., Farrugia, A., Garel, J.P., Bachelard, P., Boitier, E., Frain, M. (2009). How does grazing intensity influence the diversity of plants and insects in a species-rich upland grassland on basalt soils? *Grass and Forage Science*, 64, 92-105.
- Durand D., Damon M., Gobert M. (2013). Oxidative stress in farm animals: general aspects. *Cah. Nutr. Diet.*, 48, 218-224.
- Duru M. et al. (2001) Fonctionnement de la prairie pâturée : structure du couvert et biodiversité. *Fourrages*, 166, 165-188.
- 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.
- Elias DMO., Mason KE., Howell K. et al., (2023) The potential to increase grassland soil C stocks by extending reseeding intervals is dependent on soil texture and depth. *Journal of Environmental Management*, 334, 117465, doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117465
- Eze, S.; Palmer, S.M.; Chapman, P.J. (2018). Soil organic carbon stock in grasslands: Effects of inorganic fertilizers, liming and grazing in different climate settings. *Journal of Environmental Management*, 223: 74-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.06.013>
- FAO. (2023). World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc8166en>
- FAO. (2016). Principles for the assessment of livestock impacts on biodiversity. Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. FAO, Rome, Italy.
- Farrugia, 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 ? *INRAE Productions Animales*, 21(2), 181-200.
- Filazzola Q., Brown C., Dettlaff MA., et al., (2020) The effects of livestock grazing on biodiversity are multi-trophic: a meta-analysis. *Ecology Letters*, 23, 1298-1309 .doi: 10.1111/ele.13527
- Fontaine S. et al. (2023) Plant–soil synchrony in nutrient cycles: Learning from ecosystems to design sustainable agrosystems. *Glob Change Biol.* 30, e17034. DOI: 10.1111/gcb.17034
- Fraisse D., Carnat A., Viala D., Pradel P., Besle .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 Agri.* 87, 2427-2435. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2918>
- Garcia F., Carrere P., Soussana JF., Beaumont R. et al. (2003) The ability of sheep at different stocking rates to maintain the quality and quantity of their diet during the grazing season *Journal of Agricultural Science*. 140, 113–124. <https://doi.org/10.1017/S0021859602002769>
- Gos, P.; Loucougaray, G.; Colace, M.P.; Arnoldi, C.; Gaucherand, S.; Dumazel, D.; Girard, L.; Delorme, S.; Lavorel, S. (2016). Relative contribution of soil, management and traits to co-variations of multiple ecosystem properties in grasslands. *Oecologia*, 180, 1001-1013. <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-016-3551-3>
- Graux A-I., Resmond R., Casellas E., Delaby L., Faverdin P., Le Bas C., Ripoche 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
- Grenet N., Billant MD., D'Hour P., Giraud JM., et al., (1987) Simplification du

- pâturage pour les troupeaux allaitants et les bovins d'élevage, *Fourrages*, 111, 283-298.
- Haurat M. (2018). Analyse rétrospective des principaux événements sanitaires et de leurs facteurs de risque dans un troupeau expérimental INRA conduit en système herbager, Thèse de doctorat vétérinaire, Oniris : Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique, 109 p
- Herrero M., Wirsén 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, doi:10.1146/annurev-environ-031113-093503
- Hungate B.A., Barbier E.B., Ando A.W., Marks S.P., Reich P.B., van Gestel, N., Tilman D., Knops, J.M.H., Hooper D.U., Butterfield B.J., Cardinale B.J. (2017). The economic value of grassland species for carbon storage. *Science Advances*, 3 <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.1601880>
- Jeangros B., Schmid W. (1991). Production et valeur nutritive des prairies permanentes riches en espèces. *Fourrages*, 126, 131-136
- Jonard S. et al. (2017). Forest soils in France are sequestering substantial amounts of carbon <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.028>. *Science of the Total Environment* 574 (2017) 616–628
- Lange M., Eisenhauer N., Sierra C.A., Bessler H., Engels C., et al. (2015). Plant diversity increases soil microbial activity and soil carbon storage. *Nature Communications*, 6. <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms7707>
- Leconte D. (1982) Comparaison des méthodes de pâturage « intensif continu » et « intensif tournant » pour la production de viande bovine», *Fourrages*, 89, 37-48.
- Leray O. (2017) Présentation des différentes techniques de pâturage selon les espèces herbivores utilisatrices. *Fourrages*, Association Française pour la Production Fourragère, 2017, 229, pp.11-16. hal-01540176
- Likkesfeldt J., Svendsen O., (2007). Oxidants and antioxidants in diseases: oxidative stress in farm animals. *Vet. J.*, 173, 502-511.
- Martin B., Graulet B., Uijtewaald 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
- McSherry, M.E.; Ritchie, M.E. (2013). Effects of grazing on grassland soil carbon: a global review. *Global Change Biology*, 19, 1347-1357. <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.12144>
- Michaud A., Plantureux S., Baumont R., Delaby L. (2020) Les prairies, une richesse et un support d'innovation pour des élevages de ruminants plus durables et acceptables. *INRAE Prod. Anim.*, 33 (3), 153-172.
- Michaud A., Plantureux S., Baumont R., Delaby L. (2020). Les prairies, une richesse et un support d'innovation pour des élevages de ruminants plus durables et acceptables. *INRAE Productions Animales*, 153-172. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2020.33.3.4543>
- Miller J.K., Brzezinska-Slebodzinska E., Madsen F.C. (1993). Oxidative stress, antioxidants, and animal function. *J. Dairy Sci.*, 76, 2812-2823.
- Mueller P., Granse D., Nolte S., Do H.T., Weingartner M., Hoth S., Jensen K. (2017) Top-down control of carbon sequestration: grazing affects microbial structure and function in salt marsh soils. *Ecological Applications*, 27, 1435-1450. <http://dx.doi.org/10.1002/eap.1534/full>
- Mulligan F.J., Doherty M.L. (2008). Production diseases of the transition cow. *Vet J.*, 176, 3-9.
- Parsons A.J.; Dumont B. (2003). Spatial heterogeneity and grazing processes. *Anim. Res.*, 52, 161–179.
- Pellerin S. et al. (2019). Stocker du carbone dans les sols français, Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ? Rapport scientifique de l'étude, INRA (France), 540 p
- 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
- Phukubye K. et al. (2022). Polyphenolic composition of a permanent pasture: Variations related to the period of harvesting. *J. Sci. Food Agric.*, 87, 2427-2435, <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2021.e00479>
- Poutaraud A., Michelot-Antalik A., Plantureux S. (2017). Grasslands: A Source of Secondary Metabolites for Livestock Health. *J. Agric. Food Chem.*, 65, 6535-6553.
- Ravetto Enri S. et al (2017) Redesign and hybridisation of practices, motivated by farmers' perceptions. *redesign and hybridisation of practices, motivated by farmers' perceptions. Agricultural Systems* 173 (2019). 435–448 *Agricultural Systems*, 173, 435–448. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2017.02.030>
- Recensement agricole Agreste, Novembre 2022, No 15
- 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.
- Rutledge S., Wall A.M., Mudge P.L., Troughton B., Campbell D.I. (2017). The carbon balance of temperate grasslands part I: The impact of increased species diversity. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 239: 310-323. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2017.01.039>
- Soussana J.F., Tallec, T., Blanfort, V. (2010). Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands. *Animal*, 4 (3): 334-350. <http://dx.doi.org/10.1017/s1751731109990784>
- Soussana J.F., Lemaire G. (2014). Coupling carbon and nitrogen cycles for environmentally sustainable intensification of grasslands and crop-livestock systems. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 190: 9-17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.012>
- Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T.D., Caste V., De Haan C. (2006) Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options. Food & Agriculture 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.
- Talle M. et al. (2016) Grazing vs. Mowing: a meta analyses of biodiversity benefits for grassland management. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 222, 200–212.
- 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.
- Yang Y., Tilman D., Furey G., Lehman C. (2019) Soil carbon sequestration accelerated by restoration of grassland biodiversity. *Nat Commun* 10, 718. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-08636-w>
- Zhou G.Y., Zhou X.H., He Y.H., Shao J.J., Hu Z.H., Liu R.Q., Zhou H.M., Hosseinibai S. (2017). Grazing intensity significantly affects belowground carbon and nitrogen cycling in grassland ecosystems: a meta-analysis. *Global Change Biology*, 23, 1167-1179. <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.13431>