



HAL
open science

Les atouts de la biodiversité pour l'élevage

Thierry Caquet

► **To cite this version:**

Thierry Caquet. Les atouts de la biodiversité pour l'élevage. Innovations Agronomiques, 2025, 104, pp.1-14. <10.17180/ciag-2025-vol104-art01>. <hal-05173409>

HAL Id: hal-05173409

<https://hal.inrae.fr/hal-05173409v1>

Submitted on 21 Jul 2025

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

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



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License



Les atouts de la biodiversité pour l'élevage

Thierry CAQUET¹

¹ INRAE, Collège de Direction, 147 rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07, France

Correspondance : thierry.caquet@inrae.fr

Résumé

L'élevage et la biodiversité sont au cœur de nombreux enjeux, en lien notamment avec le changement climatique. Si des antagonismes sont parfois observés, la biodiversité, qu'il s'agisse d'agrobiodiversité ou de biodiversité spontanée, doit être vue comme un atout pour la durabilité de l'élevage et un levier pour la reconception des systèmes de production. En particulier, la biodiversité des prairies peut jouer un rôle central. Des bénéfices multiples sont observés en termes de productivité, incluant la qualité des produits, mais aussi en termes de résilience vis-à-vis d'un certain nombre d'aléas, dont les aléas climatiques. En adoptant les principes de l'agroécologie, il est possible de favoriser certaines interactions positives et d'éviter les antagonismes. Les démarches correspondantes doivent tenir compte des caractéristiques du système concerné et veiller à prendre en compte d'autres aspects que la biodiversité (charge de travail, modèle économique de l'exploitation, etc.).

Mots-clés : Agroécologie ; productions animales ; pâturage ; prairies ; résilience.

Abstract : The benefits of biodiversity for livestock farming

Livestock farming and biodiversity are at the heart of local and global issues, particularly in relation to climate change. Although antagonisms are sometimes observed, biodiversity, whether agrobiodiversity or spontaneous biodiversity, must be seen as an asset for the sustainability of livestock farming and a lever for redesigning production systems. In particular, grassland biodiversity can play a central role. Multiple benefits can be expected in terms of productivity, including quality, but also resilience to a number of hazards, including climatic ones. By adopting the principles of agroecology, it is possible to foster positive interactions and avoid antagonisms. The corresponding approaches must consider the characteristics of the system concerned and ensure that aspects other than biodiversity are also considered (workload, farm economic model, etc.).

Keywords: Agroecology; animal production; grazing; grasslands; resilience.

1. Introduction : biodiversité et élevage au cœur d'enjeux globaux

La biodiversité, fruit de l'évolution, est au cœur de la production agricole et à la base des systèmes alimentaires : tout ce que nous consommons est issu, d'une manière ou d'une autre de la biodiversité.

Or, le constat dressé en 2019 par l'IPBES (The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) dans son évaluation mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques est clair (IPBES, 2019) : l'intensification et la multiplication des pressions sur la biodiversité sont avant tout associées aux activités humaines (démographie et évolution des demandes en alimentation, urbanisation, agriculture, transports, demande en bioénergie et biomatériaux, etc.) et le changement climatique exacerbe leurs impacts. Selon l'IPBES, plus d'un million d'espèces animales et végétales sont menacées d'extinction, 75 % de la surface des terres sont altérés de manière significative par les actions humaines et plus de 85 % des zones humides ont été détruites. Au travers du changement de l'usage des terres et de la consommation de fertilisants, de produits phytosanitaires et d'anti-infectieux, l'agriculture, incluant l'élevage, contribue fortement à la dégradation de la biodiversité.



L'agriculture est aussi à l'origine de transformations profondes de la biosphère. Les pâturages et les zones cultivées occupent 40 % des surfaces terrestres et sont devenus un des biomes les plus étendus de notre planète (Asner *et al.*, 2004 ; Foley *et al.*, 2005). L'Homme utilise directement 70 % de la surface terrestre libre de glace, dont environ 12 % pour les terres cultivées et environ 21 % pour le pâturage intensif ou extensif (IPCC, 2019). L'humanité utilise $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de la production primaire nette potentielle pour l'alimentation humaine et animale, les fibres, le bois et l'énergie. Depuis 1961, la croissance démographique mondiale (augmentation de 150 %) et l'évolution de la consommation par habitant ont entraîné des taux sans précédent d'utilisation des terres et de l'eau douce. Ceci s'est aussi accompagné d'une augmentation massive de l'utilisation d'azote minéral comme fertilisant (multipliés par 9 depuis 1961), permettant notamment une augmentation des rendements céréaliers (multiplié par 3 depuis 1961), ainsi que du nombre total de ruminants (+60 % depuis 1961). La biomasse mondiale des mammifères d'élevage, mesurée en quantité de carbone (C), est beaucoup plus importante que celle des mammifères sauvages ($\approx 0,1$ Gigatonne (Gt) C contre $\approx 0,007$ Gt C). Il en est de même pour celle des oiseaux d'élevage par rapport à celle des oiseaux sauvages ($\approx 0,005$ Gt C, dominés par les poulets, contre $\approx 0,002$ Gt C ; Bar-On *et al.*, 2018). Pour la période 2010-2019, les activités agricoles, forestières et autres activités liées à l'usage des terres représentent en moyenne 21 % du total net des émissions anthropiques de gaz à effet de serre (GES ; $11,9 \pm 4,4$ Gt CO₂e/an ; IPCC, 2022). Environ 30 % des émissions anthropiques totales de GES proviennent du système alimentaire mondial (incluant les émissions liées au transport, stockage, entreposage et conditionnement).

Le modèle agricole intensif s'est construit en opposant une biodiversité cultivée ou élevée (aussi appelée agrobiodiversité) « utile » à une biodiversité spontanée jugée « non utile », voire « indésirable » comme par exemple les plantes de bord des champs. Ses limites sont apparentes : dégradation de la biodiversité, y compris l'agrobiodiversité, pollutions, résistance des insectes ravageurs ou des champignons pathogènes aux pesticides, etc. Les atteintes à la biodiversité et aux ressources naturelles (eau, sols, etc.) fragilisent les systèmes cultivés, accroissent leur vulnérabilité et diminuent leur résilience à divers aléas dont ceux associés au changement climatique (vagues de chaleur, sécheresse ou au contraire excès d'eau, etc.). Par exemple, des travaux multiples ont mis en évidence le rôle majeur de l'agriculture intensive dans le déclin des insectes à l'échelle mondiale (Outhwaite *et al.*, 2022). L'Europe n'est pas épargnée, avec de nombreux impacts tels que la présence excessive de nutriments dans les milieux aquatiques, la surexploitation des ressources en eau, la pollution des milieux par des micropolluants (produits phytosanitaires par exemple), la perte d'habitats (haies, zones humides, etc.), la dégradation des sols ou la perte de biodiversité, notamment des pollinisateurs et des autres insectes, ainsi que de certaines espèces d'oiseaux (Rigal *et al.*, 2023). Plus largement, les altérations de la biodiversité sont susceptibles d'avoir des conséquences négatives sur le fonctionnement des écosystèmes et la fourniture des services que les sociétés humaines retirent de la biodiversité et des écosystèmes (IPBES, 2019), ainsi que sur l'émergence de maladies infectieuses (Keesing et Ostfeld, 2021).

L'agrobiodiversité n'est pas épargnée. Le rapport de l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture sur la biodiversité pour l'alimentation et l'agriculture (FAO, 2019) rappelle que cette biodiversité est indispensable à la sécurité alimentaire, au développement durable et à la fourniture de nombreux services écosystémiques essentiels pour les populations humaines. Elle concourt au renforcement de la résilience des systèmes de production et des moyens d'existence face aux chocs et aux crises, en particulier les effets du changement climatique. Elle constitue une ressource clé pour concilier production alimentaire et limitation des incidences négatives sur l'environnement. Elle apporte aussi de multiples contributions aux moyens d'existence des populations humaines et permet souvent aux producteurs agricoles et autres producteurs de denrées alimentaires d'être moins tributaires d'intrants externes coûteux ou nocifs pour l'environnement. Or, de nombreux éléments essentiels de cette biodiversité sont en déclin, que ce soit au niveau génétique, des espèces ou des écosystèmes. Par exemple, la proportion des races d'animaux d'élevage en danger d'extinction (26 % des 7 745 races locales recensées dans le monde) est en augmentation et dans certaines régions, la diversité végétale dans les champs diminue (9 des 6 000

espèces végétales cultivées à des fins alimentaires représentent 66 % de la production agricole totale) tandis que dans le même temps les facteurs qui menacent l'agrobiodiversité, comme le changement climatique ou l'uniformisation des productions s'accroissent. Or, la biodiversité spontanée et l'agrobiodiversité sont essentielles pour rendre possible la transition des systèmes alimentaires via la transformation des systèmes actuels vers des systèmes qui permettent d'atteindre plusieurs objectifs : la sécurité alimentaire pour tous, la satisfaction des préférences alimentaires des consommateurs, un niveau de vie décent pour tous les producteurs, la production de denrées dans le respect de la biodiversité et des écosystèmes, ainsi que l'atténuation et l'adaptation au changement climatique. Pour autant, il convient de ne pas oublier que, dans certaines situations, les activités d'élevage peuvent être exposées à des menaces issues de la biodiversité spontanée, qu'il s'agisse de prédation (Marsden *et al.*, 2023) ou de la transmission de zoonoses (Karmacharya *et al.*, 2024).

2. Elevage et biodiversité : des relations ambivalentes

Selon l'IPBES (2019), les cinq facteurs directs de changement (« pressions ») qui affectent la nature et ont les plus forts impacts à l'échelle mondiale sur la biodiversité sont : (1) les changements d'usage des terres et de la mer ; (2) l'exploitation directe de certains organismes ; (3) le changement climatique ; (4) les espèces exotiques envahissantes ; et (5) la pollution. L'élevage peut contribuer de manière directe ou indirecte à chacun de ces facteurs, mais aussi avoir des bénéfices pour la biodiversité (FAO, 2020 ; Figure 1). Par exemple, les systèmes d'élevage détruisent les habitats de la biodiversité lorsque des forêts sont converties en pâturages ou en terres cultivées pour la production d'aliments pour le bétail, mais le pâturage est souvent le seul moyen de maintenir les prairies semi-naturelles qui existent depuis des centaines d'années et abritent une biodiversité riche et unique (Alkemade *et al.*, 2012).

Dans ce qui suit, sont abordés plus en détail les relations entre pâturage et biodiversité, le rôle central de la biodiversité des prairies et les relations entre élevage et faune sauvage.

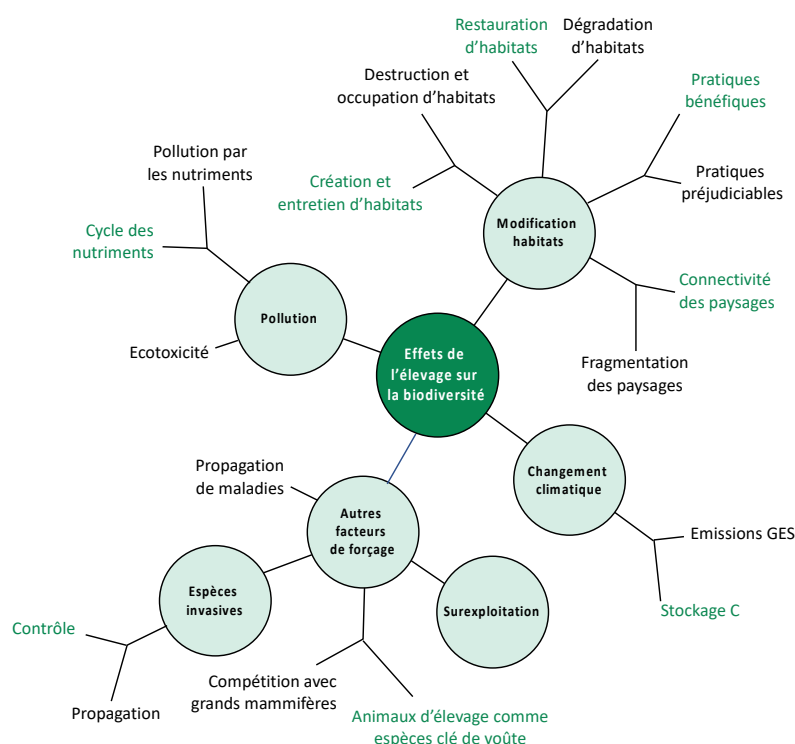


Figure 1 : Représentation schématique des interactions directes et indirectes entre élevage et biodiversité. Les interactions positives sont indiquées en vert (d'après FAO, 2020).



2.1. Pâturage et biodiversité

Selon Garcia-Vega *et al.*, 2024, des effets contradictoires de l'activité de pâturage sur l'abondance et la diversité des espèces sont rapportés dans la littérature. Ces contradictions apparentes s'expliquent par l'échelle d'étude, les groupes taxonomiques, le climat ou l'intensité du pâturage pris en considération (Liang *et al.*, 2021). Ainsi, si la méta-analyse mondiale de Filazzola *et al.* (2020) a mis en évidence des effets négatifs du pâturage sur l'abondance des plantes et des vertébrés, ainsi que sur la diversité des invertébrés, une autre méta-analyse détaillant plus finement les pratiques a trouvé des effets significativement positifs sur la diversité des plantes et des microbes du sol à des intensités de pâturage faibles et modérées, mais une baisse pour un pâturage plus intensif (Wang et Tang, 2019). Cette forme de relation est conforme à l'hypothèse de perturbation intermédiaire qui postule que la diversité devrait culminer à des intensités de pâturage modérées.

Le pâturage intensif peut entraîner des changements dans la composition, la structure de l'assemblage et le fonctionnement des écosystèmes prairiaux (Watkinson et Ormerod, 2001). A l'échelle mondiale, il est impliqué dans le déclin de la richesse, de la diversité et de l'abondance de certains vertébrés, ainsi que dans la réduction de la biomasse des insectes (Wazna, 2016). Ceci découle de l'effet cumulatif de la destruction des habitats, de l'herbivorie (changements dans la structure de la végétation) et du piétinement (compactage du sol et eutrophisation), ainsi que des pratiques de gestion du pâturage.

Tous les taxons ne répondent pas de la même manière : si dans certaines études la biodiversité des arthropodes diminue avec le pâturage, Van Klink et WallisDeVries (2018) ont mis en évidence les effets positifs du pâturage sur les arthropodes dans cinq pays européens, lorsque le contrôle des populations d'herbivores sauvages ou domestiques dans les systèmes de ré-ensauvagement a conduit à des densités équivalentes à moins de 1,5 fois les capacités de charge des écosystèmes. Ces données suggèrent que les pâturages peuvent abriter des niveaux élevés de biodiversité lorsque leur gestion imite les conditions naturelles des prairies.

Dans les systèmes extensifs, une gestion inadaptée du pâturage peut conduire à un surpâturage qui entraîne la dégradation des sols et réduit la diversité végétale ainsi que la productivité. A l'inverse, l'abandon du pâturage peut entraîner une homogénéisation des communautés végétales due à la perte d'espèces spécialisées rares et à l'augmentation de la présence d'espèces généralistes communes, conduisant à un déclin général de la biodiversité végétale (Epelde *et al.*, 2017 ; Oggioni *et al.*, 2020).

Des effets de l'arrêt du pâturage sur la biodiversité des micro-organismes et de la faune du sol ont aussi été mis en évidence (Oggioni *et al.*, 2020). L'homogénéisation biotique et la perte de biodiversité associée résultant de l'exclusion du pâturage sont susceptibles d'avoir un impact sur le fonctionnement des écosystèmes (Johansen *et al.*, 2019 ; Oggioni *et al.*, 2020).

Dans le cadre d'une gestion adéquate, les animaux domestiques peuvent jouer le rôle écologique des herbivores sauvages dans le maintien de la biodiversité prairiale (Bond et Parr, 2010). En outre, la diversité écologique au sein des écosystèmes exposés à des niveaux modérés de pâturage offre souvent des conditions favorables pour que les plantes et les animaux (en particulier les invertébrés) trouvent des habitats adaptés à l'accomplissement de leur cycle de vie (Neilly *et al.*, 2016 ; Pozo *et al.*, 2021).

2.2. La biodiversité des prairies : une richesse à préserver

Les prairies naturelles abritent souvent une biodiversité importante et elles supportent diverses fonctions et services écosystémiques (Figure 2). Par exemple, elles fournissent des services d'approvisionnement tels que la production de fourrage, des services culturels et des services de régulation tels que le stockage du carbone, la régulation de l'eau et le contrôle de l'érosion des sols. Elles ont aussi une influence sur la qualité des produits animaux, viandes ou produits laitiers. En outre, elles contribuent à la régulation du climat via la séquestration de carbone dans le sol et leur albédo élevé.

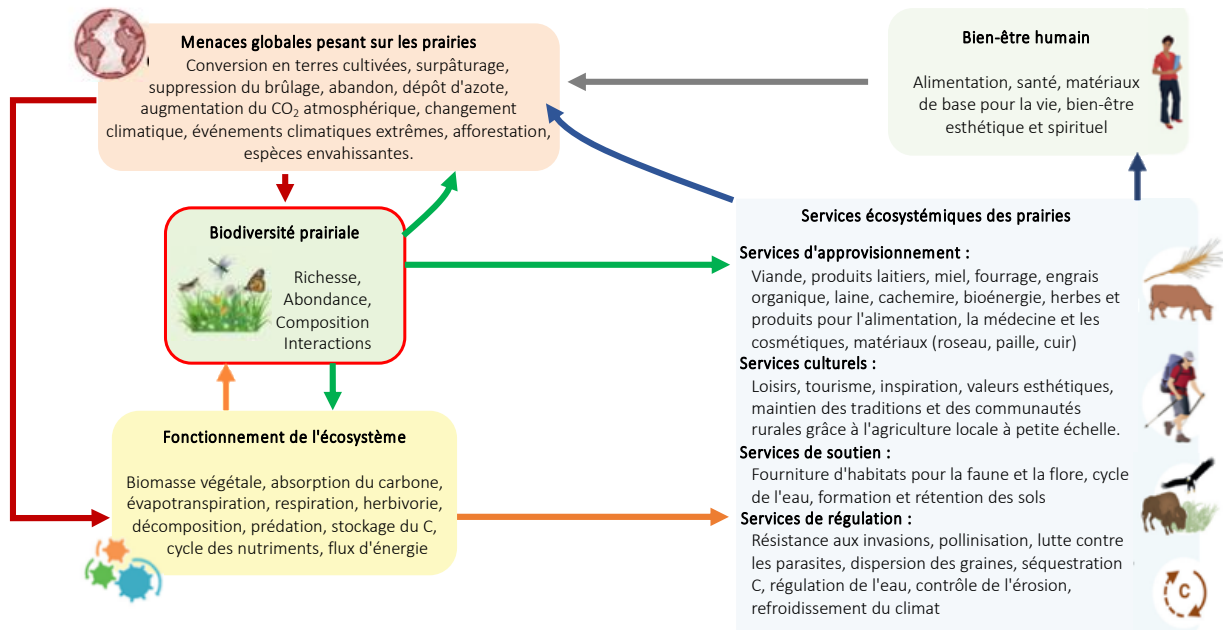


Figure 2 : Relations entre la biodiversité des prairies, le fonctionnement des écosystèmes, les services écosystémiques et le bien-être humain (modifié d'après Petermann et Buzhdygan, 2021).

Une biodiversité élevée aux différents niveaux trophiques (par exemple, plus d'une dizaine d'espèces de plantes) est nécessaire pour maintenir la multifonctionnalité des prairies et fournir divers services écosystémiques. La diversité des espèces végétales prairiales est de longue date un objet d'étude en écologie, notamment pour comprendre comment autant d'espèces peuvent coexister au sein d'habitats de taille aussi restreinte. De très nombreuses expériences ont été menées, parfois sur plusieurs décennies, qui ont permis de recueillir un grand nombre de données sur l'assemblage des communautés et les règles qui déterminent la diversité des espèces végétales dans les prairies. Outre les mécanismes naturels de coexistence, la gestion anthropique des prairies par le pâturage ou la fauche empêche l'exclusion compétitive et augmente le nombre d'espèces qui coexistent au sein des systèmes gérés.

Les analyses ont montré que la diversité végétale augmente la productivité et la stabilité des communautés végétales des prairies (Polley *et al.*, 2013 ; Prieto *et al.*, 2015). Les principaux mécanismes proposés pour expliquer la relation positive entre la diversité végétale et la productivité des plantes sont les effets de complémentarité (différenciation des niches, interactions positives) et les effets de sélection (dominance d'espèces présentant des traits particuliers ; Hector *et al.*, 2002). Les observations suggèrent que la relation entre la productivité du site et la richesse en espèces végétales présente une forme « en cloche », la richesse en espèces étant la plus élevée pour une productivité intermédiaire.

Des études plus récentes sur la relation entre la biodiversité et le fonctionnement de l'écosystème dans les prairies ont tenté d'inclure l'ensemble du réseau trophique et de mesurer le flux d'énergie entre les différents compartiments de ce réseau. Elles ont montré que la richesse végétale affecte le fonctionnement de l'ensemble de l'écosystème à travers les réseaux trophiques aériens et souterrains (Eisenhauer *et al.*, 2018 ; Schaub *et al.*, 2020). La diversité végétale affecte les attributs physiques, chimiques et biologiques du sol, à la fois indirectement par la promotion de la production de biomasse, et directement par les espèces végétales, sur les attributs et le fonctionnement du sol. Les plantes nourrissent et développent le biote du sol grâce à leur litière et aux apports organiques dérivés des racines (exsudats racinaires, nécromasse racinaire), qui sont augmentés par la diversité végétale. En outre, les espèces végétales diffèrent par leur structure et leur fonction souterraines, qui influencent le biote du sol et sont directement liées au fonctionnement du sol (McNally *et al.*, 2015 ; Eisenhauer *et al.*, 2018).

L'intensification et l'homogénéisation de l'agriculture ont été des facteurs importants de perte de diversité de la flore et de la faune dans les pâturages. Dans les prairies tempérées, la diversité des espèces



végétales tend à atteindre un maximum à des niveaux de perturbation et de stress intermédiaires, ce qui implique que les prairies gérées de manière intensive présentent une diversité végétale réduite. Il a été démontré que le maintien d'une diversité d'espèces végétales locales augmentait la productivité des prairies.

Les communautés végétales composées de différents groupes fonctionnels d'espèces présentent également une plus grande stabilité temporelle en termes de rendement, car elles sont plus résistantes ou résilientes aux perturbations environnementales ou biologiques en raison de différences de tolérance entre les espèces (Polley *et al.*, 2013). Les communautés végétales composées de groupes fonctionnels d'espèces ayant des réponses différentes aux changements des conditions environnementales deviennent critiques face au changement climatique. La diversité végétale est fortement corrélée à la diversité phytochimique au niveau de la communauté (Marzetz *et al.*, 2017), qui est nécessaire pour l'expression optimale du fonctionnement de l'animal ruminant (Provenza *et al.*, 2007).

Enfin, de nombreux travaux ont mis en évidence l'existence d'un « effet pâturage » sur les caractéristiques sensorielles et la qualité nutritionnelle du lait, des fromages, du beurre et de la viande (revue in Michaud *et al.*, 2020). Sur le plan nutritionnel, les recherches ont également montré le bénéfice procuré par le pâturage, notamment sur des prairies diversifiées pour le lait et la viande : forte diminution des acides gras saturés, augmentation des acides gras polyinsaturés comme les oméga-3, amélioration du ratio oméga-6/oméga-3, ainsi qu'une hausse de la teneur en antioxydants et certaines vitamines. Même si les effets du pâturage dépendent du pourcentage d'herbe dans la ration de l'animal, leurs qualités nutritionnelles restent supérieures à celles des produits animaux nourris uniquement à base de compléments ou d'ensilage de maïs.

2.3. Relations avec la faune sauvage

Les relations entre élevage et faune sauvage font l'objet d'études dans de nombreux pays du monde mais ces études sont proportionnellement moins nombreuses en Europe que dans d'autres régions où la coexistence entre animaux d'élevage et faune sauvage est plus fréquente (Afrique ou Amérique du Sud par exemple). Il en découle que ce qui suit ne s'applique pas nécessairement de manière systématique au cas européen. La Figure 3 présente une synthèse des principaux effets positifs et négatifs de la coexistence entre le bétail et la faune sauvage, ainsi que les principaux facteurs susceptibles d'agir sur ces interactions (revue in Barroso et Zanet, 2024) :

- Effets négatifs potentiels de la faune sauvage sur le bétail : (i) concurrence, via la consommation des ressources fourragères, la modification du comportement du bétail et la réduction de sa productivité (Riginos *et al.*, 2012) ; (ii) prédation du cheptel par des prédateurs sauvages, entraînant des pertes économiques (Neilly *et al.*, 2016 ; Marsden *et al.*, 2023) ; (iii) passage d'agents pathogènes du compartiment sauvage vers le bétail (Barroso *et al.*, 2020 ; Karmacharya *et al.*, 2024).

- Effets positifs potentiels de la faune sauvage sur le bétail : (i) coexistence avec des herbivores sauvages qui limiterait la prédation sur le bétail (Neilly *et al.*, 2016), même si les interactions entre bétail, herbivores sauvages et prédateurs sont complexes (Pozo *et al.*, 2021) ; (ii) relations mutualistes entre espèces sauvages et élevées, telles que le héron garde-boeufs (*Bubulcus ibis*) et le bétail (Barroso et Zanet, 2024).

- Effets négatifs potentiels du bétail sur la faune sauvage : (i) altération des habitats naturels par le pâturage, le piétinement et l'eutrophisation : les changements dans la structure de la végétation et le piétinement réduisent la qualité de l'habitat pour certaines espèces, ce qui peut avoir un impact sur la biodiversité (Neilly *et al.*, 2016) ; (ii) compétition pour la consommation de ressources fourragères (Schielz et Rubenstein, 2016) ; (iii) changements induits dans l'organisation et l'équilibre des communautés sauvages ainsi que dans la structure de l'habitat, avec certains effets en cascade (Wazna, 2016) ; (iv) exposition de la faune sauvage aux résidus de médicaments vétérinaires et propagation de gènes de résistance aux antimicrobiens (Neilly *et al.*, 2016 ; Kok *et al.*, 2020).



- Effets positifs potentiels du bétail sur la faune sauvage : (i) modification des habitats, qui peuvent également présenter un avantage pour les espèces qui préfèrent les habitats plus ouverts et dominés par l'herbe, par exemple, les rapaces, certains reptiles, les ongulés de montagne et les marmottes alpines (Huaranca *et al.*, 2022) ; (ii) charognards qui bénéficient d'une augmentation de la disponibilité de carcasses (Neilly *et al.*, 2016 ; Kok *et al.*, 2020) ; (iii) effets bénéfiques indirects des pratiques de gestion des terres associées, telles que l'approvisionnement artificiel en eau (Riginos *et al.*, 2012).

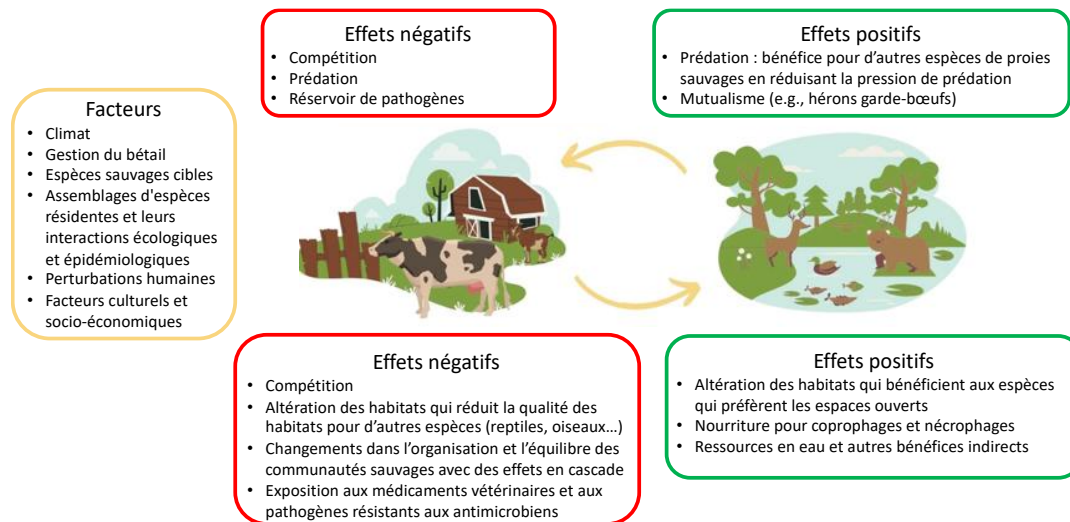


Figure 3 : Principaux effets positifs et négatifs de la faune sauvage sur le bétail (en haut) et du bétail sur la faune sauvage (en bas) découlant de leur coexistence, ainsi que les principaux facteurs susceptibles de déterminer ces résultats (modifié d'après Barroso et Zanet, 2024).

3. Les apports du cadre de réflexion de l'agroécologie

Vue sous l'angle de la recherche, l'ambition de l'agroécologie est de contribuer à repenser les systèmes agri-alimentaires afin de favoriser les transitions vers des systèmes durables (Mauguin *et al.*, 2024). Il s'agit de mobiliser des connaissances théoriques et pratiques afin de concevoir des modes de production qui reposent sur l'utilisation des principes et concepts issus de l'écologie afin de permettre : (i) une moindre dépendance aux intrants (par exemple, ressources énergétiques fossiles, engrais, pesticides, eau) et de limiter les impacts négatifs de leur usage ; (ii) une plus grande résilience face au changement climatique, mais aussi vis-à-vis de la volatilité des prix agricoles et alimentaires ; et (iii) un renforcement des différents services fournis par les agrosystèmes et les paysages agricoles (approvisionnement, régulations environnementales, etc.).

Passer de l'agriculture conventionnelle à l'agroécologie implique de passer du paradigme qui a forgé les systèmes agricoles actuels, fondé sur « l'individu idéal » et qui vise à obtenir l'animal ou le végétal le plus performant dans un environnement contrôlé et rendu optimal par les intrants, à un nouveau paradigme fondé sur les interactions entre individus et leur intégration au niveau du champ ou du paysage. L'hypothèse est qu'une diversité d'individus, de variétés/races ou d'espèces sera mieux adaptée, du fait des interactions qu'ils ou elles entretiennent, à des environnements hétérogènes et changeants. Leurs arrangements dans le temps et l'espace pourront s'avérer aussi plus efficaces, car explorant mieux les ressources, mais surtout plus résilients aux perturbations en raison de leur diversité.

Le couplage entre les productions animales et végétales constitue un levier majeur des démarches agroécologiques. L'agroécologie peut être considérée comme une voie pour réduire l'empreinte environnementale des systèmes d'élevage, y compris sur la biodiversité, principalement en stimulant les processus naturels pour augmenter la production et réduire l'utilisation d'intrants, et en fermant les boucles du système, réduisant ainsi la demande de matières premières et la pollution, en économisant le traitement des déchets.



Dumont *et al.* (2013) ont été les premiers à aborder de manière systémique les perspectives de l'agroécologie dans le secteur des productions animales, en montrant comment les principes agroécologiques pouvaient être appliqués à la plupart des systèmes d'élevage. Ils ont proposé cinq principes reposant sur des processus écologiques à optimiser : (i) adopter des pratiques de gestion visant à améliorer la santé des animaux (à noter que le bien-être animal n'était pas évoqué dans la publication originale mais qu'il doit être pris en compte dans les pratiques mobilisées) ; (ii) diminuer les intrants nécessaires à la production ; (iii) diminuer la pollution en optimisant le fonctionnement biogéochimique des systèmes d'élevage ; (iv) accroître la diversité au sein des systèmes de production animale pour renforcer leur résilience ; et (v) préserver la biodiversité dans les agroécosystèmes en adaptant les pratiques de gestion (Figure 4).



Figure 4 : Cinq principes pour la reconception des systèmes de production animale (modifié d'après Soussana *et al.*, 2015).

Comme dans le cas des écosystèmes naturels, la diversification des exploitations à différents niveaux permet de faire face de manière plus efficace à des risques de nature différente en augmentant leur résilience. Cette dernière repose sur 3 grandes capacités (Darnhofer, 2014) : capacité tampon (= capacité à assimiler une perturbation sans changement de structure ou de fonction), capacité d'adaptation (= capacité d'un système à s'adapter à l'évolution des facteurs externes et des processus internes, ce qui lui permet de se développer tout en restant dans le cadre du régime actuel) et capacité de transformation (= capacité à mettre en œuvre des changements radicaux, dans le cadre desquels l'exploitation adopte de nouvelles hypothèses de fonctionnement de base). Dumont *et al.* (2022) ont montré que la diversification des types de prairies, du bétail, des produits et de la main-d'œuvre agricole était susceptible de sécuriser les systèmes basés sur les prairies dans les régions de plaine, de montagne et méditerranéennes, et que l'amélioration de la diversité au sein de l'exploitation avait des conséquences positives sur les différentes dimensions de la résilience (Tableau 1).

La gestion de la diversité fonctionnelle des plantes est une stratégie agroécologique clé qui peut être appliquée aux systèmes de pâturage. Les stratégies de gestion des pâturages qui préservent la biodiversité tout en assurant un bon rendement économique aux agriculteurs peuvent produire des résultats bénéfiques pour les animaux, les éleveurs et l'environnement. Par exemple, la préservation des prairies riches en légumineuses et l'introduction de bandes semées en bordure des champs cultivés favorisent l'abondance et la richesse spécifique des pollinisateurs grâce à des interactions trophiques positives (Marshall *et al.*, 2006). De même, la manipulation du calendrier de pâturage (par le pâturage tardif ou l'exclusion du pâturage aux périodes de floraison maximale) peut être un outil de conservation puissant pour les insectes qui visitent les fleurs (Farruggia *et al.*, 2012) et les oiseaux des prairies (Durant



et al., 2008), sans avoir d'impact sur les taux de charge. Cependant, l'intensité du pâturage doit être adaptée au type de bétail et à la variation annuelle de la croissance de l'herbe afin que la gestion du pâturage puisse répondre à la fois aux besoins de production et de conservation. La diversité des ressources fourragères contribue également à protéger le système d'alimentation des animaux contre la variabilité climatique saisonnière et à long terme. Les animaux au pâturage tirent parti de la diversité des ressources pour maintenir leur consommation quotidienne et leurs performances.

Tableau 1 : Exemples de contribution potentielle de diverses pratiques favorables à l'accroissement de la résilience des exploitations d'élevage. Les pratiques mobilisant la biodiversité/l'agrobiodiversité sont indiquées en gras (modifié d'après Dumont *et al.*, 2022).

	RESSOURCES ALIMENTAIRES	ANIMAL	GESTION DE L'EXPLOITATION
CAPACITE TAMPON	<ul style="list-style-type: none"> - Semer des prairies multi-espèces - Maintenir une diversité de pâturages permanents - Semer des fourrages temporaires et des cultures de couverture dans les rotations 	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser différentes races/lignées dans les troupeaux mixtes - Élever des espèces de poissons ayant des niches écologiques différentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Faire paître différentes espèces de bétail sur les mêmes parcelles - Augmenter les interactions entre les cultures et le bétail, <i>i.e.</i>, utiliser les résidus de culture pour nourrir les animaux et le fumier pour fertiliser les cultures
CAPACITE D'ADAPTATION	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser des cultures à double usage - Utiliser le feuillage des arbres pour nourrir les animaux 	<ul style="list-style-type: none"> - Allonger la durée de vie productive des animaux 	<ul style="list-style-type: none"> - Vendre des animaux pour réduire la densité de peuplement - Adapter le type de produit vendu aux conditions du marché - Modifier l'équilibre entre les troupeaux dans les exploitations multi-espèces
CAPACITE DE TRANSFORMATION	<ul style="list-style-type: none"> - Échanger des aliments, de la paille et du fumier avec les producteurs locaux de cultures spécialisées 	<ul style="list-style-type: none"> - Faire paître les animaux sur des cultures de couverture 	<ul style="list-style-type: none"> - Introduire l'aquaculture dans les systèmes existants - Ajouter des monogastriques aux exploitations bovines pour des rentrées d'argent plus régulières - Développer une entreprise de transformation et des ventes à la ferme - Développer l'agritourisme

Au niveau des troupeaux, la diversité des espèces animales et des pratiques de gestion permet de sécuriser les systèmes pastoraux. L'élevage de différentes espèces animales constitue une stratégie de répartition des risques contre la sécheresse, les épidémies et les fluctuations des prix du marché (Tichit *et al.*, 2004). L'adaptation des pratiques de gestion aux caractéristiques biologiques de chaque espèce est également un levier essentiel pour assurer la résilience (par exemple, en modulant les pratiques d'élevage en fonction de la longévité des femelles et de la sensibilité au climat).

La combinaison de plusieurs espèces d'herbivores dans des systèmes de pâturage libre permet d'augmenter l'utilisation globale de la végétation et les gains de poids vif (D'Alexis *et al.*, 2014). Il a aussi été démontré que la diversité des types de prairies au sein d'une exploitation améliore l'autosuffisance de l'exploitation en matière de fourrage, tant dans les exploitations laitières que dans les exploitations allaitantes (Andrieu *et al.*, 2007). D'autres travaux ont également souligné qu'une diversité de pratiques de gestion du pâturage, en termes de taux de chargement et de périodes, peut améliorer la stabilité de la production malgré les épisodes de sécheresse (Sabatier *et al.*, 2012).

Mais il est important de garder présent à l'esprit que la démarche proposée n'est pas une stratégie universelle. Il existe des niveaux optimaux de mobilisation de la biodiversité à différentes échelles, qui



sont étroitement liés et dépendent des caractéristiques de l'exploitation (diversité des types de sol, types de fourrages produits, diversification des produits et de la main-d'œuvre agricole). Il ne faut pas négliger l'existence de freins possibles, que ce soit en termes de difficultés à mettre en œuvre de nouvelles pratiques, d'accroissement de la charge de travail ou de modèle économique à adapter pour intégrer éventuellement des coûts additionnels. L'un des enjeux est d'atteindre un niveau de diversité adapté aux ressources disponibles et au potentiel de l'environnement de l'exploitation, ce qui permet de préserver la biodiversité tout en renforçant la résilience socio-économique de l'exploitation et son potentiel d'atténuation et d'adaptation au changement climatique et à d'autres perturbations (Dumont *et al.*, 2022).

4. Conclusion

La biodiversité peut être abordée à différents niveaux d'organisation du vivant, depuis la diversité génétique intra-spécifique jusqu'à celle des écosystèmes en passant par celle des espèces. De la même façon, les questions des interactions entre élevage et biodiversité peuvent être analysées à ces différents niveaux, qu'il s'agisse de l'agrobiodiversité (par ex., génétique des animaux d'élevage ou des espèces fourragères) ou de la biodiversité spontanée (par ex., interactions avec la faune sauvage). Il ressort des travaux académiques, mais aussi de travaux plus techniques, que si des antagonismes entre biodiversité et élevage peuvent être observés dans diverses situations, la biodiversité (incluant agrobiodiversité et biodiversité spontanée) peut constituer un atout pour la durabilité de l'élevage, y compris dans une vision de reconception des systèmes de production en cohérence avec la transition agroécologique. Dans ce contexte, les prairies peuvent et doivent jouer un rôle de tout premier plan.

Des bénéfices multiples sont attendus en termes de productivité et de qualité des produits, mais aussi de résilience vis-à-vis d'un certain nombre d'aléas, dont les aléas climatiques. Dans une vision d'utilisation durable de la biodiversité et de soutien à d'autres services écosystémiques que les services d'approvisionnement, il convient de favoriser les interactions positives et éviter les antagonismes (prédation, zoonoses mais aussi pression de pâturage non durable) entre élevage et biodiversité. Il faut toutefois garder présent à l'esprit l'existence de freins possibles qu'il convient d'identifier et de dépasser, que ce soit en termes de difficultés à mettre en œuvre de nouvelles pratiques, d'accroissement de la charge de travail ou de modèle économique à adapter pour intégrer des coûts additionnels.

Déclaration relative à l'Intelligence artificielle générative et aux technologies assistées par l'Intelligence artificielle dans le processus de rédaction.

L'auteur n'a pas utilisé de technologies assistées par intelligence artificielle dans le processus de rédaction.

ORCID de l'auteur

Thierry Caquet : 0009-0004-3006-8708

Contributions des auteurs

Thierry Caquet a rédigé l'article.

Déclaration d'intérêt

L'auteur déclare ne pas travailler, ne pas conseiller, ne pas posséder de parts, ne pas recevoir de fonds d'une organisation qui pourrait tirer profit de cet article, et ne déclare aucune autre affiliation que celle citée en début d'article.

Références bibliographiques :

Alkemade R., Reid R.S., van der Berg M., Jeuken M., 2012. Assessing the impacts of livestock production on biodiversity in rangeland ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110, 20900-20905. <https://doi.org/10.1073/pnas.1011013108>



- Andrieu N., Josien E., Duru M., 2007. Relationships between diversity of grassland vegetation, field characteristics and land use management practices assessed at the farm level. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 120, 359-369.
- Asner G.P., Elmore A.J., Olander L.P., Martin R.E., Harris A.T., 2004. Grazing systems, ecosystem responses, and global change. *Annual Review of Environment and Resources* 29, 261-299. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.29.062403.102142>
- Bar-On Y., Phillips R., Milo R., 2018. The biomass distribution on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115, 6506-6511. <https://doi.org/10.1073/pnas.1711842115>
- Barroso P., Zanet S., 2024. Biodiversity–livestock interface: a case study. *Animal Frontiers* 14, 53-60. <https://doi.org/10.1093/af/vfad068>
- Barroso P., Barasona J.A., Acevedo P., Palencia P., Carro F., Negro J.J., Torres M.J., Gortázar C., Soriguer R.C., Vicente J., 2020. Long-term determinants of tuberculosis in the ungulate host community of Doñana National Park. *Pathogens* 9, 445. <https://doi.org/10.3390/pathogens9060445>
- Bond W.J., Parr C.L., 2010. Beyond the forest edge: Ecology, diversity and conservation of the grassy biomes. *Biological Conservation* 143, 2395-2404.
- D'Alexis S., Sauvart D., Boval M., 2014. Mixed grazing systems of sheep and cattle to improve liveweight gain: A quantitative review. *Journal of Agricultural Science* 152, 655-666. <https://doi.org/10.1017/S0021859613000622>
- Darnhofer I., 2014. Resilience and why it matters for farm management. *European Review of Agricultural Economics* 41, 461-484. <https://doi.org/10.1093/erae/jbu012>
- Dumont B., Fortun-Lamothe L., Jouven M., Thomas M., Tichit M., 2013. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. *Animal* 7, 1028-1043.
- Dumont B., Franca A., López-I-Gelats F., Mosnier C., Pauler C., 2022. Diversification increases the resilience of European grassland-based systems but is not a one-size-fits-all strategy. *Grass and Forage Science* 77, 247-256. <https://doi.org/10.1111/gfs.12587>
- Durant D., Tichit M., Kernéis E., Fritz H., 2008. Management of agricultural grasslands for breeding waders: integrating ecological and livestock system perspectives – a review. *Biodiversity Conservation* 17, 2275-2295.
- Eisenhauer N., Hines J., Isbell F., van der Plas F., Hobbie S.E., Kazanski C.E., Lehmann A., Liu M., Lochner A., Rillig M.C., Vogel A., Worm K., Reich P.B., 2018. Plant diversity maintains multiple soil functions in future environments. *Elife* 7, e41228. <https://doi.org/10.7554/eLife.41228.020>.
- Epelde L., Lanzén A., Mijangos I., Sarrionandia E., Anza M., Garbisu C., 2017 Short-term effects of non-grazing on plants, soil biota and aboveground-belowground links in Atlantic mountain grasslands. *Scientific Reports* 7, 15097. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15345-1>
- FAO, 2019. *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*, FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments, Rome.
- FAO, 2020. *Biodiversity and the livestock sector – Guidelines for quantitative assessment – Version 1*. Rome, Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership (FAO LEAP). <https://doi.org/10.4060/ca9295en>
- Farruggia A., Dumont B., Scohier A., Leroy T., Pradel P., Garel J.P., 2012. An alternative rotational grazing management designed to favour butterflies in permanent grasslands. *Grass and Forage Science* 67, 136-149.



Filazzola A., Brown C., Dettlaff M. A., Batbaatar A., Grenke J., Bao T., Peetoom Heida I., Cahill J.F. Jr., 2020. The effects of livestock grazing on biodiversity are multi-trophic: a meta-analysis. *Ecology Letters* 23, 1298-1309. <https://doi.org/10.1111/ele.13527>

Foley J.A., Defries R., Asner G.P., Barford C., Bonan G., Carpenter S.R., Chapin F.S., Coe M.T., Daily G.C., Gibbs H.K., Helkowski J.H., Holloway T., Howard E.A., Kucharik C.J., Monfreda C., Patz J.A., Prentice I.C., Ramankutty N., Snyder P.K., 2005. Global consequences of land use. *Science* 309, 570-574. <https://doi.org/10.1126/science.1111722>.

Garcia-Vega D., Dumas P., Prudhomme R., Kremen C., Aubert P.-M., 2024. A safe agricultural space for biodiversity. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 8, 1328800. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1328800>

Hector A., Bazeley-White E., Loreau M., Otway S., Schmidt B., 2002. Overyielding in grassland communities: testing the sampling effect hypothesis with replicated biodiversity experiments. *Ecology Letters* 5, 502-511. <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2002.00337.x>

Huaranca J.C., Novaro A.J., Valdivia C.E., 2022. Effects of livestock grazing on biodiversity: a meta-analysis on three trophic levels. *Journal for Nature Conservation* 66, 126126. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2021.126126>

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, 2019. IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems. Summary for Policymakers, approved draft. IPCC, Geneva, Switzerland.

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, 2022. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services – IPBES, 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat, Bonn.

Johansen L., Taugourdeau S., Hovstad K.A., Wehn S., 2019. Ceased grazing management changes the ecosystem services of semi-natural grasslands. *Ecosystems and People* 15, 192-203. <https://doi.org/10.1080/26395916.2019.1644534>

Karmacharya D., Herrero-García G., Luitel B., Rajbhandari R., Balseiro A., 2024. Shared infections at the wildlife–livestock interface and their impact on public health, economy, and biodiversity. *Animal Frontiers* 14, 20-29. <https://doi.org/10.1093/af/vfad067>

Keesing F., Ostfeld R.S., 2021. Impacts of biodiversity and biodiversity loss on zoonotic diseases. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118, e2023540118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2023540118>

Kok A., de Olde E.M., de Boer I.J.M., Ripoll-Bosch R., 2020. European biodiversity assessments in livestock science: a review of research characteristics and indicators. *Ecological Indicators* 112, 105902. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105902>

Liang M., Liang C., Hautier Y., Wilcox K.R., Wang S., 2021. Grazing-induced biodiversity loss impairs grassland ecosystem stability at multiple scales. *Ecology Letters* 24, 2054-2064. <https://doi.org/10.1111/ele.13826>

Marsden K., Schwarz L., Froese I., Klusmann C., Eul J., Merzanis, Y., Psaroudas S., Hovardas T., 2023. Livestock depredation and large carnivores in Europe: Overview for the EU Platform. EU Platform for the Coexistence of People and Large Carnivores. adelphi consult GmbH, Berlin



- Marshall E.J.P., Wes, T.M., Kleijn D., 2006. Impacts of an agri-environmental field margin prescription on the flora and fauna of arable farmland in different landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 113, 36-44.
- Marzetz V., Koussoroplis A., Martin-Creuzburg D., Striebel M., Wacker A., 2017. Linking primary producer diversity and food quality effects on herbivores: a biochemical perspective. *Scientific Reports* 7, 11035. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11183-3>
- Mauguin P., Caquet T., Huyghe C., 2024. *L'agroécologie. « Que sais-je ? »*, Humensis, Paris.
- McNally S.R., Laughlin D.C., Rutledge S., Dodd M.B., Six J., Schipper L.A., 2015. Root carbon inputs under moderately diverse sward and conventional ryegrass-clover pasture: implications for soil carbon sequestration. *Plant and Soil* 392, 289-299. <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2463-z>
- 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* 33, 153-172. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2020.33.3.4543>
- Neilly H., Vanderwal J., Schwarzkopf L., 2016. Balancing biodiversity and food production: a better understanding of wildlife response to grazing will inform off-reserve conservation on rangelands. *Rangeland Ecology & Management* 69, 430-436. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2016.07.007>
- Oggioni S.D., Ochoa-Hueso R., Peco B., 2020. Livestock grazing abandonment reduces soil microbial activity and carbon storage in a Mediterranean Dehesa. *Applied Soil Ecology* 153, 103588. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103588>
- Outhwaite C.L., McCann P., Newbold T., 2022. Agriculture and climate change are reshaping insect biodiversity worldwide. *Nature* 605, 97-102. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04644-x>
- Petermann J.S., Buzhdygan O.Y., 2021. Grassland biodiversity. *Current Biology* 31, 1195-1201.
- Pogue S.J., Kröbel R., Janzen H.H., Beauchemin K.A., Legesse G., Maia de Souza D., Iravani M., Selin C., Byrne J., McAllister T.A., 2018. Beef production and ecosystem services in Canada's prairie provinces: A review. *Agricultural Systems* 166, 152-172. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.06.011>.
- Polley H.W., Isbell F.I., Wilsey B.J., 2013. Plant functional traits improve diversity-based predictions of temporal stability of grassland productivity. *Oikos* 122, 1275-1282. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2013.00338.x>.
- Pozo R.A., Cusack J.J., Acebes P., Malo J.E., Traba J., Iranzo E.C., Morris-Trainor Z., Minderman J., Bunnefeld N., Radic-Schilling S., Moraga C.A., Arriagada R., Corti P., 2021. Reconciling livestock production and wild herbivore conservation: challenges and opportunities. *Trends in Ecology and Evolution* 36, 750-761. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.05.002>.
- Prieto I., Violle C., Barre P., Durand J.-L., Ghesquiere M., Litrico I., 2015. Complementary effects of species and genetic diversity on productivity and stability of sown grasslands. *Nature Plants* 1, 15033. <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.33>.
- Provenza F.D., Villalba J.J., Haskell J., MacAdam J.W., Griggs T.C., Wiedmeier R.D., 2007. The value to herbivores of plant physical and chemical diversity in time and space. *Crop Science* 47, 382-398. <https://doi.org/10.2135/cropsci2006.02.0083>.
- Rigal S., Dakos V., Alonso H., Auniņš A., Benkő Z., Brotons L., Chodkiewicz T., Chylarecki P., de Carli E., del Moral J.C., Domşa C., Escandell V., Fontaine B., Foppen R., Gregory R., Harris S., Herrando S., Husby M., Ieronymidou C., Jiguet F., Kennedy J., Klvaňová A., Kmecl P., Kuczyński L., Kurlavičius P., Kálás J.A., Lehtikoinen A., Lindström Å, Lorrillière R., Moshøj C., Nellis R., Noble D., Eskildsen D.P., Paquet J.-Y., Pélissié M., Pladevall C., Portolou D., Reif J., Schmid H., Seaman B., Szabo Z.D., Szép T., Tellini Florenzano G., Teufelbauer N., Trautmann S., van Turnhout C., Vermouzek Z., Vikstrøm T.,



- Voříšek P., Weiserbs A., Devictor V., 2023. Farmland practices are driving bird population decline across Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 120, e2216573120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2216573120>.
- Riginos C., Porensky L.M., Veblen K.E., Odadi W.O., Sensenig R.L., Kimuyu D., Keesing F., Wilkerson M.L., Young T.P., 2012. Lessons on the relationship between livestock husbandry and biodiversity from the Kenya Long-term Exclosure Experiment (KLEE). *Pastoralism: Research, Policy and Practice* 2, 10. <https://doi.org/10.1186/2041-7136-2-10>.
- Sabatier R., Doyen L., Tichit M., 2012. Action versus result-oriented schemes in a grassland agroecosystem: a dynamic modelling approach. *PLOS One* 7, e33257.
- Schaub, S., Finger, R., Leiber, F., Probst, S., Kreuzer, M., Weigelt, A., Buchmann N., Scherer-Lorenzen I., 2020. Plant diversity effects on forage quality, yield and revenues of semi-natural grasslands. *Nature Communications* 11, 768. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14541-4>
- Schieltz J.M., Rubenstein D.I., 2016. Evidence based review: positive versus negative effects of livestock grazing on wildlife. What do we really know? *Environmental Research Letters* 11, 113003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/11/113003>
- Soussana J.-F., Tichit M., Lecompte P., Dumont B., 2015. Agroecology : integration with livestock. International Symposium on Agroecology for Food Security and Nutrition, Food and Agriculture Organization (FAO), Rome, Italy. <https://hal.inrae.fr/hal-02742161v1>
- Tichit M., Hubert B., Doyen L., Genin D., 2004. A viability model to assess the sustainability of mixed herds under climatic uncertainty. *Animal Research* 53, 405-417.
- van Klink R., WallisDeVries M.F., 2018. Risks and opportunities of trophic rewilding for arthropod communities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 373, 20170441. <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0441>
- Wang C., Tang Y., 2019. A global meta-analysis of the response of multi-taxa diversity to grazing intensity in grasslands. *Environmental Research Letters* 14, 114003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab4932>
- Watkinson A., Ormerod S., 2001. Grasslands, grazing and biodiversity: editors' introduction. *Journal of Applied Ecology* 38, 233-237.
- Wazna A., 2016. Impact of sheep grazing on small mammals diversity in lower mountain coniferous forest glades. *Applied Ecology and Environmental Research* 14, 115-127. https://doi.org/10.15666/aeer/1403_115127



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue *Innovations Agronomiques* et son DOI, la date de publication.