

# L'albédo des prairies en système de polyculture-élevage : un atout pour contribuer à l'atténuation du changement climatique

MISCHLER P. (1), CESCIA E. (2)

(1) Institut de l'élevage, 19bis rue Alexandre Dumas, 80000 Amiens

(2) INRAE-CESBIO, Rond-point du professeur Cambou, 31400 Toulouse

Mots-clés : albédo, polyculture-élevage, changement climatique

## INTRODUCTION

L'élevage émet 60% des émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'agriculture et de la sylviculture, qui elles même représentent 18.4% des émissions de la France, hors puits de carbone (Citepa, 2023). L'élevage contribue au changement climatique (CC) par ses émissions de GES, qu'il doit réduire.

Cependant la capacité de stockage de carbone (C) dans le sol par les plantes et en particulier au niveau des prairies, qui permet de compenser partiellement ces émissions, est un moyen d'atténuation du CC bien connu. En comparaison, l'albédo ( $\alpha$ ), qui est la part de rayonnement solaire incident renvoyé dans l'espace, et qui, s'il est augmenté via des pratiques adaptées, peut contribuer à réduire la quantité d'énergie en capacité à réchauffer le système Terre (on parle alors de forçage radiatif – FR – négatif), a été peu étudié pour les surfaces agricoles, et peu pris en compte comme levier d'atténuation du CC.

Le projet Casdar Albédo-prairies a réalisé une première quantification de cet effet biophysique en termes d'impact sur le FR planétaire en fonction des pratiques et systèmes d'élevage et l'a comparé à l'importance des effets stockage de C de ces pratiques/systèmes d'élevage. Cet effet albédo a fait l'objet d'une comparaison entre systèmes n'ayant que des cultures, des systèmes de polyculture-élevage et des systèmes exclusivement herbagers.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Cette étude a permis de mesurer et a interprété les raisons des variations annuelles d'albédo de prairies pâturées et parfois fauchées, dans 7 sites expérimentaux (INRAE, Chambres d'agriculture, Lycée agricole) pendant 3 années de 2020 à 2023. Ces sites ont été équipés de stations météorologiques dotées d'un albedomètre faisant une mesure toutes les 10 secondes, agrégées par périodes de 10 mn. L'analyse des données a porté sur l'effet sur l' $\alpha$  de pratiques agricoles (pâturage, fauche) et de phénomènes météorologiques (effet des pluies, neige, givre, ...).

Puis ces variations d' $\alpha$  ont été converties en forçage radiatif, exprimé en Watt/m<sup>2</sup> (W/m<sup>2</sup>) en prenant comme référence un sol nu (pour les analyses aux échelles parcellaires) ou un système de production basé sur des grandes cultures en agriculture conventionnelle, pour les analyses aux échelles exploitation. Ici nous avons retenu un système avec 50% de blé, 25% de maïs et 25% de colza car nous disposons de dynamiques annuelles d'albédo pour ces cultures qui représentent une part significative des cultures en France (les 2/3 des surfaces en céréales et oléo-protéagineux). Le FR est l'énergie qui est mise en plus ou en moins dans le système Terre. Quand il est positif, on parle d'effet réchauffant (contribution à l'effet de serre), inversement on parle d'effet refroidissant (FR<0). Il est attendu que la prairie ait un FR<0. Cette valeur exprimée en W/m<sup>2</sup> a été convertie en équivalent (eq) kg de CO<sub>2</sub>/ha/an, selon la méthode de Bright *et al.* (2016), pour la comparer au stockage de C et aux émissions de GES des différentes pratiques/systèmes de production. Pour comparer les effets albédo sur le FR à l'échelle des exploitations agricoles, les données d'albédo des prairies acquises au cours du projet ont été complétées par des mesures d' $\alpha$  en cultures et en interculture réalisées par Ceschia *et al.* (2017) et Ferlicoq (2016). Des simulations d'albédo de l'assolement de cas-types (Seegers & Sarzeaud, 2023) et de 6 fermes expérimentales (hors INRAE) ont été réalisées avec le calculateur SIM' $\alpha$  (Mischler *et al.*, 2022) et l'effet albédo comparés aux résultats d'émissions de GES et de stockage de C réalisés avec l'outil Cap'2ER (Idele, 2022).

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Les mesures quotidiennes d'albédo ont fait l'objet d'une analyse pour les années 2021 (marquée par une pluviométrie printanière importante) et 2022 (marquée par une sécheresse et des canicules). La valeur moyenne d' $\alpha$  des 7 sites pour ces 2 années est de 0.228. Cela correspond à un FR de -8.5 W/m<sup>2</sup> si l'on passe d'un changement d'usage d'un sol nu (dont l' $\alpha$  est de 0.150) à une prairie (ce qui conforte une première analyse réalisée en 2020/21 par Mischler *et al.* 2022), et de -6.7 W/m<sup>2</sup> si l'on passe d'un blé tendre d'hiver dont l' $\alpha$  serait de 0.167, à une prairie. Etant donné que le blé, comme toutes les cultures annuelles, ne couvre pas le sol en permanence (dont l' $\alpha$  est généralement plus faible que celui de la végétation), son albédo moyen annuel est plus faible que celui d'une prairie qui couvre le sol en permanence.

Etant donné que le blé, comme toutes les cultures annuelles, ne couvre pas le sol en permanence (dont l' $\alpha$  est généralement plus faible que celui de la végétation), son albédo moyen annuel est plus faible que celui d'une prairie qui couvre le sol en permanence. La prairie a donc un  $FR < 0$ , ce qui correspond à un effet refroidissant sur le climat. Ce  $FR$  équivaut à  $-1400 \text{ kg eq CO}_2/\text{ha/an}$ , comparable au forfait stockage de carbone d'une prairie dans l'outil CAP2ER, soit  $-500 \text{ kgC/ha/an}$  stockés dans le sol après avoir été retirés de l'atmosphère sous sa forme de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) par la photosynthèse, soit l'équivalent de  $-1830 \text{ kgCO}_2/\text{ha/an}$ .

La comparaison de l'effet albédo par rapport au stockage de C et aux émissions de GES de l'assolement des 6 fermes expérimentales (hors INRAE dont nous ne disposons pas de calculs issus de Cap'2ER), montre que pour des émissions moyennes de  $6762 \text{ kg eqCO}_2/\text{ha/an}$  de GES, l'effet puits de carbone et l'effet albédo compensent en termes de  $FR$ , 42% des émissions de GES. Ainsi, le stockage de C des 6 fermes estimé par Cap'2ER représente  $-1791 \text{ kg eqCO}_2$  (26% des émissions). L'effet albédo de ces fermes correspondrait dans cette première approche à  $-765 \text{ kg eqCO}_2/\text{ha/an}$  (13% équivalent d'émissions), si on les compare à un système 100% cultures (50% blé, 25% maïs, 25% colza).

L'utilisation de cas-types montre que les systèmes de polyculture-élevage ont un  $FR < 0$  (effet refroidissant) par rapport aux systèmes n'ayant que des cultures, ce  $FR$  étant d'autant plus négatif que la part d'herbe dans l'assolement augmente (entre  $-107$  et  $-144 \text{ kg eqCO}_2/\text{ha/an}$ , par tranche de 10% de surface d'herbe en plus). Les systèmes 100% herbagers présentent pour leur part, la valeur de  $FR$  la plus négative. La fauche et le pâturage limitent d'environ 10% cet effet refroidissant des prairies. Les systèmes 100% culture peuvent de leur côté améliorer leur albédo grâce à l'implantation systématique de couverts en interculture longue, mais leur effet albédo est moindre que celui lié à l'herbe ( $-50 \text{ kg eqCO}_2/\text{ha/an}$ ) car des périodes de sol nu persistent. Ainsi, plus un système de polyculture élevage a d'herbe et de couverts en interculture dans la SAU, plus son effet albédo et sa capacité d'atténuation sont importants. Cela s'explique par la moindre présence de périodes avec un sol nu dont l'albédo est généralement plus faible (sauf marne et calcisol), sol qui reste aussi visible avant le plein développement végétatif des cultures.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

L'albédo des prairies est un nouvel atout à mettre au crédit des fermes de polyculture-élevage par rapport à des fermes n'ayant que des cultures. Cet effet n'avait pas été quantifié jusqu'à présent. Son effet sur le climat est comparable au stockage du carbone, même s'il est plus modeste. Les perspectives pour ces travaux, sont d'améliorer la connaissance de la variabilité de l'albédo à l'échelle de systèmes de cultures fourragers en plus de celle des seules prairies, puis de produire un outil d'estimation rapide de l'albédo pour le conseil en ferme. Un projet Casdar, ALBAATRE-systèmes a été déposé pour cela. Il est lauréat de l'appel à projet 2023. Si l'albédo est un atout de plus pour les systèmes polyculture-élevage, rappelons qu'une présence importante d'herbe dans l'assolement correspond aussi à des complémentarités cultures/élevage élevées (Martel et al. 2017), caractérisées par un moindre usage de carburants, d'engrais de synthèse et de pesticides émetteurs de gaz à effet de serre, ainsi qu'un revenu moins variable (Mischler et al 2020). Albédo élevé et réduction des émissions de GES sont compatibles dans des systèmes de polyculture-élevage.

*Ce projet Albédo-Prairies a été financé par le fonds Casdar*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bright RM., Bogren W., Bernier P., Astrup R. (2016) Carbon-equivalent metrics for albedo changes in land management contexts: relevance of the time dimension. *Ecological Applications*, 26 (6), 1868-1880.
- Ceschia E., Mary B., Ferlicoq M., Pique G., Carrer D., Dejoux J.-F., Dedieu G, 2017, Potentiel d'atténuation des changements climatiques par les couverts intermédiaires, *Innovations Agronomiques* 62, 43-58.
- Ferlicoq Morgan, 2016, Comparaison pour les agroécosystèmes des contributions biogéochimiques et biophysiques au forçage radiatif net pour l'identification de leviers d'atténuation au changement climatique, THESE, Université Paul Sabatier, 353p.
- Idele (2022) : « Guide simplifié de la méthodologie d'évaluation environnementale d'une exploitation agricole Cap2'er », 20p
- Martel G., Guilbert C., Veysset P., Dieulot R., Durant D., Mischler P., 2017. Mieux coupler cultures et élevage dans les exploitations d'herbivores conventionnelles et biologiques: une voie d'amélioration de leur durabilité ? *Fourrages*, 231,235-245
- Mischler P., Ferlicoq M., Ceschia E., Kerjose E., 2022. « L'albédo, un levier d'atténuation du changement climatique méconnu : quel potentiel d'atténuation pour les prairies ? ». *Fourrages* 251, 1-16
- Mischler P., Tresch., Jousseins C., Chambaut H., Durant D., Veysset P., Martin G., Fiorelli J.-L., Ben Chedly H., Pierret P., Candau D., Sennepin D., Cailly B., Emonet E., Ramette C., Flament M., Martel G., 2018. Savoir caractériser les complémentarités entre cultures et élevage pour accompagner la reconception des systèmes de polyculture-élevage dans leurs transitions agro écologiques. *Renc. Rech. Ruminants*, 2018, 24.
- Seegers J, Sarzeaud P. 2023, Qu'est-ce qu'un cas-type ? Collection références, 2 p