

Soutenance de thèse :

Evolution du cycle du carbone des tourbières pyrénéennes dans un contexte de changement climatique global. Observation et Modélisation.

Par Raphaël Garisoain

Mardi 12 décembre 2023 à 14h

Salle Joël Noilhan (bâtiment Navier)
Météopôle, 42 avenue G. Coriolis, 31057 Toulouse Cedex 01

Lien BJ : <https://bluejeans.com/760618390/0601>

Membres du jury :

Michelle Garneau, Rapporteur

Bertrand Guenet, Rapporteur

Gerhard Krinner, Examineur

Bertrand Decharme, Examineur

Laure Gandois, Directrice de thèse

Christine Delire, Co-Directrice de thèse

Vincent Thierion, Invité

Nikola Besic, Invité

Résumé

Depuis leur formation durant l'Holocène, Les tourbières sont des écosystèmes agissant comme de véritables régulateurs du climat et du cycle du carbone. Elles sont responsables du stockage d'une part importante de dioxyde de carbone atmosphérique dans les sols, notamment, car la matière organique présente s'y dégrade très lentement. Le changement climatique entraîne avec lui la modification de multiples phénomènes météorologiques. Le changement de régimes de précipitations ainsi que la multiplication des sécheresses sont susceptibles d'affecter durablement les tourbières, faisant peser le risque d'une accélération de la décomposition de la matière organique présente dans la tourbe et jusqu'alors préservée. Les tourbières pourraient ainsi basculer de sources à puits de carbone, émettant vers l'atmosphère des quantités importantes de méthane et de dioxyde de carbone, tous deux de puissants gaz à effet de serre.

Cette thèse s'articule sur la compréhension des liens entre facteurs environnementaux et flux de carbone des tourbières dans le cas particulier d'une tourbière pyrénéenne. Dans un premier temps, une importance notable est accordée à l'étude de la phénologie de la végétation des tourbières, les sphaignes qui réalisent la photosynthèse et sont responsables de l'accumulation du carbone organique dans le sol. Le LAI (leaf area index) des sphaignes est déterminé selon deux méthodes différentes : grâce à un planimètre (in-situ) et par télédétection, révélant des LAI élevés (jusqu'à $10\text{m}^2.\text{m}^{-2}$). La comparaison des deux techniques apportent une crédibilité certaine aux estimations satellites pouvant être une alternative aux mesures terrains dans les zones tourbeuses en montagne, souvent difficilement accessibles et donc peu documentées dans la littérature. Dans un second temps, la combinaison de mesures de phénologie des sphaignes (par télédétection), de variables environnementales in situ et de mesures des flux de gaz par chambre, permet l'établissement de modèles statistiques robustes pour les flux de CO_2 et de méthane. La première quantification à ce jour du bilan pluriannuel (2017-2022) de NECB (Net Ecosystem Carbon Balance) sur une tourbière de montagne est réalisée (comprenant les flux de CO_2 , CH_4 et les exports de DOC (dissolved organic carbon)). L'influence de la sécheresse de 2022 est alors évaluée. Comparativement aux années 2017-2021, l'année 2022 se détache de la variabilité interannuelle et correspond à une année pour laquelle la tourbière bascule en source de carbone vers l'atmosphère.

Enfin, un des objectifs de cette thèse vise l'amélioration du cycle du carbone des tourbières du modèle de surface continentale ISBA. Ainsi, de nouveaux développements en rapport avec l'inclusion de la représentation de la photosynthèse et de l'évapotranspiration des sphaignes dans le modèle sont présentés. Les conséquences, en termes de modifications des flux et des stocks de carbone, de la prise en compte de ce nouveau type de végétation, sont satisfaisantes. Finalement, l'étude de l'évolution des flux de carbone de la tourbière de Bernadouze sur les années 1959-2022, permet d'identifier une transition du régime de fonctionnement de la tourbière, d'un puits du bilan net de carbone de l'écosystème, vers une potentielle source de carbone, notamment durant les années de sécheresse.

Abstract

Since their formation during the Holocene, peatlands have acted as true regulators of climate and the carbon cycle. They are responsible for storing a significant portion of atmospheric carbon dioxide in the soil, mainly because the organic matter present degrades very slowly. Climate change brings about the alteration of various weather phenomena. Changes in precipitation patterns and the increase in droughts can have a lasting impact on peatlands, posing the risk of accelerating the decomposition of organic matter in the peat, which has been preserved until now. Peatlands could thus shift from carbon sinks to sources, emitting significant amounts of methane and carbon dioxide, both potent greenhouse gases, into the atmosphere.

This thesis focuses on understanding the links between environmental factors and carbon fluxes in peatlands, specifically a Pyrenean peatland. Initially, significant importance is given to studying the phenology of peatland vegetation, particularly sphagnum mosses that photosynthesize and are responsible for organic carbon accumulation in the soil. The Leaf Area Index (LAI) of sphagnum mosses is determined using two different methods: with a planimeter (in-situ) and via remote sensing, revealing high LAI values (up to $10\text{m}^2\cdot\text{m}^{-2}$). The comparison of these techniques lends credibility to satellite estimates as an alternative to ground measurements in mountain peatland areas, often difficult to access and thus under-documented in the literature. In a second phase, combining phenology measurements of sphagnum mosses (satellite derived), in-situ environmental variables, and gas flux measurements through chambers allows the establishment of robust statistical models for CO_2 and methane fluxes. The first-ever quantification of the multiannual (2017-2022) Net Ecosystem Carbon Balance (NECB) for a mountain peatland is achieved, including CO_2 and CH_4 fluxes and dissolved organic carbon exports. The influence of the 2022 drought is then assessed. In comparison to the years 2017-2021, 2022 stands out from interannual variability, marking a year in which the peatland transitions from being a carbon sink to a carbon source to the atmosphere.

Finally, one of the objectives of this thesis aims to improve the carbon cycle representation of peatlands in the ISBA continental surface model. New developments related to the inclusion of photosynthesis and evapotranspiration representation of sphagnum mosses in the model are presented. The consequences, in terms of changes in carbon fluxes and stocks, resulting from incorporating this new vegetation type, are satisfactory. Ultimately, the study of the evolution of carbon fluxes in the Bernadouze peatland from 1959 to 2022 identifies a transition from a net carbon sink to a potential carbon source, especially during drought years.