

LES PLANTES N'ÉMETTENT PAS QUE DE L'OXYGÈNE

Publié le 14 novembre 2022



par Laetitia Theunis

Les végétaux sont des acteurs de premier plan dans la chimie atmosphérique. De par leur activité photosynthétique, ils émettent du dioxygène (O₂) et absorbent du dioxyde de carbone (CO₂). Tous les types de végétation libèrent également des composés organiques volatils biogéniques (COVB). Parmi eux, le plus abondant est l'isoprène, que les végétaux émettent lorsqu'ils ont soif. Très réactif, l'isoprène affecte la chimie de la troposphère.

Le [projet STEREO III ALBERI](#) (Assessing Links between Biogenic Emissions and Remotely-sensed photosynthesis Indicators), mené conjointement par l'[Institut d'Aéronomie spatiale de Belgique](#) (IASB) et le [laboratoire H-Cel de l'Université de Gand](#) en partenariat avec le [Department of Earth System Science de l'Université de Californie](#), a permis de développer un modèle explorant la réponse des émissions d'isoprène aux changements de végétation et aux sécheresses.

L'équipe de scientifiques du projet ALBERI est [la première à avoir tenu compte d'un ensemble de données dynamiques sur la couverture des sols, basées sur des satellites, pour estimer les émissions d'isoprène et leur évolution à long terme.](#)

Une protection contre les dommages thermiques

Des études en laboratoire ont montré que lorsque les plantes subissent un stress hydrique modéré, dû à une disponibilité limitée en eau dans les sols, les émissions d'isoprène (C₅H₈), de son vrai nom méthyl-2-buta-1,3-diène, augmentent.

Concrètement, en condition de sécheresse modérée, pour limiter leurs pertes en eau par transpiration, les plantes ferment partiellement leurs stomates, de minuscules orifices dans leurs feuilles permettant les échanges gazeux avec l'atmosphère. Cette action entraîne une augmentation de la température dans les feuilles.

En réaction, « la molécule d'isoprène est synthétisée par le feuillage de la plupart des plantes. Elle joue un rôle protecteur contre les dommages thermiques. Mais aussi contre l'action oxydante de l'ozone et d'autres espèces réactives oxygénées, qui entravent la capacité photosynthétique de la plante », explique-t-on à l'IASB.

Une influence indirecte sur la qualité de l'air et le climat

L'isoprène n'est pas un polluant. Toutefois, son influence est forte sur la qualité de l'air et la chimie de la troposphère, lui conférant indirectement un impact sur le climat.

« Parmi les composés organiques volatils biogéniques émis par le feuillage des plantes, l'isoprène est de loin le plus important en termes d'émissions globales et d'impact atmosphérique. D'une courte durée de vie (de quelques minutes à quelques heures, NDLR), il est très réactif dans l'air, et sa dégradation favorise, du moins en présence d'oxydes d'azote (NOx), la génération d'ozone et d'aérosols organiques secondaires », explique Dre Beata Opacka, chercheuse au sein de l'Unité de modélisation de chimie troposphérique de l'IASB.

En présence de concentrations élevées en NOx - des polluants très largement produits par les activités humaines, notamment les transports et les industries -, une seule molécule d'isoprène peut entraîner la formation de nombreuses molécules d'ozone troposphérique (O3). Celui-ci est à la fois un polluant pouvant causer des problèmes de santé et un gaz à effet de serre.

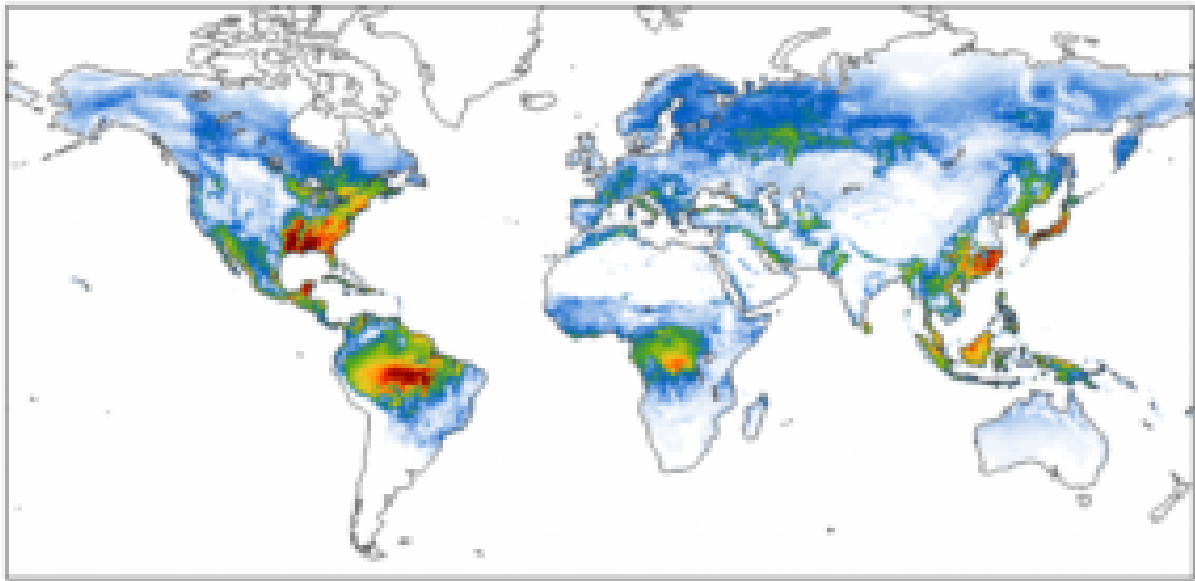
« Par contre, [lorsqu'il y a très peu de NOx, les émissions d'isoprène des plantes peuvent, dans certains cas, réduire les concentrations d'ozone troposphérique.](#) »

Une vision mondiale

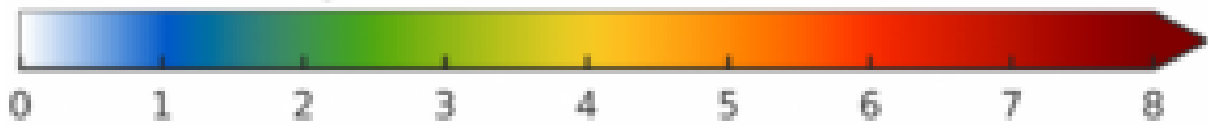
Il n'est pas aisé d'évaluer l'évolution globale des teneurs en isoprène dans l'atmosphère. D'une part, les mesures effectuées en laboratoire et en conditions naturelles, souvent concentrées dans les pays riches, ne donnent qu'une vision très parcellaire d'un phénomène mondial. D'autre part, les satellites ne sont pas capables de mesurer directement les teneurs troposphériques en isoprène.

Pour étudier ce composé gazeux à l'échelle de la planète, les scientifiques du projet ALBERI ont utilisé des modèles d'estimation d'émissions biogéniques. « Un aspect critique de la modélisation des émissions de composés organiques volatils biogéniques est la représentation de l'utilisation et de l'occupation des sols (LULC). Les inventaires actuels des émissions sont généralement basés sur des cartes d'occupation du sol qui sont soit modélisées et dynamiques, soit basées sur des satellites et statiques. Dans cette [étude](#), nous utilisons le modèle de pointe MEGAN couplé au modèle de canopée MOHYCAN pour générer et évaluer des inventaires d'émissions en s'appuyant sur des cartes LULC par satellite à des pas de temps annuels », explique Dre Beata Opacka.

Résultats ? « À l'échelle mondiale, les émissions d'isoprène se situent entre 350 et 800 millions de tonnes par an. En prenant en compte les changements de la couverture arborée, le modèle montre une forte baisse de la tendance globale des émissions d'isoprène, passant d'environ 10% à 6% par décennie. Les changements de la couverture arborée ont donc un effet d'atténuation, principalement suite à la diminution de la couverture arborée à l'échelle mondiale, notamment dans les tropiques. » Selon le rapport de 2020 de l'[Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture](#), la couverture forestière mondiale a décliné de 250.000 km² entre 2015 et 2020.

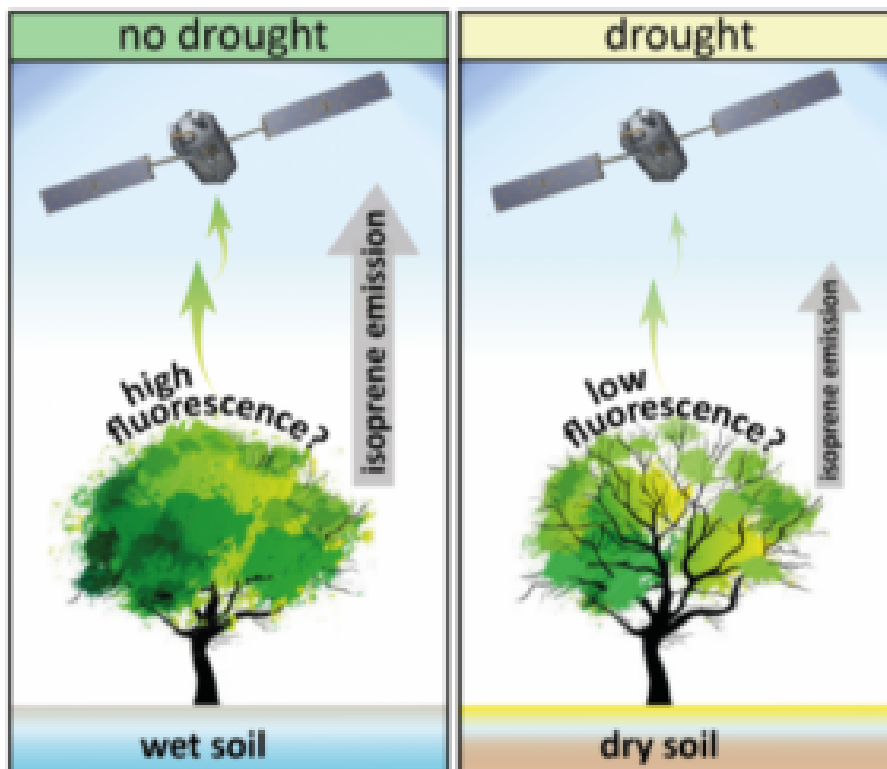


Modelled isoprene flux (in 10^{11} molecules $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$)



Distribution globale des flux d'isoprène modélisés en juillet 2018. Les tropiques contribuent à raison de 80 % du flux annuel total © ALBERI

« Nos connaissances sur les émissions d'isoprène nous permettent de mieux évaluer la formation d'ozone et de particules fines et leur impact sur la qualité de l'air et le climat. Dans un futur où le monde connaîtra des sécheresses plus fréquentes et plus intenses, il est primordial de comprendre la réponse des émissions d'isoprène aux facteurs de stress environnementaux tels que le stress hydrique. »



La fluorescence induite par le soleil pourrait être utilisée pour surveiller l'effet de la sécheresse sur l'isoprène © ALBERI

« Le projet ALBERI a mis en évidence les atouts et les limitations de l'utilisation des propriétés très hétérogènes du sol comme indicateurs de sécheresse. Les résultats du projet ALBERI offrent un tremplin aux recherches futures qui aideront la communauté scientifique à réduire les incertitudes liées aux émissions d'isoprène, notamment grâce aux nouvelles observations par satellite de la fluorescence induite par le soleil et de l'isoprène, ainsi qu'aux mesures in situ des flux dans la canopée. De plus, les augmentations des émissions d'isoprène étant indicatives d'un début de stress thermique et hydrique, la surveillance satellitaire de l'isoprène pourrait être explorée comme un outil potentiel pour suivre le stress de la végétation », concluent les chercheurs.