

IMPECVOC - Résultats

Impact de la phénologie et des conditions environnementales sur l'émission de COVB par les écosystèmes forestiers

DURÉE DU PROJET
15/12/2008 - 31/07/2011

BUDGET
1.123.952 €

MOTS CLES

Composés organiques volatils d'origine biogénique; COVBs; chimie atmosphérique; formation d'ozone troposphérique; terpènes; sesquiterpènes; PTR-MS; GC-MS; Megan

CONTEXTE

Les écosystèmes forestiers sont connus pour être d'importants émetteurs de Composés Organiques volatils d'origine biogénique (COVBs). En raison de l'importance de cette émission et de leur réactivité élevée avec les oxydants majeurs dans l'atmosphère (OH, O₃, NO₃), ces COVB jouent un rôle important dans la chimie atmosphérique. Pour pouvoir quantifier la formation nette d'oxydants et d'aérosols à partir des COVBs, l'oxydation physico-chimique et la formation puis la croissance des aérosols doivent être bien compris. De même, les émissions de COVBs doivent être bien caractérisées et quantifiées. Peu de données expérimentales sont disponibles concernant l'effet sur les émissions de la température et de l'historique de l'exposition au rayonnement. Des mesures sont nécessaires pour déterminer la dépendance précise des émissions par rapport au rayonnement et à la température de feuille pour les espèces d'arbres les plus courantes en Belgique. L'avènement d'une nouvelle technologie en ligne, rapide et précise telle que la spectrométrie de masse par réaction de transfert de proton (PTR-MS) a ouvert la voie à de nouveaux et passionnants développements dans la recherche sur les espèces d'arbres les plus courantes en Belgique. L'avènement d'une nouvelle technologie en ligne, rapide et précise telle que la spectrométrie de masse par réaction de transfert de proton (PTR-MS) a ouvert la voie à de nouveaux et passionnants développements dans la recherche sur les espèces d'arbres les plus courantes en Belgique. Les mesures directes de flux de COVBs par covariance de turbulence à l'échelle d'une parcelle forestière sont par exemple devenues possibles. La technique PTR-MS est également très utile pour réaliser des mesures continues et à long terme d'émissions de COVBs sur des chambres conditionnées à l'échelle de la branche.

OBJECTIFS

Les objectifs du projet IMPECVOC sont: (1) La collecte de données d'émission de COVBs à différentes échelles de l'organisation biologique (émissions par la feuille de jeunes arbres dans des chambres conditionnées; émissions par des couches de feuilles de canopée horizontales observées sur la tour de mesure du site expérimental forestier d'Aelmoeseneie; et les émissions par une parcelle forestière sur le site expérimental de Vielsalm; (2) La validation de nouveaux algorithmes d'émission (adaptation du modèle de canopée MOHYCAN et du modèle MEGAN qui permet un changement d'échelle spatiale des émissions de COVBs depuis l'échelle de la feuille jusqu'à l'échelle de l'arbre et de la parcelle); (3) L'amélioration des algorithmes d'émission par l'ajout de mécanismes participant à leur contrôle (ex. disponibilité en eau, concentration atmosphérique de CO₂ et effets écophysiological comme le développement saisonnier de la surface de feuille, l'âge des feuilles, la distinction entre feuilles d'ombres et de soleil, ...); et (4) L'estimation des émissions de COVBs par les forêt Belges à l'aide des algorithmes d'émission modifiés et d'inventaires forestiers Belges.

Durant la première phase du projet IMPECVOC, des mesures simultanées de COVBs (PTR-MS et GC-MS), de flux de CO₂ et de H₂O ont été réalisées en continu lors des expériences de cuvette sur des branches en chambres conditionnées ainsi que en forêt d'Aelmoeseneie. Pour réaliser des mesures dynamiques de cuvette sur des branches, des prototypes de cuvette ont été imaginés et construits. De plus, lors du premier trimestre 2008, intercalées entre les expériences dans les chambres conditionnées et les mesures de terrain dans la forêt d'Aelmoeseneie, des mesures de laboratoire ont été réalisées afin d'estimer l'influence des paramètres instrumentaux et environnementaux sur la détection des sesquiterpènes à l'aide du PTR-MS.

CONCLUSIONS

Les résultats montrent que le hêtre (*Fagus sylvatica* L.) est un faible émetteur d'isoprène et un assez gros émetteur de monoterpénoides. Une relation claire a été observée entre les variations de température et l'émission de monoterpénoides, en rapport avec les taux de photosynthèse nette. Les résultats montrent que le plant de hêtre sans stress hydrique réémet vers l'atmosphère sous forme de monoterpénoides une fraction assez faible du carbone assimilé. Cette fraction augmente exponentiellement depuis 0,01 jusqu'à 0,10 % lors d'une augmentation de température de 17°C à 27°C dans les chambres conditionnées.

A partir des résultats de l'expérience de sécheresse, il a pu être établi que les émissions de monoterpénoides étaient liées à la physiologie de l'arbre; plus spécifiquement au taux de photosynthèse nette des feuilles, à la croissance du diamètre des troncs et à la densité de flux de sève. De plus, une interdépendance entre les processus de la feuille et de l'arbre a été observée. L'imposition d'une sécheresse sévère a abouti à une diminution de la photosynthèse et des émissions de monoterpénoides. Sous inhibition de la photosynthèse, les émissions de monoterpénoides ont été inhibées très probablement en raison de leur origine photosynthétique. Les données de l'expérience à l'échelle de la canopée ont montré clairement qu'il y avait une différence entre les feuilles de soleil et les feuilles d'ombre. Le schéma des émissions diurnes de COVBs ont indiqué que les feuilles d'ombre présentaient une plus forte interaction que les feuilles de soleil entre les émissions de monoterpénoides et la photosynthèse nette lors d'une journée ensoleillée. Cette interaction était même encore plus importante pour une journée couverte.



IMPECVOC - Résultats

Impact de la phénologie et des conditions environnementales sur l'émission de COVB par les écosystèmes forestiers

On peut donc conclure que le statut physiologique de la feuille joue un rôle majeur dans l'émission de monotéropénoïdes liée aux taux de photosynthèse et de transpiration. Il faudra donc insister sur l'importance du statut physiologique des feuilles dans le futur.

Sur base des données expérimentales, les algorithmes d'émission existants pourront être testés et améliorés. Ce travail est en cours. Les émissions observées sont mieux modélisées en utilisant les algorithmes d'émission pour l'isoprène qu'en utilisant un algorithme d'émission pour les monoterpènes, indépendant de la lumière, développé pour les conifères. PTR-MS mesures dans les chambres conditionnées et dans la forêt d'Aelmoeseneie montrent l'effet de l'histoire de la lumière sur l'émission de monotéropénoïdes par *Fagus sylvatica* L. Cependant, cet aspect n'est pas encore incorporé dans les algorithmes d'émission existants. Améliorations des algorithmes sont proposées pour une description plus exacte du phénomène.

A la fin de la phase 1, les infrastructures opérationnelles du site forestier de Vielsalm ont été mises en place et l'expérience à l'échelle de la parcelle seront le point majeur de la deuxième phase du projet. Cette infrastructure inclut une tour complètement équipée avec les capteurs météorologiques adéquats ainsi qu'un local technique équipé. Le dispositif existant a été fortement mis à niveau pour la mesure des flux de COVBs. Les efforts combinés des quatre partenaires ont abouti à la collecte d'une large base de données pour le site de Vielsalm. Le partenaire 1 a pris en charge l'étude de la variation spatiale et saisonnière de l'indice de surface foliaire (LAI) dans la zone d'empreinte des flux mesurés au sommet de la tour. Les partenaires 3 et 4 ont assuré respectivement la collecte des données BVOC et (micro)météorologiques au sommet de la tour de 52m tandis que le partenaire 2 assurait la prise mensuelle d'échantillons destinés à l'analyse GC-MS. Le partenaire 4 a investigué principalement les flux d'isoprène, de monoterpènes et de méthanol. Cette campagne de mesure s'étant achevée très récemment (Novembre 2010), l'analyse de données et leur interprétation est toujours en cours.

CONTRIBUTION DU PROJET A UNE POLITIQUE DE DEVELOPPEMENT DURABLE

Les décideurs politiques créent le cadre nécessaire à de bonnes conditions environnementales de vie pour la population. Notamment, ils se basent sur des données scientifiques pour établir une politique adéquate pour une atmosphère saine. Dans ce but, les pays Européens comme la Belgique sont tenus de produire des inventaires des composés émis par les activités humaines et la nature et qui influencent la qualité de l'air. Il se fait que, pour les catégories de composés organiques volatils ayant des impacts sur la formation d'ozone troposphérique, le réchauffement global et la santé humaine, les forêts sont d'importants contributeurs. De ce point de vue, les inventaires d'émissions de COVBs sont essentiels dans la prise de décision. Les inventaires d'émissions de COVBs reposent actuellement sur des modèles basés sur des mesures et modèles du début des années 90.

Les résultats de notre projet procurent des mesures et des modèles qui sont un premier pas vers une meilleure estimation des émissions de COVBs. D'abord nous avons appris qu'il y a d'autres facteurs que l'essence d'arbre, la lumière et la température qui déterminent l'émission de COVBs. Par exemple, la saisonnalité, le statut physiologique des feuilles et leur infestation influencent les émissions. Ensuite, nous avons appris qu'un certain nombre de composés émis n'ont pas reçu l'attention nécessaire dans les inventaires d'émission bien qu'ils puissent jouer un rôle dans la chimie atmosphérique, en particulier dans la formation d'ozone et de particules. Dans une étape ultérieure, ces conclusions pourraient être à la base d'une amélioration des estimations d'émission de COVBs procurant ainsi un socle réfléchi pour une politique adéquate en matière de qualité de l'air.

COORDONNEES

Coordinateurs phase 1

Kathy Steppe & Raul Lemeur
Universiteit Gent
Laboratory of Plant Ecology (PE)
Coupure links 653
B-9000 Gent
Tel : +32 (0)9 264 61 16
Fax: +32 (0)9 224 44 10
raul.lemeur@ugent.be
www.impevoc.ugent.be

Coordinateurs phase 2

Jo Dewulf & Herman Van Langenhove
Universiteit Gent
Department of Organic Chemistry
Research Group Environmental Organic
Chemistry and Technology (ENVOC)
Coupure links 653
B-9000 Gent
Tel : +32 (0)9 264 59 49
Fax: +32 (0)9 264 62 43
jo.dewulf@ugent.be

Partenaires

Crist Amelynck - Niels Schoon & Jean-François Müller
Belgisch Instituut voor Ruimte-Aëronomie (BIRA)
Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB)
Ringlaan 3 - Avenue Circulaire 3
B-1180 Brussel
Tel : +32 (0)2 373 04 04
Fax: +32 (0)2 374 84 23
crist.amelynck@aeronomie.be

Marc Aubinet
Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux Unité de Physique des Biosystèmes (UBP),
Avenue de la Faculté d'agronomie 8
B-5030 Gembloux
Tel : +32 (0)81 62 24 88
Fax: +32 (0)81 62 24 39
aubinet.m@fsagx.ac.be

