

# EQUATOR

## Emission QUantification of Atmospheric tracers in the Tropics using ObseRVations from satellites

DURÉE

15/12/2020 - 15/03/2025

BUDGET

271 832 €

### DESCRIPTION DU PROJET

Les composés organiques volatils biogéniques (COVB) affectent la chimie de la troposphère, la qualité de l'air et le climat. Ils sont omniprésents dans les écosystèmes tropicaux, et l'isoprène ( $C_5H_8$ ) est de loin le composé dominant. Cependant, il existe de grandes incertitudes dans les estimations des émissions de COVB, principalement en raison de la grande diversité biologique, des mécanismes complexes à l'origine des émissions et de la rareté des observations directes. Alors que les observations directes de l'isoprène par satellite en sont encore à leurs débuts, les données spatiales sur le formaldéhyde (HCHO) ont été utilisées en combinaison avec des modèles pour contraindre les émissions d'isoprène et d'autres COV réactifs non méthaniques (COVNM). Il existe cependant des obstacles majeurs à la dérivation des émissions de COVNM à partir des données de HCHO : (i) le fait que plusieurs composés ( $C_5H_8$ , méthanol ( $CH_3OH$ ), COV issus de la combustion de la biomasse) contribuent au signal, (ii) les biais importants dans les données satellites, et (iii) les incertitudes chimiques (mécanismes d'oxydation de l'isoprène et influence des niveaux de  $NO_x$ , dont les abondances atmosphériques sont incertaines).

Le projet EQUATOR vise à présenter une meilleure évaluation du budget et du rôle des émissions de composés-clés ( $NO_x$ , HCHO,  $CH_3OH$ ,  $C_5H_8$ ) dans les Tropiques. Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- Estimer les émissions de COVB au cours des deux dernières décennies en tenant compte des changements de la couverture des sols.
- Quantifier l'abondance des émissions de  $NO_x$  par les sols et les éclairs dans les régions Tropicales. Ces deux sources présentent de grandes incertitudes qui peuvent fortement affecter les abondances calculées du HCHO.
- Déterminer la contribution de l'oxydation du  $CH_3OH$  au bilan du HCHO.
- Développer de nouvelles méthodes pour quantifier les émissions de COVB par inversion simultanée des abondances de HCHO et de  $C_5H_8$  mesurées depuis l'espace.



Pour atteindre nos objectifs, les modèles et techniques suivants seront utilisés : le modèle global d'émission biogénique MEGAN-MOHCAN à la résolution de  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$  ; le modèle régional de chimie-transport MAGRITTEv1.1 à  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$  sur les Tropiques et l'adjoint de MAGRITTEv1.1. Ces modèles ont été développés au sein de l'unité de chimie troposphérique du BIRA-IASB, et ont été utilisés dans de nombreuses études publiées. Les observations satellitaires provenant de différents capteurs seront utilisées comme contraintes *top-down* dans un schéma d'inversion basé sur l'adjoint du modèle MAGRITTEv1.1.

Plusieurs mises à jour du modèle seront effectuées dans MAGRITTEv1.1, par exemple la paramétrisation de la distribution verticale des émissions de NO dues aux éclairs sera révisée et les inventaires récents à haute résolution des émissions de NO du sol seront implémentés. Les sources naturelles de  $NO_x$  seront optimisées en utilisant les colonnes de  $NO_2$  de OMI (Aura) et TROPOMI (Sentinel 5-p) corrigées pour leurs biais grâce à des études indépendantes. Nous dériverons simultanément les émissions de NO des éclairs et du sol ; la distinction entre les deux sources sera basée sur leurs schémas géographiques et temporels a priori, au moyen de matrice de covariance des émissions a priori.

Les sources continentales de  $CH_3OH$  seront optimisées en utilisant les colonnes IASI (MetOp) corrigées des biais par rapport aux campagnes aériennes. Les sources biogéniques et de combustion de biomasse de  $CH_3OH$  seront dérivées simultanément. Les émissions optimisées remplaceront les émissions actuelles *bottom-up* de  $CH_3OH$  de MAGRITTEv1.1.

# EQUATOR

Afin de considérer les effets des changements de la couverture des sols sur les émissions biogéniques, les distributions statiques des types fonctionnels de plantes du modèle MEGAN seront remplacées par des distributions annuelles obtenues à partir des instruments MODIS et Landsat. Nous effectuerons des simulations MEGAN-MOHYCAN pour la période 2001-2020 afin de dériver les émissions de COV qui seront utilisées comme a priori dans les inversions utilisant le modèle MAGRITTEV1.1. Les émissions de COV seront optimisées sur la base des données OMI et TROPOMI HCHO corrigées pour leurs biais sur base d'études indépendantes et évaluées ensuite vis-à-vis de données FTIR. Les émissions pyrogéniques et biogéniques de COV seront déduites simultanément, et les champs de concentration optimisés de HCHO seront évalués à l'aide de données des campagnes aériennes et de données au sol. Une méthodologie d'inversion optimale sera conçue et implémentée afin de mener une inversion simultanée des émissions de HCHO et de C<sub>5</sub>H<sub>8</sub> de TROPOMI/OMI à partir de CrIS (Suomi-NPP/JPSS) pour les émissions d'isoprène et d'autres COV à une échelle globale. Plusieurs essais pourraient être nécessaires pour cette étape car l'assimilation de l'isoprène et du HCHO nécessitera probablement un ajustement des champs OH.



Les données d'émissions et des concentrations modélisées dérivées dans ces inversions seront évaluées par comparaison avec les inventaires *bottom-up* disponibles, ainsi qu'avec les observations aériennes et basées au sol. Enfin, une évaluation des incertitudes des émissions sera réalisée, sur la base d'une série d'inversions de sensibilité menées pour étudier l'impact d'erreurs possibles dans les simulations de modèles et dans les produits satellite.

Globalement, le résultat attendu du projet sera une meilleure compréhension des émissions naturelles et de leur impact dans les régions tropicales, ainsi qu'une meilleure évaluation des rôles respectifs des émissions naturelles et anthropiques dans ces environnements. EQUATOR aboutira à des ensembles de données d'émissions spatiales librement accessibles, qui seront distribués via des réseaux bien établis (comme IGAC), afin d'améliorer leur visibilité, de renforcer les collaborations existantes et de créer de nouvelles opportunités pour les recherches futures.

## COORDONNEES

### Coordinateur

#### Trissevgeni Stavrakou

Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB)

Unité de modélisation de la chimie troposphérique

[trissevgeni.stavrakou@aeronomie.be](mailto:trissevgeni.stavrakou@aeronomie.be)

## LIENS

<https://equator.aeronomie.be>

<https://tropo.aeronomie.be>