

# Chambre à flux pour la mesure des flux de contaminants évapotranspirés à partir du sol

Mots-clés : chambres à flux, contaminants, sol, évapotranspiration

<b>Type d'outil</b> Dispositif expérimental	<b>Milieus étudiés</b> Sols, eau d'évaporation, atmosphère	<b>Disciplines mobilisées</b> Chimie, écotoxicologie	<b>Destinataires</b> Gestionnaires, bureaux d'études, collectivités
--	---	---	--

## OBJECTIFS

Déterminer le devenir dans l'environnement des contaminants à l'interface sol-eau-atmosphère.

Quantifier des flux de contaminants pouvant se volatiliser à partir du sol en direction de l'atmosphère, ainsi que des flux surfaciques d'eau évapotranspirée.

Préciser le rôle joué par le sol, en tant qu'émetteur ou récepteur de composés organiques volatils (COV) et composés organiques semi-volatils (COSV).

## L'ESSENTIEL

Les **chambres à flux** ont été spécialement conçues pour étudier le devenir des phytosanitaires (COV/COSV) présents dans des sols de zone humide, des sols agricoles, des sols nus ou végétalisés. Ces dispositifs sont des outils indispensables pour la compréhension des dynamiques de transfert des contaminants à l'interface sol-eau-atmosphère.

## CONTENU DE L'OUTIL

La chambre à flux est un dispositif élaboré au laboratoire EDYTEM (USMB) déployé à la surface de tout type de sol, en particulier ceux des zones humides. Elle permet notamment l'étude du devenir des micropolluants (phytosanitaires) présents sur des terres agricoles au droit d'une ancienne tourbière. Associée à un module de condensation enterré, la chambre à flux permet également de récupérer l'eau évapotranspirée par le sol et la végétation.

L'analyse chimique de cette eau et des phases gazeuse et particulaire recueillies de manière simultanée en sortie de la chambre à flux, permet de déterminer l'ensemble des flux de composés émis dans l'air. Associé à la mesure des retombées atmosphériques au sol, il est alors possible de rendre compte du fonctionnement du sol en tant que récepteur ou émetteur de composés volatils et /ou semi-volatils.

Les phytosanitaires étudiés peuvent être des COV, des COSV et/ou des composés solubles dans l'eau. Principalement d'origine anthropique, ils ont un impact direct et indirect sur les êtres vivants et l'environnement.

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Quantifie les flux de composés organiques volatils et solubles</li> <li>+ Simule un processus naturel d'émission du sol, en absence de forçage</li> <li>+ Peut être déployée sur tous type de sols (zone humide, agricoles, industriels, nus ou végétalisés)</li> <li>+ Permet d'interpréter les transferts de contaminants dans le milieu lorsqu'associé à des mesures du milieu aqueux et atmosphérique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite deux personnes qualifiées pour le déploiement sur le terrain</li> <li>- Installation longue</li> </ul>

## MISE EN ŒUVRE

Temps	Moyens humains	Compétences	Matériel	Coût du projet
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Installation sur le terrain entre 3h et ½ journée</li> <li>- Déployé sur 1 mois</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 personnes pour le déploiement sur le terrain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Être qualifié pour déployer le dispositif et faire les analyses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chambre à flux et équipements liés</li> <li>- <b>Facultatif :</b> Jauge Owen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 30 000 € sur 2 ans (comprend le dispositif, les analyses pour 5 mois d'expérimentation)</li> </ul>

## CONTEXTE

Les phytosanitaires impactent fortement le milieu, il est donc primordial de connaître leur distribution dans les différents compartiments de l'environnement (sol, plantes, eau, air) et d'évaluer les processus de transferts potentiels. Parmi ceux-ci, les émissions du sol vers l'atmosphère sont particulièrement importantes, car elles peuvent avoir un impact sanitaire pour les populations riveraines et celles présentes à plus longue distance en zone urbaine.

Le défi des mesures d'émissions à l'interface sol-air en zone humide consistait à développer une chambre à flux permettant de recueillir en particulier l'eau évapotranspirée du sol, parallèlement aux composés gazeux et composés associés à des particules de sol (érosion éolienne). Le dispositif initialement conçu pour des sols situés en zone non humide de type terres agricoles, de remblais, a dû être modifié avec l'intégration en ligne d'un module spécifique de condensation de l'eau.

La chambre à flux a été développée dans le cadre d'un projet financé par l'Agence de l'eau RMC, DynaMOT (Action n° 58 du Programme 2018), qui intègre des chercheurs de 5 laboratoires universitaires. Ce projet d'une durée de deux ans (2018-2020) a bénéficié d'un partenariat avec le Conservatoire d'Espaces Naturels de Savoie (CEN).

## PRINCIPES

Le dispositif expérimental comprend une enceinte en plexiglass de 0,8 m<sup>2</sup> de surface au sol, connectée à une pompe bas débit de 1 m<sup>3</sup>/h (**Figure 1**).

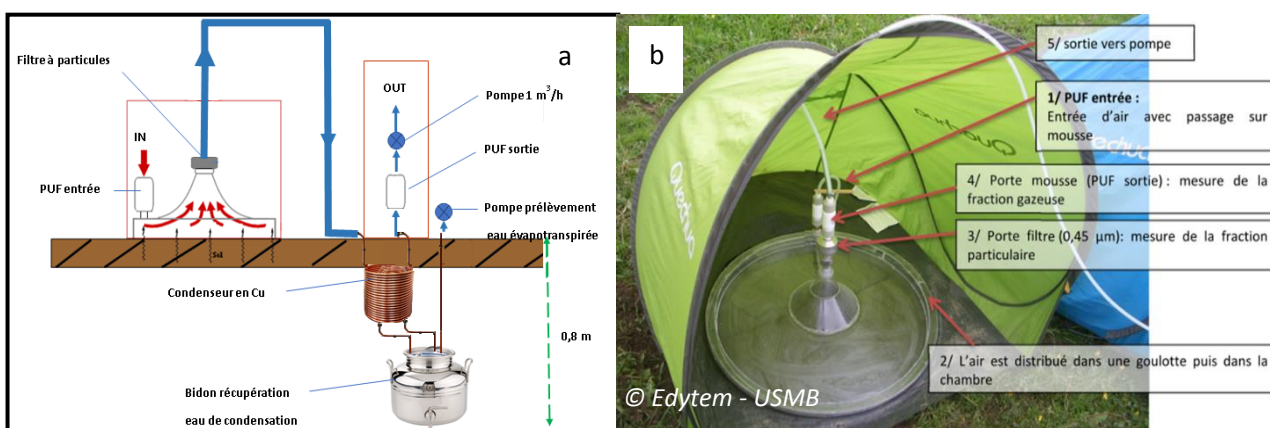


Figure 1 : Dispositif expérimental. a- Schéma du dispositif, b- Déploiement du dispositif

La particularité des sols humides, étant d'être située à proximité directe d'une nappe d'eau, implique une évapotranspiration importante au niveau du sol et de la végétation présente. Le piégeage de la vapeur d'eau émise permet de recueillir une information capitale sur le transfert, ou non, des contaminants du sol dans la phase aqueuse évapotranspirée.

L'air entrant dans l'enceinte est filtré à travers une mousse en polyuréthane (PUF) afin d'assurer un air venant balayer la surface du sol, exempt de tout pesticide. L'air est ensuite entraîné au centre de l'enceinte et arrive jusqu'à un condenseur en cuivre enterré à une profondeur de 80 cm dans le sol, permettant de condenser de l'eau d'évaporation dans un bidon de 5L en inox.

Les gaz émis par le sol continuent leur course en sortant du bidon en inox jusqu'à une nouvelle mousse PUF située juste en amont de la pompe d'aspiration. La pompe est alimentée en continue par une batterie elle-même connectée à un panneau solaire pour assurer l'autonomie en énergie du dispositif déployé sur le terrain. La vitesse de l'écoulement de l'air à l'intérieur de l'enceinte est comparable à une vitesse de vent faible balayant la surface d'un sol, de 1 à 3 cm/s. Il ne s'agit donc pas d'un forçage des émissions du sol du au pompage, mais bien d'un phénomène représentatif d'un processus naturel.

Le dispositif de la chambre à flux peut être couplé avec une jauge Owen (**Figure 2**) permettant d'évaluer les retombées atmosphériques gazeuses et particulaires au sol.



Figure 2 : Jauge Owen

© Edytem - USMB

Les calculs de flux surfaciques des composés émis sont basés sur la détermination des concentrations retrouvées dans les différentes phases (particulaire, gazeuse et évapotranspirée), de la durée et débit du pompage, et de la surface au sol de la chambre (0,80 m<sup>2</sup>).

La chambre à flux est déployée pendant 1 mois et deux campagnes sont réalisées (été et automne), les prélèvements sont effectués une fois par semaine : mousses PUF, filtre et l'eau du bidon à l'aide d'une pompe de relèvement. L'ensemble des prélèvements sont analysés en laboratoire et permettent de quantifier les COV/COSV en phase gazeuse et particulaire, et les composés solubles dans l'eau. A partir de ces résultats, les flux de pesticides émis dans l'atmosphère sous différentes formes (gaz, particule, eau évapotranspirée) sont calculés. L'évolution de ces flux dans le temps permet par la suite d'étudier les dynamiques de transfert entre les différents compartiments environnementaux concernés.

La chambre à flux avec son module de condensation utilisée en zone humide a permis de déterminer qu'à l'interface sol-air, la voie de transfert principale des pesticides présents sur une terre agricole en zone humide était l'évapotranspiration. Celle-ci est plus importante que la volatilisation directe (pertes gazeuses) et dépend étroitement de la saison, (précipitations, températures et humidité du sol). L'apport à l'atmosphère via l'érosion éolienne du sol (phase particulaire) est négligeable en zone humide.

## PERSPECTIVES ET PRECONISATIONS

Les chambres à flux sont fabriquées par le laboratoire EDYTEM uniquement et nécessitent une forte expertise pour leur utilisation. Les premières données du projet DynaMOT ont été communiquées à l'Agence de l'eau et au CEN de Savoie et les résultats définitifs pourront être consultés prochainement.

## PERSONNES RESSOURCES

### Bernard DAVID

Labo/structure : Laboratoire EDYTEM (CNRS-USMB)

Mail : [bernard.david@univ-smb.fr](mailto:bernard.david@univ-smb.fr)

Tel : 04 79 75 88 03

### Geneviève CHIAPUSIO

Labo/structure : UMR CARRTEL (INRAE-USMB)

Mail : [genevieve.chiapusio@univ-smb.fr](mailto:genevieve.chiapusio@univ-smb.fr)

Tel : 04 79 75 81 07

## DOCUMENT(S) SOURCE

B. David. *Fiche technique ZABR n°2 : Mise en place d'une chambre à flux pour la mesure des flux de contaminants évapotranspirés à partir du sol.*

G.Chiapusio, B.David (2021) *Dynamique des transferts et effets des Micropolluants Organiques persistants dans le fonctionnement d'une Tourbière alcaline en restauration*, Projet DynaMOT, Action n° 58 du Programme 2010 au titre de l'accord - cadre Agence de l'Eau ZABR.

## AUTEUR(S)

Bernard David (Laboratoire Edytem)

## STRUCTURE(S) PORTEUSE(S) DU PROJET

Université Savoie Mont Blanc, INRAE, Agence de l'eau RMC

## SITES ET OBSERVATOIRES DE LA ZABR MOBILISES

Zone Humide ; Site en Chautagne-Savoie (commune de Chindrieux, gestion par le CEN Savoie depuis 2016).

## THEMATIQUES ZABR ABORDEES

Flux Polluants, Ecotoxicologie, Ecosystèmes (FPEE)

## PROJET

[DynaMOT](#) « Dynamique des transferts et effets des Micropolluants Organiques persistants dans le fonctionnement d'une Tourbière alcaline en restauration » (2018-2020), projet financé par l'Agence de l'eau RMC.

## BIBLIOGRAPHIE

J.Besse-Deleaval (2010-2013). *Dynamique des micro-polluants semi-volatils : transferts à l'interface sol-air*. PhD, MESR, ED SISEO, PRES Université Grenoble Alpes.

J. Besse, J. Suptil, N.Dalleau, G.Brulfert, B. David, (2016) *Are contaminated soils a secondary source of pollutants to the atmosphere? application to PAHs, pesticides and arsenic. Sols contaminés, une source secondaire de polluants pour l'atmosphère ? cas des HAP, des pesticides et de l'arsenic*. Pollution Atmosphérique, 231-232.

N.Dalleau, J.Besse, B.David (2013) *Etude des transferts de polluants du sol vers l'atmosphère : Métaux lourds dans la Loire - 2012 & 2013*, Rapport rendu public en 2013 sur [www.air-rhonealpes.fr](http://www.air-rhonealpes.fr).

N.Dalleau, J.Besse, B.David (2014) *Transferts de PCDD/F et PCB entre le sol et l'atmosphère: Transferts entre le sol et l'atmosphère - 2012 & 2013*, Rapport rendu public en 2014 sur [www.air-rhonealpes.fr](http://www.air-rhonealpes.fr).