



CNRM, UMR 3589

Soutenance de Thèse CNRM

Mardi 13 février 2024 à 13h30

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

Par **Safae OUMAMI**
(CNRM/GMGEC)

Salle Joël Noilhan (bâtiment Navier)

Lien BJ : <https://bluejeans.com/915712682/1881>

Membre du Jury

Auvergne	Joaquim ARTETA,	Co-directeur de thèse, CNRM
	Agnès BORBON,	Rapporteuse, Université Clermont-
	Christine DELIRE,	Invitée, CNRM
	Nadia FOURRIÉ,	Examinatrice, CNRM
	Vincent GUIDARD,	Directeur de thèse, CNRM
	Paul HAMER,	Invité, NILU
	Didier HAUGLUSTAINE,	Rapporteur, Université Paris-Saclay
	Trissevgeny STAVRAKOU,	Rapporteuse, BIRA

Résumé

Une fois que les composés organiques volatils (COV) sont libérés dans l'atmosphère, ils jouent un rôle majeur dans l'altération de sa chimie et de sa composition, impactant ainsi le climat mondial. Les COV émis par des sources naturelles représentent 90% du total des COV émis, ce qui fait des composés organiques volatils biogéniques (COVB) un contributeur clé à la formation de plusieurs polluants atmosphériques. L'influence des COVB va au-delà des préoccupations liées à la qualité de l'air, car ils peuvent affecter le climat par la formation d'aérosols ayant un effet de refroidissement et de gaz à effet de serre ayant un effet de réchauffement, impactant ainsi le forçage radiatif net de la Terre. À l'inverse, le climat peut influencer la libération des espèces biogéniques par le biais du réchauffement climatique, des changements de couverture et d'utilisation des sols, de la sécheresse et de l'augmentation des concentrations atmosphériques en CO₂. Le présent travail vise à évaluer comment les émissions de COVB évolueront dans des conditions de changement climatique de +2°C et comment ce changement affectera la qualité de l'air dans le futur.

À cette fin, un travail conséquent a été entrepris pour coupler les modèles SURFEX (SURface Externalisée) et MEGAN (Model of Emission of Gases and Aerosols from Nature). Le modèle couplé SURFEX-MEGAN permettra la simulation des émissions futures d'espèces biogéniques ainsi que d'autres facteurs clés d'émission tels que l'indice de surface foliaire (LAI), l'humidité du sol, la température du sol, etc.

L'impact du changement climatique sur les émissions d'isoprène a été évalué en réalisant deux simulations globales représentant les conditions climatiques actuelles et futures sur la période 2010-2014 et 2046-2050, respectivement. Les résultats de cette étude indiquent une augmentation globale des émissions d'isoprène de 13% (40 Tg). Cette variation prend en compte l'effet de la température, du rayonnement solaire et des concentrations atmosphériques en CO₂. La température a l'effet positif le plus élevé. Le rayonnement solaire a un effet négatif car il diminue selon le scénario SSP3-7.0, et les concentrations de CO₂ ont à la fois des effets positifs et négatifs. Le premier résultat de l'effet de fertilisation par le CO₂ et le second de l'effet d'inhibition du CO₂. Les résultats de SURFEX-MEGAN ont été confrontés à d'autres projections provenant des modèles CMIP6. La plupart des modèles ont prédit une tendance positive pour les émissions futures d'isoprène. Les disparités dans les résultats des modèles sont attribuées aux variations dans les schémas d'isoprène, la résolution, la distribution et la densité de la végétation, mais surtout, les sorties de température et de rayonnement solaire de chaque modèle diffèrent, malgré l'utilisation du même scénario SSP.

L'étude de l'impact du changement climatique sur les niveaux futurs d'ozone a montré que la charge d'ozone augmentera de 5% en 2050 par rapport à 2013. Ce changement est principalement dû à la modification des émissions anthropiques de NO_x et de COV. Bien que la sensibilité de l'ozone à l'isoprène soit élevée, l'inclusion des changements futurs dans les émissions d'isoprène n'a qu'un effet marginal sur les tendances globales de l'ozone. Cependant, cet effet est significatif à l'échelle régionale et locale, où l'ozone est positivement et négativement corrélé aux tendances de l'isoprène dans les régions à forte et faible concentration de NO_x, respectivement. L'impact des émissions

CNRM, UMR 3589

d'isoprène sur la qualité de l'air future est le plus significatif lorsque l'on néglige l'effet inhibiteur du CO₂ sur les émissions d'isoprène. Dans ce cas, la qualité de l'air était prévue s'améliorer à l'échelle globale et particulièrement dans les régions tropicales dans le futur, par rapport à un scénario climatique futur avec des émissions d'isoprène correspondant au climat actuel.

Abstract

Once Volatile Organic Compounds (VOCs) are released into the atmosphere, they play a major role in altering its chemistry and composition, consequently impacting the global climate. VOCs released from natural sources account for 90% of the total emitted VOCs, which makes Biogenic Volatile Organic Compounds (BVOCs) a key contributor to the formation of several air pollutants. The influence of BVOCs goes beyond air quality concerns, as they can impact the climate through the formation of aerosols which have a cooling effect and greenhouse gases which have a warming effect, thus effecting the Earth's net radiative forcing. Conversely, climate can effect the release of biogenic species through global warming, land cover and land use change, drought and increasing atmospheric CO₂ concentrations. The present work aims to evaluate how BVOCs emission will evolve in a +2°C climate change conditions and how this change will effect air quality in the future. For this purpose, a consequent work was undertaken to couple the SURFEX (SURface Externalisée in French) and MEGAN (Model of Emission of Gases and Aerosols from Nature) models. The coupled model SURFEX-MEGAN will allow the simulation of future emissions of biogenic species along with other important emission key drivers such as leaf area index, soil moisture, soil temperature, etc. The impact of climate change on isoprene emissions was assessed by conducting two global simulations representing present- and future-climate conditions over 2010-2014 and 2046-2050, respectively. The results of this study indicate a global increase of isoprene emissions by 13% (40Tg). This change account for the effect of temperature, solar radiation and atmospheric CO₂ concentrations. Temperature have the highest positive effect. Solar radiation have a negative effect as it decreased under the SSP3-7.0 scenario and CO₂ concentrations have both positive and negative effects. The former arises from the CO₂ fertilization effect and the latter from the CO₂ inhibition effect. The SURFEX-MEGAN results were confronted to other projections from CMIP6 models. Most of the models predicted a positive trend in future isoprene emissions. The disparities in model results are attributed to variations in isoprene schemes, resolution, vegetation distribution, and density, but most importantly, each model's output of temperature and solar radiation differed, despite employing the same SSP scenario. The study of the impact of climate change on future ozone levels showed that the ozone burden will increase by 5% in 2050 compared to 2013. This change is mainly due to the change in human-induced NO_x and VOC emissions. Although ozone's sensitivity to isoprene is high, the inclusion of future changes in isoprene emissions have only a marginal effect on global ozone trends. However, this effect is significant at regional and local scales, where ozone is positively and negatively correlated to isoprene trends in high and low NO_x

Pour tout renseignement, contacter Y. Poirier (05 61 07 96 55)

Centre National de Recherches Météorologiques
42, Avenue G. Coriolis - 31057 Toulouse Cedex



CNRM, UMR 3589

regions, respectively. The impact of isoprene emissions in future air quality is most significant when neglecting the inhibitory effect of CO₂ on isoprene emissions. In this case air quality was predicted to improve at a global scale and in tropical regions particularly in the future compared to a future-climate scenario with present-climate isoprene emissions.