

Zeitschrift: Tracés : bulletin technique de la Suisse romande
Herausgeber: Société suisse des ingénieurs et des architectes
Band: 132 (2006)
Heft: 09: Interactions climatiques

Artikel: Un outil de mesures pour l'environnement urbain
Autor: Mezzo, Julien / Barrenetxea, Guillermo / Selker, John
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-99467>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Un outil de mesures pour l'environnement urbain

ENVIRONNEMENT

Comment rendre plus performants des outils de mesures qui servent à collecter des données de météorologie locale ? Un projet interfacultaire de l'EPFL ébauche une réponse, en développant un système qui se compose de 110 stations météorologiques autonomes mesurant en simultané. Chacune d'elles est reliée par un réseau sans fil à un serveur central. Explications conjointes du Laboratoire de mécanique des fluides de l'environnement et hydrologie (EFLUM) et du Laboratoire de communications audiovisuelles (LCAV).

Depuis deux décennies, les recherches en climatologie portent bien souvent sur des phénomènes globaux. Qu'en est-il à un niveau plus local ? Les questions, bien entendu, ne sont pas les mêmes. A plus petite échelle, le sol joue un rôle primordial, de par sa topographie, sa nature et ses échanges énergétiques avec l'atmosphère. Face aux couches d'air, il est l'élément perturbateur numéro un. De plus, l'étude locale nous amène à étudier des régions à forte densité humaine, où apparaissent des effets anthropiques et où la forte urbanisation découpe la surface de manière hétérogène et définit des types de terrains très spécifiques.

Dans ce cadre, nous sommes en train de développer un nouvel outil de mesures qui se compose de 110 stations météorologiques autonomes mesurant en simultané. Chacune d'elles est connectée par un réseau sans fil à un serveur central, sur lequel est branché un ordinateur qui enregistre les données. Ce type d'acquisition de données, le « wireless monitoring », est à la pointe des études environnementales et n'a pas encore été utilisé dans un cadre académique en Europe. La mise en place de ce projet est le fruit du travail en commun de deux laboratoires de l'EPFL, l'un dépendant de la Faculté informatique et communications (IC), l'autre de la Faculté de l'environnement naturel, architectural et construit (ENAC).

Le développement de la technologie du « wireless monitoring » ouvre de nouvelles voies aux recherches météorologiques dans un environnement local. Cette solution

permet de recouvrir de capteurs l'ensemble de l'aire d'étude et offre une plus grande liberté de manœuvre. Elle permet de gérer les variations topographiques de manière plus efficace qu'un réseau câblé et offre la possibilité de travailler sur des surfaces bien plus étendues. De plus, chacune des stations peut être configurée selon le type de mesures souhaitées, ce qui permet d'obtenir des mesures spécifiques à la fois au type de terrain étudié et à son environnement proche.

Dans une zone urbaine, la surface d'étude recouvre une zone dite hétérogène, qui consiste en différentes sous-zones composées d'immeubles, de surfaces bétonnées, d'espaces verts ou encore de petites forêts. Comme à chaque type de terrain correspondent des échanges sol-atmosphère différents, il est difficile à l'heure actuelle d'obtenir une vision précise de l'impact sur les couches atmosphériques supérieures. Le fait de disposer de mesures simultanées pour chaque type de terrain représenterait donc une importante plus-value.

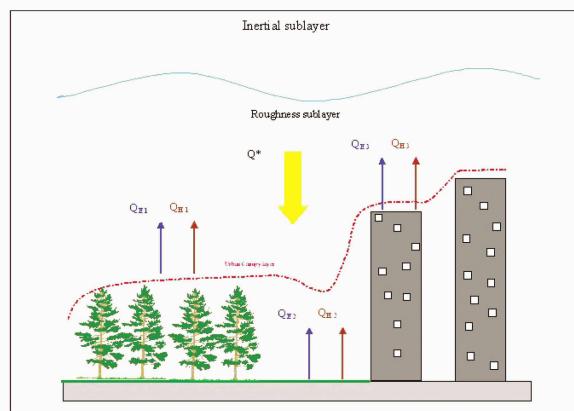
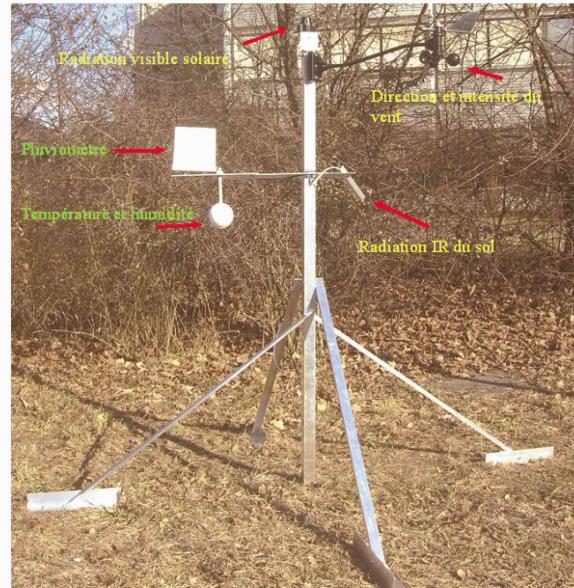
Stations selon le type de terrain

L'un des aspects de l'étude de l'interface sol-atmosphère concerne les échanges énergétiques entre ces deux milieux. Dans ce cadre, une première campagne de mesures est programmée cette année sur le campus de l'EPFL, où l'on retrouve l'ensemble des types de terrains urbains. La mise en place de cette campagne implique un certain nombre de précautions. Pour chaque point d'observation, on détermine en effet les principaux paramètres d'échange sol-atmosphère. Sa station de mesures sera donc configurée selon le type de terrain et son emplacement sur le site d'étude (sur un toit, proche d'un mur, etc.). En d'autres termes, nous devons être capables de déterminer tous les éléments intervenant dans le bilan énergétique de chaque station. Ce bilan se compose des éléments radiatifs, telle la radiation solaire, principale source externe de notre environnement d'étude. A ceci s'ajoute l'ensemble des émissions radiatives liées aux interactions de la lumière avec les différentes couches d'air qu'elle traverse (diffusions, émissions infrarouges). Il faut aussi tenir compte de notre position sur le globe (latitude,

Fig. 1 : Une station autonome avec un montage de base permettant de déterminer le bilan énergétique : capteur de température et d'humidité de l'air, capteur de lumière visible, ultraviolette et infrarouge, capteur de l'intensité et de la direction du vent.

Fig. 2 : Le site de l'EPFL (Photo A. Herzog)

Fig. 3 : La « réponse » d'un sol à la radiation quotidienne Q^* dépend de l'heure du jour, du jour dans l'année, mais aussi fortement du type de terrain. Elle s'observe par l'émission de deux flux, le flux d'humidité QE et le flux de chaleur QH . La canopée urbaine (« Urban Canopy Layer » (UCL)) représente la couche au niveau des toits et de la cime des arbres, elle est générée par les processus à micro-échelle (entre les bâtiments, dans les rues, dans la forêt, etc.).



longitude), de la période de mesures (heure de la journée et jour de l'année) et des conditions météorologiques (couverture nuageuse, par exemple).

Au niveau du sol, une partie de cette composante radiative est directement réfléchie dans l'air: sa mesure est traduite par un degré d'intensité (l'albédo, voir p. 12). La partie qui nous intéresse est celle qui interagit avec les éléments qui composent le sol, soit en le chauffant, soit en faisant s'évaporer une partie de l'humidité qu'il contient (il faut également prendre en compte la transpiration des plantes dans des sous-zones végétales). Le reste de cette énergie est absorbé dans les différentes couches du sol. La « réponse » du terrain se traduit donc principalement par l'émission dans l'atmosphère d'un flux de chaleur et d'un flux d'humidité. L'ensemble du bilan énergétique décrit ci-dessus est valable pour une situation diurne. La nuit, les flux sont en général réabsorbés par le sol et cette énergie est réémise dans l'air sous forme radiative.

Microclimatologie urbaine

Au niveau de l'atmosphère, l'observation porte sur les paramètres météorologiques comme la température, l'humidité et le vent. Les mesures propres à la circulation des masses d'air proches du sol sont ici capitales. Elles participent à l'établissement des flux cités ci-dessus et influencent donc le bilan énergétique. En ce qui concerne les couches d'air, les mesures permettent de déterminer la rugosité des sols, un élément incontournable pour la modélisation des profils verticaux. Par ailleurs, la couche limite de l'atmosphère se trouve en régime turbulent. Sur un terrain accidenté, la distribution des vents devient très difficile à modéliser. Dans l'étude de microclimatologie urbaine (entre les bâtiments), les mesures proches des surfaces (sols, murs, toits) permettent d'établir les conditions limites et d'améliorer ce type de modèle tout comme notre connaissance des régimes turbulents en général.

L'ensemble de ces paramètres compose les échanges de l'interface sol-atmosphère. Il faut donc les déterminer par une mesure directe ou indirecte sur chacune des stations

Fig. 4 : Le professeur John Selker en train de travailler à la réalisation de l'ossature des 110 stations météorologiques. Cette structure doit supporter différentes configurations selon son utilisation.

Fig. 5 : Simulation de la circulation des vents (selon la technique « Large Eddy Simulation » (LES)) sur le site de EPFL. Le projet du « wireless monitoring » fournit les informations complémentaires sur l'influence de la surface au sol (rugosité, flux de chaleur, flux d'humidité).

(Sauf mention, tous les documents illustrant cet article ont été fournis par les auteurs)

météorologiques de notre réseau. Aujourd'hui, nous sommes en train d'élaborer les configurations des capteurs pour chaque station. La principale contrainte dans la réalisation des 110 stations est le coût des capteurs. Nous devons porter notre choix sur des capteurs robustes (conditions extérieures), fiables et précis, relativement coûteux. Par conséquent, nous réalisons nous-mêmes certains capteurs, en nous procurant uniquement les éléments indispensables et en établissant nos propres méthodes de calibrations ou de corrections.

Ce projet, qui est encore à ses balbutiements, offre déjà des perspectives très intéressantes. Il est flexible et permet d'étudier au niveau du sol des situations à différentes échelles, partant d'une rue entourée d'immeubles jusqu'à la ville elle-même. De plus, il représente un outil complémentaire à d'autres instruments de mesures, offrant une perspective allant du sol jusqu'au sommet de l'atmosphère étudiée. Comme indiqué précédemment, il peut aussi être complémentaire à la modélisation numérique des vents de la couche limite atmosphérique ou à l'étude des turbulences de l'air, en établissant les conditions de bord des différents paramètres météorologiques au niveau du sol.

Aujourd'hui, une telle recherche permet de faire le pont entre les développements des paysages urbains à différents niveaux, englobant aussi bien les questions liées au travail d'urbanisation à l'échelle de la ville entière que les aspects de

l'architecture d'un bâtiment spécifique. Dans ce cadre, l'un des buts est d'améliorer la qualité de vie dans un univers urbain, par exemple à travers la gestion des températures à l'intérieur des bâtiments, en fonction de leurs réactions aux différentes situations climatiques, des matériaux qui les composent ou de leur disposition dans l'environnement local. Autres exemples : mieux répartir des zones poussiéreuses ou des zones de pollen afin d'en faciliter la gestion, limiter l'exposition de la population à des polluants nocifs ou encore modérer l'impact des perturbations anthropiques produites, notamment, par les zones industrielles. Ce travail novateur débute aujourd'hui à l'EPFL avec la perspective d'harmoniser notre monde urbain et son environnement en appliquant les connaissances et les technologies les plus perspicaces.

Julien Mezzo, doctorant, ing. phys. UNIGE
John Selker, dr sc. tech., ing. civil et environ. (Cornell University)

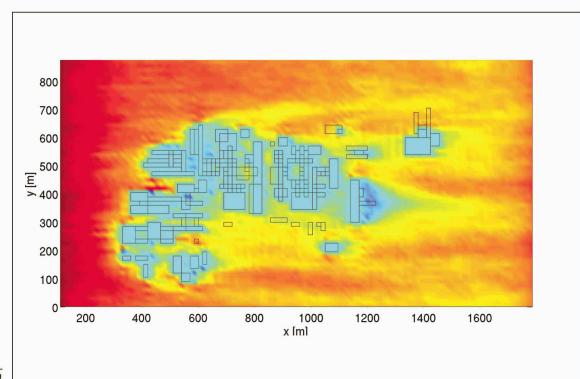
Laboratoire de mécanique des fluides de l'environnement et d'hydrologie, EPFL-ENAC-EFLUM
Bâtiment GR, Station 2, CH – 1015 Lausanne

Guillermo Barrenetxea, doctorant, ing. télécom. (Univ. de Navarre)
Laboratoire de communications audiovisuelles, EPFL-IC-LCAV
Bâtiment BC, Station 14, CH – 1015 Lausanne

Ont également collaboré à ce projet: Elie Bou-Zeid, Henri Dubois-Ferrière, Jan Overney, Marc Parlange et Ben Rogers (EPFL-EFLUM), Martin Vetterli (EPFL-LCAV)



4



5