

La revue francophone sur les prairies et les fourrages

The French Journal on Grasslands and Forages

Les articles publiés dans Fourrages sont répertoriés dans : Agris, Resagri, Herbage Abstracts, Rural Development Abstracts, Web of Science, World Agricultural Economics and Rural Sociology Abstracts ainsi que par ISI.

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

Pour toute recherche
dans la base de
données, pour vous
abonner ou pour
soumettre un article
dans la revue :

<https://afpf-asso.fr/informations-sur-la-revue-fourrages>

ISSN papier 0429-2766

ISSN numérique 2402-7294

N° Commission paritaire : 1127 G 82356+

Notre association a pour objectif, depuis 1959 de mieux diffuser les résultats de la recherche autour des fourrages et des prairies. Pour soutenir notre action et adhérer, consultez notre site internet.

STRATÉGIES D'ADAPTATION ET D'ATTÉNUATION DANS LES SYSTÈMES RUMINANTS FRANÇAIS FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Mise en situation

L'étude présente des scénarios d'adaptation et d'atténuation au changement climatique dans les 5 filières d'élevage de ruminants et dans plusieurs régions françaises. Les voies d'adaptation s'orientent autour de 3 options : l'optimisation agronomique, l'optimisation du troupeau et l'extensification structurelle ou tactique. Ceux-ci ont été chiffrés d'un point de vue technique, économique et environnemental.

Résumé

Les systèmes d'élevage de ruminants font face au changement climatique avec un double enjeu : adapter leurs pratiques pour faire face aux aléas et atténuer leurs émissions de GES pour réduire leur impact sur le climat. Dans le cadre du projet ClimaTerra, l'Institut de l'élevage et le réseau Chambres d'agriculture (dispositif INOSYS Réseaux d'élevage) ont testé différents leviers d'adaptation et d'atténuation au sein de 16 systèmes herbivores (cas-types) représentatifs de la diversité des contextes pédoclimatiques en France. Chaque cas type a été dégradé pour reproduire l'impact des aléas correspondant essentiellement à l'année 2022. Ensuite, différentes combinaisons de leviers ont été étudiées afin de retrouver un équilibre technique. L'impact économique et environnemental des simulations a été chiffré. Les différents scénarios étudiés couvrent trois voies possibles d'adaptation : la diversification fourragère, l'optimisation de la conduite du troupeau et l'extensification. Ceux-ci permettent d'améliorer l'autonomie fourragère en contexte d'aléas. Dans la plupart des cas, les émissions de GES sont réduites et le revenu est amélioré en comparaison avec une année à aléas sans pratique d'adaptation. Cependant aucun scénario ne permet de retrouver un revenu proche d'une situation initiale sans aléas.

Summary

Climate change: adaptation and mitigation strategies in French ruminant systems

Ruminant farming systems face a dual challenge due to climate change: adapting their practices to cope with uncertainty and mitigating their GHG emissions to reduce their impact on the climate. As part of the ClimaTerra project, the Institut de l'élevage and the Chambres d'agriculture network (INOSYS Réseaux d'élevage) tested various adaptation and mitigation levers within 16 herbivore systems (case studies) representative of the diversity of soil and climate conditions in France. Each case study was degraded to reproduce the impact of climatic hazards corresponding mainly to the year 2022. Different combinations of levers were then studied to find a technical balance. The economic and environmental impact of the simulations was quantified. The different scenarios studied cover three possible adaptation pathways: forage diversification, herd management optimization, and extensification. These make it possible to improve forage autonomy in the context of hazards. In most cases, GHG emissions are reduced, and income is improved compared to a year with hazards and no adaptation practices. However, no scenario allows income to be restored to a level close to the initial situation without hazards.

Auteurs

Castellan E.¹, De Boissieu C.¹, Kentzel M.¹, Madrid A.¹, Miquel M.¹, Sauvageot C.¹

¹INSTITUT DE L'ÉLEVAGE, 149 RUE DE BERCY, 75595 PARIS

Auteur correspondant :
elisabeth.castellan@idele.fr

Mots clés

Climat, ruminant, stratégie, fourrages, troupeau

Key words

Climate, ruminant, strategy, forages, cattle

Références de l'article

Castellan E., De Boissieu C., Kentzel M., Madrid A., Miquel M., Sauvageot C. (2026). Stratégies d'adaptation et d'atténuation dans les systèmes ruminants français face au changement climatique, *Fourrages* 265, 73-78 <https://doi.org/10.64256/FOU2504>

Article accepté pour publication
le 20 avril 2026.

1. Introduction

Les systèmes d'élevage ruminants sont confrontés au changement climatique avec un double enjeu : l'adaptation de leurs pratiques face aux aléas et l'atténuation des émissions de GES pour réduire l'impact de l'élevage sur le climat. En France, les projections climatiques prédisent une hausse des températures de +1°C à +3.9°C d'ici la fin du siècle (Soubeyroux *et al.*, 2020). Le projet national français ClimaTerra a pour ambition d'accompagner les agriculteurs dans leur adaptation au changement climatique. Une des actions concerne la création de références sur des scénarios d'adaptation et d'atténuation de systèmes agricoles typiques. En effet, les leviers d'adaptation sont connus et répertoriés (Madrid *et al.*, 2024) mais leur impact chiffré et intégré à l'échelle système est plus rare. Seize systèmes ont été étudiés, l'article se concentrera sur les résultats des systèmes ruminants spécialisés à dominante herbagère.

2. Matériel et méthode

Le travail a été réalisé à partir de 16 cas types, ceux-ci sont des exploitations modélisées représentatives des systèmes d'une région, et construits à partir des données de suivi d'exploitations réelles (Seegers et Sarzeaud, 2023). Ils sont construits dans le cadre du dispositif de références INOSYS Réseaux d'élevage (Charroin *et al.*, 2005). La sélection s'est faite selon plusieurs critères : la représentativité de différents systèmes français dans les cinq filières de ruminants, la répartition sur le territoire, et la complémentarité avec d'autres travaux déjà réalisés.

Dans cet article, afin d'étudier plus spécifiquement l'impact du changement climatique sur les systèmes herbager, huit cas sur les seize travaillés seront détaillés issu des zones de montagne (hors pastoral) et de plaine. Les principales caractéristiques sont décrites dans le tableau 1.

Par construction, les cas types ont un fonctionnement optimisé en année climatique moyenne sans aléas. Afin d'étudier la pertinence de différents leviers d'adaptation, **le climat de l'année 2022** - année moyenne de 2050 en termes de température (Météo-France, 2023) - a été pris en référence pour dégrader les résultats technico-économiques. Un fort déficit hydrique estival avec des pics de températures élevées caractérise cette année climatique. Pour chaque cas, le chiffrage des impacts a porté sur **les rendements des fourrages et des cultures**, et dans certains cas sur la productivité du troupeau. Il a été réalisé en s'appuyant sur les observations faites dans les 1500 fermes suivies dans le dispositif INOSYS Réseaux d'élevage sur l'année 2022 comparée aux autres années.

Dans chaque cas, 3 scénarios ont été étudiés comprenant un ou plusieurs leviers d'adaptation :

1) la réaction à court terme si l'aléa n'avait pas été anticipé (S0),

2) l'anticipation à moyen terme (S1),

3) une évolution plus globale du système à partir du scénario 1 (S2).

En cohérence avec les leviers d'adaptation, des leviers d'atténuation ont aussi été identifiés. Le choix des leviers a été réalisé par les experts INOSYS afin de choisir des leviers pertinents au contexte local et au système étudié. L'ensemble des scénarios combinent ainsi le double objectif adaptation et atténuation. L'impact des scénarios ont été chiffrés à l'échelle de l'exploitation d'un point de vue technique, économique (conjuncture 2023) et aussi environnemental avec l'outil CAP'2ER®. Ces résultats ne se veulent pas généralisables mais permettent de dégager des tendances.

3. Résultats

3.1 Impact des aléas

L'impact d'une année chaude et sèche de type 2022 est différente entre les systèmes, filières et zones géographiques : le déficit fourrager par rapport aux besoins du troupeau varie de 15% à 50% (cf. figure 1). Avec une entrée système fourrager couplé à la zone géographique, les systèmes de plaine que cela soit maïs ou herbe ont en moyenne un déficit fourrager de 18 et 19% respectivement, quand les systèmes herbager de montagne ont un déficit fourrager moyen de 28%.

3.2 Construction des scénarios

En réponse à ces aléas, les différents scénarios étudiés (tableau 2) permettent de nourrir le troupeau en réagissant à court terme par des achats (S0) ou en anticipant en faisant évoluer le système fourrager et/ou le fonctionnement du troupeau (S1 et S2). S0 et S1 sont toujours à production constante. Pour S2, la production a pu être dégradée dans certains cas lié à une baisse de cheptel.

Les systèmes de plaine ont le plus souvent une part de surfaces labourables plus importantes cela donne de la souplesse pour produire l'alimentation du troupeau ou augmenter les surfaces fourragères à structure constante. En système spécialisé de montagne, avec une forte part de prairie permanente, les marges de manœuvre sont beaucoup plus limitées. La tendance dans tous les scénarios est à **la diversification fourragère par de nouvelles cultures ou au sein des prairies**. De **nouvelles opportunités** apparaissent aussi avec par exemple des fauches plus précoces en enrubanné au lieu du foin, ou du pâturage hivernal. Dans les troupeaux mixtes, un re-équilibre entre bovin et ovin est parfois nécessaire en réduisant le chargement ou pour ajuster la disponibilité en fourrages. Certaines filières ont des leviers spécifiques comme en ovin avec la possibilité de valoriser des surfaces additionnelles hors exploitation pour augmenter la surface à pâturer (couverts, inter-rangs de vignes et de vergers...). Les leviers qui concernent le troupeau (effectif ou conduite) ont pour optique de réduire les besoins en fourrages annuels ou à des périodes spécifiques (été).

Tableau 1 : Description des cas-types

TABLE 1: Case studies description

N° cas*	Filières	Zone	Troupeau	Surface (surface agricole utile SAU, %herbe/SAU)
2	Bovin lait, bio	Plaine – Ouest	81 vaches laitières	118 ha – 79%
5	Bovin viande – Ovin viande	Plaine – Massif central	65 vaches allaitantes 165 brebis	120 ha – 83%
3	Ovin viande	Plaine – Est	900 brebis	180 ha – 83%
4	Ovin viande	Plaine – Ouest	550 brebis	80 ha – 96%
6	Bovin lait	Montagne – Massif central	55 vaches laitières	80 ha – 100%
9	Bovin viande	Montagne – Massif central	70 vaches allaitantes	96 ha – 100%
10	Caprin	Piémont/montagne – Sud Massif central	280 chèvres	73 ha – 89%
16	Ovin lait – Bovin viande	Piémont – Sud Ouest	345 brebis, 25 vaches allaitantes	45 ha – 88%

* Les numéros des cas font référence à leur description dans le dossier de synthèse de ces travaux sur le site idele.fr

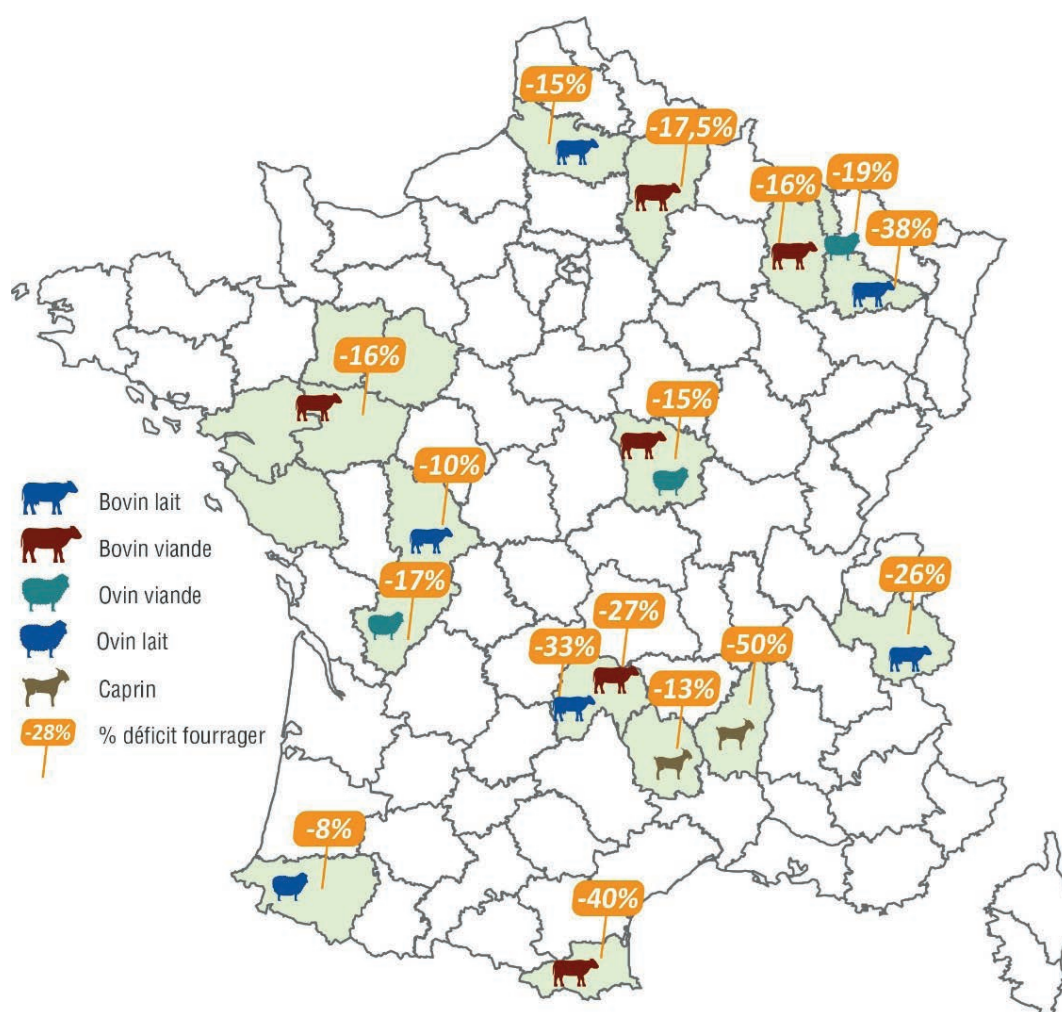


Figure 1 : Impact sur le bilan fourrager des 16 cas types des aleas "2022"

Figure1: Impact on the forage balance of the 16 cases for "2022" hazard

Tableau 2 : Description des scénarios
Tableau 2: Description of the scenarios

Zone	Filières (n° du cas)	Déficit fourrager / besoin	Scénario 0 (S0)	Scénario 1 (S1)	Scénario 2 (S2)
Plaine	Bovin lait (2)	10%	Achat de fourrages	Diversification fourragère (sorgho, prairie temporaire) en réduction des cultures	S1 + réduction des effectifs improductifs (génisses)
	Ovin viande – bovin viande (5)	26%	Achat de fourrages et de concentrés	Diversification fourragère (sorgho, prairie temporaire) et réduction des cultures, modification de la fertilisation minérale en priorité sur les prairies pâturées pour sécuriser le pâturage	S1 + modification de l'équilibre entre les 2 troupeaux pour maintenir le chargement et développer le pâturage hivernal
	Ovin viande (3)	19%	Achat de fourrages et de concentrés	Augmentation de la surface en herbe en réduction des cultures, modification de la fertilisation minérale sur les prairies de fauche pour gagner en précocité	S1 + changement de race pour gagner en précocité et adaptation de la conduite (agnelage plus tôt et vente des agneaux avant l'été)
	Ovin viande (4)	17%	Achat de fourrages et de concentrés	Rénovation des prairies, récolte plus précoce sous forme d'enrubannage, pâturage de surfaces additionnelles	S1 + réduction du cheptel et modification de la conduite (moins de contre-saison, vente des agneaux plus précoce)
Montagne	Bovin lait (6)	33%	Achat de fourrages et de concentrés	Réduction des effectifs improductifs (âge au vêlage des génisses)	
	Bovin viande (9)	27%	Achat de fourrages	Fauche précoce en enrubannage	Réduction des UGB productifs pour retrouver une autonomie
	Caprin (10)	50%	Achat de fourrages	Réduction des effectifs improductifs (taux de renouvellement)	S1 + irrigation sur les prairies temporaires
Piémont	Ovin lait – Bovin viande (16)	8%	Achat de foin	Diversification fourragère (méteil, sorgho) en réduction des prairies temporaires	S1 + suppression de l'ensilage de maïs et réduction du cheptel allaitant

3.3 Impact des scénarios

Les impacts chiffrés techniques sont traduits par l'indicateur autonomie alimentaire et sont présentés dans le tableau 3.

Dans les systèmes herbagers de plaine, les leviers mis en place en S2 permettent dans tous les cas **de retrouver une autonomie fourragère** à l'échelle de l'exploitation, ce qui n'est pas toujours le cas en système de montagne. En comparaison avec les systèmes maïs de plaine, le scénario 2 permet en moyenne d'atteindre une autonomie plus importante qu'une situation sans aléas.

La figure 2 présente l'impact économique des scénarios en comparaison avec la situation initiale sans aléas. L'indicateur étudié est le **revenu disponible** par UMO exploitant. Dans un premier temps, quand les trois scénarios sont comparés entre eux. Dans 80% des cas étudiés S2 est le scénario qui permet le niveau de revenu le plus intéressant avec des écarts très variables (de 2 à 36%

entre S0 et S2) entre les cas en fonction du niveau de changement de système mis en place. Cette tendance n'est pas forcément la même sur les systèmes maïs de plaine du fait notamment de l'impact des leviers sur les surfaces en culture de vente notamment. Dans un deuxième temps, si le scénario 2, celui le plus poussé, est comparé à la situation initiale sans aléas le revenu n'atteint pas pour autant le revenu d'une situation initiale sans aléas en conjoncture économique 2023, à l'exception d'un cas. Cela pose la question du **maintien du revenu dans un contexte climatique futur** malgré l'adaptation des systèmes.

La figure 3 présente l'impact climat des scénarios en comparaison avec la situation initiale sans aléas. L'indicateur étudié est les émissions brutes exprimé en kg eq CO2 par hectare de SAU. En comparant les 3 scénarios entre eux, l'impact climat est amélioré entre S2 comparé à S0 dans tous les cas sauf un, grâce notamment à la réduction des animaux improductifs.

Tableau 3: Impacts techniques des scénarios

Tableau 3: Technical impacts of scenarios

Zone	Filières	n° cas	Autonomie fourragère		
			Situation sans aléas	S0	S2
Plaine	Bovin lait	2	100%	83%	100%
	Ovin viande	3	100%	81%	100%
	Ovin viande	4	100%	90%	100%
	Bovin viande-Ovin viande	5	100%	74%	100%
Montagne	Bovin lait	6	76%	66%	76%
	Bovin viande	9	100%	64%	100%
	Caprin	10	67%	50%	67%
Piémont	Ovin lait	16	91%	85%	91%
Moyenne - Cas maïs	Bovin lait / viande	1-12-14-15-13	96%	77%	98%

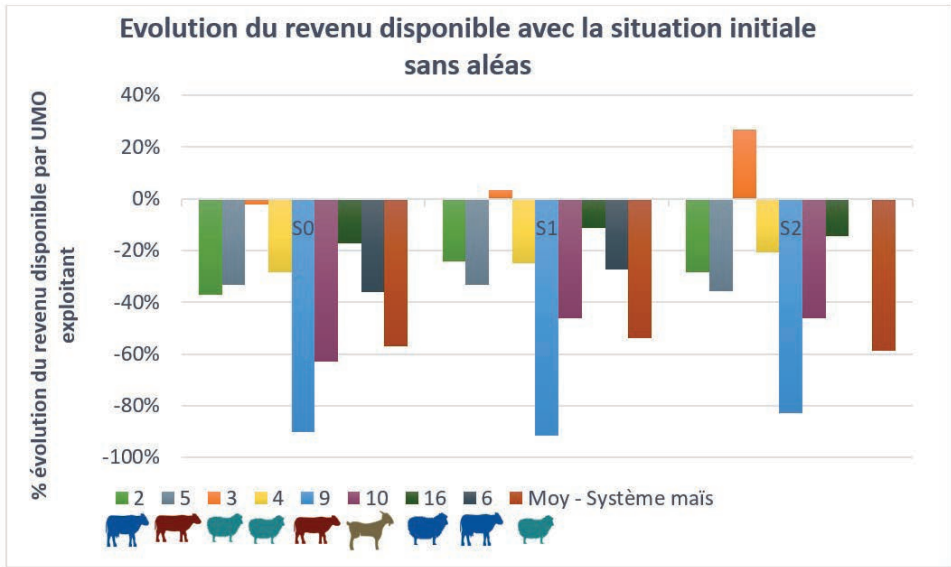


Figure 2 : Impact économique des scénarios

Figure 2: Economic impact of the scenarios

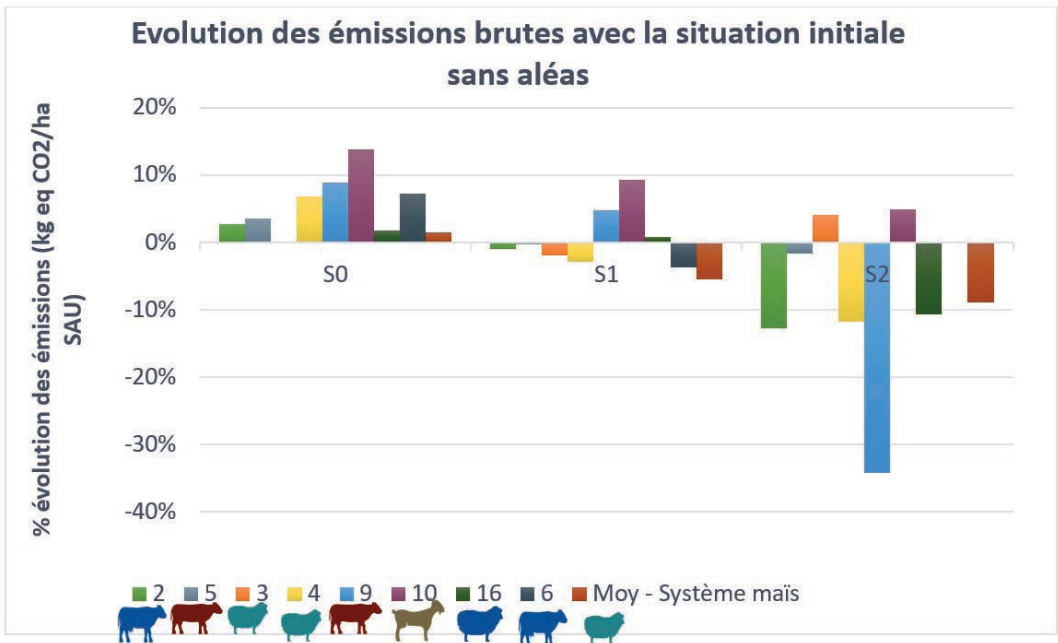


Figure 3 : Impact climat des scénarios

Figure 3: Climate impact of scenarios

En comparant S2 à la situation initiale sans aléas, la même tendance est observée sauf dans deux cas. En moyenne, par système on obtient une réduction des émissions de 9% pour les systèmes maïs de plaine, 13% pour les systèmes herbagers de montagne et 17% pour les systèmes herbagers de plaine. Cela montre, que dans nos cas étudiés, **le double objectif adaptation et atténuation est possible.**

Par manque de références fines, l'impact sur le travail n'a pu être chiffré. Il est important de retenir que les combinaisons de leviers étudiées ont tendance à complexifier les fonctionnements des systèmes, avec des conséquences sur le travail à prendre en compte.

3.4 Bilan sur la méthodologie utilisée

Ce travail a permis de tester une méthode pour simuler et évaluer l'impact du changement climatique sur des systèmes. Un bilan a été réalisé afin d'identifier les difficultés rencontrées et de proposer des améliorations pour de futurs travaux.

Concernant les difficultés, la première a été le chiffrage des aléas qui s'est basé sur des données historiques et sur une année spécifique. Les années à venir seront probablement plus marquées en termes d'impact mais avec une forte variabilité qui n'est pas reflétée dans notre étude. De plus, l'impact sur les performances des animaux a été peu pris en compte par manque de références disponibles. Les leviers autour de l'adaptation des bâtiments ou en pâture ont été peu travaillés, alors qu'il y a beaucoup de questions à ce sujet. D'autre part, l'identification des scénarios en combinant leviers d'adaptation et d'atténuation n'a pas été facile, les deux sujets étant habituellement travaillés de manière séparée.

Concernant **les pistes d'amélioration**, la première pourrait être de réaliser l'étude sur 3 années pour lisser l'effet aléas et prendre en compte des leviers pluriannuels comme le report de stock plus important ou la trésorerie. De plus, une seule combinaison d'aléas de type année sèche et chaud a été testée. Il serait intéressant de mesurer l'impact d'une année climatique différente comme 2024 (très humide) afin de voir si les scénarios étudiés sont aussi pertinents. Enfin, le chiffrage économique a été réalisé sur une seule conjoncture, un test avec des conjonctures économiques plus actuelles serait un vrai plus pour l'appropriation de ces simulations auprès des éleveurs.

4. Conclusion

Trois voies d'adaptation sont possibles et peuvent être mises en place seules ou cumulées : la diversification fourragère, l'optimisation du troupeau et l'extensification structurelle ou tactique. Les différents scénarios étudiés montrent que l'anticipation par changements de pratiques et l'évolution du système fourrager et d'élevage permet de mieux absorber l'impact des aléas climatiques tout en contribuant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Pour autant des questions se posent sur le maintien des résultats

économiques dans un contexte climatique changeant. L'évolution de la charge de travail ou mentale supportée par les éleveurs, ainsi que sur les étapes de transition pour modifier ces pratiques seraient aussi à quantifier.

Remerciements

Ce projet a été financé par des fonds nationaux français (CASDAR). Merci à tous les collègues du dispositif INOSYS Réseaux d'élevage (Institut de l'élevage et Chambres d'agriculture) pour leurs contributions à cette étude.

Références bibliographiques

- Charroin T., Palazon R., Madeline Y., Guillaumin A., Tchakerian E., (2005). Le système d'information des Réseaux d'Elevage français sur l'approche globale de l'exploitation. Intérêt et enjeux dans une perspective de prise en compte de la durabilité. *Rencontres Recherches Ruminants* 12, 335-338.
- Madrid, A., de Crémoux, R., Delaby, L., Larroque, H., Novak, S., & Vinet, A. (2024). L'élevage de ruminants s'adaptera-t-il au changement climatique ? Impacts et leviers d'adaptation. *INRAE Productions Animales*, 38(2) ; 9200.
- Météo-France (2023). 2022, année la plus chaude en France, en ligne : <https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/2022-annee-la-plus-chaude-en-france>
- Seegers, J., & Sarzeaud, P. (2023). Qu'est-ce qu'un cas-type ? Définition, construction et usage. Coll. Méthodes.
- Soubeyroux, J.-M., Bernus, S., Corre, L., Drouin, A., Dubuisson, B., Etchevers, P., Gouget, V., Josse, P., Kerdoncuff, M., Samacoits, R., & Tocquer, F. (2020). Les nouvelles projections climatiques de référence DRIAS 2020 pour la Métropole. *Météo-France*. <https://www.drias-climat.fr/accompagnement/sections/296>