

## **Impact d'un climat à +2°C sur les émissions de composés biogéniques volatils et sur la qualité de l'air**

La qualité de l'air aux échelles globales, régionales et locales est le résultat d'équilibres entre les nombreux composés chimiques présents dans l'atmosphère. C'est par exemple le cas du rapport « oxydes d'azotes/composés organiques volatils », qui dirige le cycle de production de l'ozone troposphérique, ce dernier étant un polluant majeur soumis à réglementation et responsable de nombreux pics de pollution sur les régions urbaines durant la période estivale. Une part prépondérante des composés organiques volatils présents dans l'atmosphère est issue des émissions dues à la végétation, notamment l'isoprène, émis par les arbres durant les périodes d'ensoleillement. Dans le contexte de la recherche sur le changement climatique et sa limitation à +2°C, nombre d'études ont été réalisées en prenant en compte des scénarios prospectifs de réduction des émissions dues aux activités humaines. Cependant, l'impact du changement climatique sur la végétation et donc les émissions naturelles n'est que peu étudié. Or, l'amélioration de la qualité de l'air futur sur des régions où se côtoient zones urbanisées et naturelles nécessite une compréhension détaillée des interactions climats/végétation/émissions naturelles. Cette étape est essentielle dans l'étude du système-Terre intégré.

Le CNRM développe et met en œuvre les modèles SURFEX et MOCAGE. Le modèle SURFEX permet de simuler numériquement les interactions sol/atmosphère, ainsi que la réponse de la végétation aux forçages météorologiques (par ex : évolution de l'indice foliaire). Le modèle de chimie-transport MOCAGE, quant à lui, permet de simuler la composition chimique de la troposphère et de la basse stratosphère. Ils sont utilisés pour la recherche mais aussi pour différentes applications opérationnelles.

Dans ce contexte, l'objectif de cette thèse sera d'étudier, avec le modèle SURFEX, l'impact d'une augmentation de la température globale de 2°C sur la végétation et sur les émissions naturelles. Puis le modèle MOCAGE permettra de modéliser l'impact de ces nouvelles émissions biogéniques sur la qualité de l'air futur, ainsi que la réponse à l'action combinée réduction des émissions humaines/nouvelle émissions naturelles.

Plus concrètement, la première étape de la thèse sera une évaluation et une analyse des flux émissions biogéniques calculés par le module MEGAN intégré au modèle SURFEX sur une période récente. Ces résultats seront comparés aux cadastres d'émissions disponibles. Sur cette base, des scénarios atmosphériques à +2°C seront utilisés pour forcer le modèle SURFEX afin d'estimer la réponse de la végétation et la modification des émissions biogéniques associée. Pour cela, on prendra en compte la variation de l'intensité de la végétation de SURFEX. L'utilisation de scénarios d'évolution de la répartition de la végétation pourra être envisagée, afin d'affiner encore plus les résultats de la thèse. Puis, les flux d'émissions de composés biogéniques volatils calculés par SURFEX seront utilisés conjointement avec différents cadastres d'émissions anthropiques prospectifs pour forcer le modèle de chimie-transport MOCAGE, permettant d'étudier l'impact du climat à +2°C sur la qualité de l'air aux échelles continentales et régionales. Ces résultats seront comparés aux précédents résultats obtenus dans le cadre du projet Impact2C à l'échelle globale, de l'Europe et de l'Occitanie, dans le but pourront permettre d'améliorer in fine les modèles de système-Terre intégré, ainsi que la réponse sociétale à donner à un tel changement climatique.

Mots clés : Emissions biogéniques, qualité de l'air, changement climatique

Responsables et coordonnées :

Joaquim Arteta, [Joaquim.Arteta@meteo.fr](mailto:Joaquim.Arteta@meteo.fr), Tel : 05 61 07 90 23

Vincent Guidard, Vincent.Guidard@meteo.fr, Tel : 05 61 07 84 69  
Financements envisagés : Région Occitanie + Météofrance

## **Impact of a +2°C climate on emissions of volatile biogenic compounds and air quality**

Air quality at global, regional and local scales is the result of balances among the many chemical compounds present in the atmosphere. This is the case, for example, of the ratio of nitrogen oxides to volatile organic compounds, which drives the production cycle of ground-level ozone, which is a major regulated pollutant and responsible for many pollution peaks in urban areas during the summer period. A major part of the volatile organic compounds present in the atmosphere comes from emissions due to vegetation, in particular isoprene, which is emitted by trees during sunny periods.

In the context of research on climate change and its limitation to +2°C, a number of studies have been carried out taking into account prospective scenarios for the reduction of emissions due to human activities. However, the impact of climate change on vegetation and thus natural emissions has been little studied. Improving future air quality in regions where urbanised and natural areas coexist requires a detailed understanding of climate/vegetation/natural emissions interactions. This step is essential in the study of the integrated earth system.

The CNRM develops and implements the SURFEX and MOCAGE models. The SURFEX model allows numerical simulation of soil/atmosphere interactions, as well as the response of vegetation to meteorological forcings (e.g. leaf area index evolution). The MOCAGE chemistry-transport model simulates the chemical composition of the troposphere and the lower stratosphere. They are used for research but also for various operational applications.

In this context, the objective of this thesis will be to study, with the SURFEX model, the impact of a global temperature increase of 2°C on vegetation and on natural emissions. Then, the MOCAGE model will be used to model the impact of these new biogenic emissions on future air quality, as well as the response to the combined action of reducing human emissions and new natural emissions.

More concretely, the first step of the thesis will be an evaluation and an analysis of the biogenic emission flows calculated by the MEGAN module integrated in the SURFEX model over a recent period. These results will be compared with the available emission inventories. On this basis, atmospheric scenarios at +2°C will be used to force the SURFEX model to estimate the response of vegetation and the associated change in biogenic emissions. This will be done by taking into account the variation in vegetation intensity of SURFEX. The use of scenarios of changes in vegetation distribution could be considered, in order to further refine the results of the thesis. Then, the emission fluxes of volatile biogenic compounds calculated by SURFEX will be used in conjunction with different prospective anthropogenic emission inventories to force the MOCAGE chemistry-transport model, allowing to study the impact of climate at +2°C on air quality at continental and regional scales. These results will be compared with previous results obtained in the framework of the Impact2C project at the global, European and Occitan scales, with the aim of ultimately improving integrated earth-system models, as well as the societal response to such climate change.

Keywords: Biogenic emissions, air quality, climate change, biogenic emissions.

Persons in charge and contact details :

Joaquim Arteta, [Joaquim.Arteta@meteo.fr](mailto:Joaquim.Arteta@meteo.fr), Tel : 05 61 07 90 23

Vincent Guidard, [Vincent.Guidard@meteo.fr](mailto:Vincent.Guidard@meteo.fr), Tel : 05 61 07 84 69