

# Evolution sur le long-terme de l'albédo de surface d'un territoire de polyculture-élevage et impact sur l'atténuation du changement climatique. Exemple de la Bretagne

MISCHLER P.

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

Mots-clés : polyculture-élevage, changement d'usage des sols, albédo, territoires

## INTRODUCTION

L'économie circulaire, vise une réduction de l'utilisation des ressources non renouvelables, en organisant le bouclage des flux de matière et d'énergie. Cela implique une reconfiguration des systèmes de production et de consommation en faveur des synergies entre filières animales et végétales. La déplétion des ressources pétrolières (nécessaires aux engrais et aux carburants), les attentes sociétales qui questionnent la place de l'élevage des ruminants, critiqué pour la concurrence avec l'alimentation humaine et pour ses émissions de gaz à effets de serre (GES), sont autant de forces contraires auxquelles s'ajoutent les problématiques de rentabilité et de surcharge de travail. Ainsi, l'élevage de ruminants diminue au profit d'une « céréalisation » des terres (Hirschler et al. 2019). Si cela réduit les émissions de  $\text{NH}_4$  entérique, le développement des cultures à pratiques agricoles constantes, pourrait favoriser les émissions associées de  $\text{CO}_2$  et de  $\text{N}_2\text{O}$  liées aux carburants et aux engrais de synthèse, en plus du déstockage de carbone (C) lié au retournement de prairies. Les changements d'usage des sols ont un impact sur l'albédo<sup>1</sup> ( $\alpha$ ) des surfaces. Ce phénomène physique joue un rôle important, positif ou négatif, dans la quantité d'énergie reçue par la Terre et sa température. **Cette présentation a pour but de questionner** les effets potentiels sur le climat des changements d'usage des sols, au travers du forçage radiatif<sup>2</sup> (FR) causé par les modifications d'albédo ( $\alpha$ ) de surface. Le cas d'étude présenté ici est la Bretagne, territoire qui a fortement évolué et sur une durée longue (180 ans).

## 1. MATERIEL ET METHODES

Le projet Albédo-prairies a étudié les variations annuelles d' $\alpha$  de prairies françaises dans divers contextes pédoclimatiques. Un travail exploratoire a été mené pour analyser les évolutions de FR induits par les changements d' $\alpha$  de surface, liés aux changements d'usage des sols. Cette étude a nécessité des données (1) d'occupation des sols par l'agriculture et la forêt et (2) de dynamiques annuelles d' $\alpha$  pour les cultures, prairies, forêts et landes...

- Les données d'occupation des sols se sont basées sur des travaux de l'INRAE sur la période 1840-1980 (Daucé et Léon, 1982), complétées par le recensement agricole jusqu'en 2020.
- Les données d'albédo ont mobilisé des travaux sur les prairies (Mischler et al. 2022 ; Sieber 2022), les cultures (Ferlicoq 2016 ; Sieber, 2022) et les forêts (Lutz et Howarth, 2014). Pour certaines surfaces, les données d'albédo inexistantes, ont été approximées (landes, pomme de terre, sarrasin).
- Ont été exclues du calcul, certaines surfaces dont les données n'étaient pas accessibles : ce sont les routes, lacs, étangs, cours d'eau et les zones urbanisées.

Le calcul d' $\alpha$  a été réalisé avec une calculette (SIM' $\alpha^3$ ) et converti en forçage radiatif (exprimé en  $\text{Watt/m}^2$ ), pour d'estimer si l'agriculture bretonne a contribué à réchauffer ou refroidir le climat, en raison du changement d'albédo induit par le changement d'usage des sols. Le forçage radiatif se calcule par rapport à une référence : un sol nu, une surface cultivée, un changement de pratiques, un assolement. « L'assolement » breton de 1955, qui marque le début de la période de modernisation de l'agriculture, sera ici la référence.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

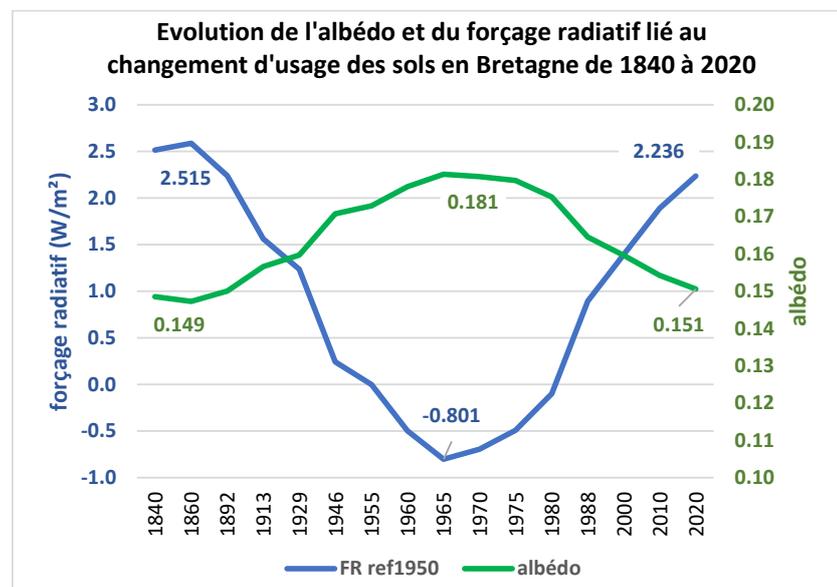
L'agriculture de Bretagne a fortement évolué de 1840 à 1900 par la mise en place d'une polyculture-élevage (PCE) qui a remplacé une agriculture vivrière (Daucé et Léon, 1982) : il y a eu une réduction forte des surfaces de landes, de terres incultes et des jachères. Elles ont été valorisées en cultures et surtout en prairies, grâce à un début de mécanisation (par exemple, l'emploi d'une charrue à soc à traction animale). De 1900 à 1950, l'apogée d'une économie agricole de petite production, de polyculture-élevage, autonome, peu spécialisée et fortement utilisatrice

<sup>1</sup> L'albédo est le ratio entre la lumière solaire réfléchie par une surface par rapport à la lumière incidente, il est sans unité et se situe entre 0 et 1. 0 correspond à 100% de lumière absorbée et 1 à 100% de lumière réfléchie

<sup>2</sup> En climatologie, le forçage radiatif est approximativement défini comme la différence entre la puissance radiative reçue et la puissance radiative émise par un système climatique donné, comme le système Terre. Un forçage radiatif positif tend à réchauffer le système (plus d'énergie reçue qu'émise) et inversement. Il s'exprime en  $\text{Watt (W)/m}^2$ .

<sup>3</sup> SIM' $\alpha$  est une calculette Excel qui estime la dynamique annuelle d'albédo d'un assolement (exploitation, territoire) à partir des dynamiques annuelles d'albédo des plantes occupant les surfaces.

de main d'œuvre est concomitante de la poursuite du développement de l'élevage porcin et de vaches initié au 19<sup>ème</sup> siècle, ainsi que des surfaces de prairies et de pommes de terre. Le seigle et l'avoine diminuent au même rythme que le remplacement de la traction animale par des machines. A partir de 1950 la polyculture-élevage est progressivement remplacée par une agriculture plus productive et spécialisée. L'herbe cultivée se développe jusqu'à un maximum en 1975, puis, ses surfaces déclinent jusqu'à 2020, au profit du développement du maïs grain et ensilage. Les surfaces forestières stables jusque dans les années 60, ont doublé depuis.



Les surfaces forestières stables jusque dans les années 60, ont doublé depuis.

L'albédo de la Bretagne a été estimé à 0.149 en 1840 (14.9% de la lumière est réfléchi), ce qui est cohérent avec la présence importante de jachères et de landes ( $\alpha=0.168$ ), de forêts ( $\alpha=0.133$ ) et de sols cultivés ( $\alpha=0.140$  à  $0.205$ ), dont l'albédo est inférieur à celui des prairies ( $\alpha=0.237$ ). Celles-ci ne représentaient alors que 12% des surfaces. L' $\alpha$  augmente ensuite jusqu'à un maximum ( $\alpha=0.181$ ) en 1960 avec 46% des surfaces en prairies. Il se maintient jusqu'en 1975, avant de baisser fortement en raison des baisses de surfaces d'herbe et de la hausse de celles du maïs ( $\alpha=0.144$ ) et des forêts. L' $\alpha$

régresse à 0.151 en 2020, un niveau proche de celui de 1840. Le forçage radiatif lié aux variations d'albédo, est de +2.515 W/m<sup>2</sup> en 1840, il baisse pour atteindre -0.801 W/m<sup>2</sup> en 1965 avant d'augmenter à nouveau jusqu'en 2020 avec +2.236 W/m<sup>2</sup>. En termes d'impact climatique, l'effet albédo en 1840 favorisait le réchauffement climatique au même niveau que 2020. A contrario, sur la période 1955-1980 le FR était négatif grâce à la part importante d'herbe qui se situait entre 40 et 56% des surfaces.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

L'évolution de l'usage des sols bretons sur 180 années a eu un impact important sur l'albédo de surface. L'intensification agricole a d'abord permis de réduire le FR grâce au développement des surfaces des prairies, avant qu'il n'augmente à nouveau. Cet exemple montre que l'occupation des sols dans les situations où les prairies sont moins présentes, a eu un effet réchauffant sur le climat aussi bien en 1840 qu'en 2020, en passant d'une agriculture faiblement mécanisée et faible consommatrice d'intrants à une forme d'agriculture plus intensive. Ces travaux de simulation, bien qu'ayant des limites liées à la précision de certaines valeurs d'albédo et hors considération du stockage / déstockage de C, montrent que tout changement d'usage des sols, notamment dans une perspective d'accroître les interactions cultures-élevages territoriales, doit tenir compte des impacts induits sur le climat, ici sur l'atténuation du changement climatique. Ainsi, l'évaluation multicritère de scénarios de changements d'usage des sols associés par exemple, à une économie plus circulaire, une baisse des surfaces fourragères et de l'élevage, ou une déprise agricole pourrait utilement intégrer le forçage radiatif lié à l'albédo de surface, de manière complémentaire à la prise en compte de la séquestration du carbone dans les sols agricoles.

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

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AGRESTE : recensements agricoles de 1988, 2000, 2010 et 2020

Daucé P. et Léon Y. (1982). L'évolution de l'agriculture bretonne depuis 1850 : quelques données. Sciences Agronomiques Rennes, 2, 96 p. hal-01905543.

Ferlicoq M. (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, 353 p

Hirschler J., Stark F., Gourlaouen Y., Perrot C., Dubosc N., Ramonteu S. (2019). Evolution des systèmes de polyculture-élevage: une rétrospective statistique 2007-2014; Innovations Agronomiques, 72 193-209

Lutz D. & Howarth R. (2014) Valuing albedo as an ecosystem service: implications for forest management; Climatic Change, DOI 10.1007/s10584-014-1109-0

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

Sieber P., Bohme S., Ericsson N., Hansson PA (2022) Albedo on cropland: Field-scale effects of current agricultural practices in Northern Europe, Agricultural and forest meteorology, 11 p