



L'équipe au grand complet, avec, à l'arrière-plan à gauche, le LIDAR. De gauche à droite, Valentin Simeonov, Martin Froidevaux, Marc Parlange et Pablo Ristori collectent des terabits de données. VINCENT MURITH



L'emploi d'un matériel sophistiqué n'exclut pas le bon vieux ballon-sonde. VINCENT MURITH

Un laser sonde l'atmosphère de Seedorf

RECHERCHE • *A côté du lac de Seedorf, un appareil de type LIDAR mesure l'humidité et la température de l'air. Aux commandes: un doctorant de l'EPFL qui récolte des terabits de données sur les turbulences de l'air.*

PIERRE-ANDRÉ SIEBER

A côté du lac de Seedorf, une roulotte entourée de toute une série d'installations futuristes suscite la curiosité des riverains. Pratique-t-on des mesures pour y implanter une éolienne? Pas du tout. Installé là depuis bientôt un mois, Martin Froidevaux, doctorant de l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) et une équipe de chercheurs du Laboratoire de mécanique des fluides et d'hydrologie environnementales (EFLUM) effectuent des mesures de température et d'humidité de l'air. But de leur travail: étudier les turbulences de l'atmosphère au-dessus d'un plan d'eau.

Ils disposent d'un appareil laser de dernière génération «maison», si l'on peut dire, puisqu'il a été mis au point à l'EPFL: le LIDAR (light detection and ranging ou détection et télémétrie par onde lumineuse). «Notre appareil laser ressemble à celui utilisé par la station météorologique de Payerne»,

explique Martin Froidevaux. «Il est indien qui l'a découvert. «Le LIDAR moins puissant, puisqu'il ne mesure l'humidité de l'air et la température que sur une distance de 1,5 km contre 11 km pour celui de Payerne. Mais sa résolution est beaucoup plus fine. Tous les 1,2 mètre, nous avons une donnée de température et d'humidité, le long du faisceau laser qui est invisible à l'œil nu.»

Des gigabits de données

Placé sur un axe, le laser «scanne» l'air situé sur le plan d'eau sur un angle de 90 degrés à l'horizontale. Le rayon laser libère une énergie qui interagit avec les molécules d'eau qu'il traverse. La lumière qui compose le faisceau est ensuite envoyée en arrière, comme une onde radar.

Chaque «écho» correspond à une longueur d'onde bien précise et bien spécifique pour chaque molécule. Le LIDAR récupère cette signature lumineuse et l'interprète. Les spécialistes du domaine appellent cela le processus Raman du nom du physicien

collecte une série impressionnante de mesures», poursuit le jeune chercheur. «En un jour, j'ai pu en amasser 40 gigabits». Bien sûr, le chercheur pourrait utiliser un ballon-sonde pour effectuer ces mesures, mais le procédé serait beaucoup trop fastidieux et moins précis.

Un travail de bénédictin

Exigeant l'opiniâtreté du bénédictin, le travail des chercheurs est essentiel à la vérification des modélisations des turbulences employées pour les prévisions météorologiques. Le domaine des turbulences est l'un des chapitres les plus complexes de la physique. Mais il est essentiel pour prédire le temps, le déplacement d'une pollution de l'air ou des pollens.

«Parfois, on constate des phénomènes surprenants», poursuit M.

Froidevaux. «Un jour, en mesurant l'humidité sur le plan d'eau du lac de Seedorf, je m'attendais à ce que le

coefficient d'humidité soit plus élevé directement au-dessus du lac. Eh bien non, il était nul! En revanche, au-dessus des berges, l'humidité était très élevée. Était-ce les roseaux qui en dégagèrent? Pour l'heure, je ne sais pas comment interpréter cela, mais l'influence de la température de l'eau du lac joue un rôle fondamental».

Troublantes observations

Un autre matin, le doctorant a pointé son laser à travers le brouillard qui enveloppait le lac et ses abords. Il s'attendait à avoir une forte humidité dégagée par ce dernier. Il avait tout faux. Pas d'humidité dans l'air, rien! C'est comme si le brouillard gardait ses millions et ses millions de gouttes d'eau en son centre, comme une boule de neige formée de flocons et dont aucun ne file vers l'air extérieur.

Les changements de température de l'air jouent ici à nouveau un rôle

primordial.

Bûchant depuis trois ans sur sa thèse, Martin Froidevaux a fait parfois de troublantes observations. Il y a un an, dans un vignoble de Satigny dans le canton de Genève, alors qu'il faisait une très grande chaleur, il s'est aperçu que certaines zones bien précises au-dessus du vignoble avaient un taux d'humidité élevé et que celles-ci changeaient. «Certains plants de vigne dégagèrent de la vapeur d'eau, puis cessaient de le faire et d'autres prenaient le relais en d'autres endroits», explique le doctorant. «C'est un peu comme si, en communiquant entre elles, les plantes assuraient une sorte de tournus pour ventiler le vignoble.»

Etrange phénomène que le sophistiqué LIDAR a mis en évidence, mais n'as pas expliqué... L'explication, c'est le job du chercheur. I

Un bon chercheur doit être bon campeur

L'énorme quantité de mesures effectuées par le jeune doctorant de l'EFLUM n'est pas la seule difficulté de l'exercice. Il faut surveiller nuit et jour l'installation, donc pour cela quasiment camper sur place. Voilà pourquoi en plus des innombrables appareils techniques de la véritable base qui a été installée à Seedorf, un réchaud à gaz, des casseroles et autres poêles à frire complètent le dispositif... Un bon chercheur doit aussi être un bon campeur!

Le doctorant reçoit aussi un soutien technique. Valentin Simeonov, physicien, aide au réglage du LIDAR qui est entièrement manuel. «Lorsque la température change rapidement, comme c'est le cas le matin lorsque le soleil réchauffe l'atmosphère, il faut réajuster constamment

l'angle du laser», explique le chercheur bulgare. «Cela ne se fait pas automatiquement comme à la station de Payerne.»

Le labo mobile de l'EFLUM planté dans la campagne de Seedorf a aussi besoin d'énergie. Grâce à la compréhension du propriétaire et agriculteur des lieux, Simon Schmitter, l'équipe de chercheurs a pu non seulement prendre ses quartiers dans son champ mais aussi installer un tableau électrique. Il faut en effet pas moins de 3 kW de puissance pour alimenter la climatisation qui refroidit le laser.

En plus du LIDAR, la station mobile de l'EFLUM comprend plusieurs anémomètres «ultrasoniques» qui calculent la vitesse du vent dans toutes les directions,

deux scintillomètres ou encore un ballon-sonde pour mesurer le point de rosée. «Il nous a fallu deux semaines d'installation avant de pouvoir effectuer les premières mesures», commente le doctorant. «En plus, nous devons parfois faire face à des problèmes liés à l'inadaptation de certains appareils de mesures que l'on trouve dans le commerce.»

L'étalonnage du LIDAR n'a pas non plus été sans difficulté. Pour le régler, l'équipe de recherche avait besoin d'un milieu non perturbé par des éléments extérieurs. Et, finalement, c'est une gaine technique sous l'EPFL qui s'est avérée le meilleur endroit! Comme quoi en physique des fluides, il faut savoir improviser. PAS



TURBULENTES TURBULENCES

L'étude des phénomènes d'échange de chaleur et d'humidité permet de comprendre les turbulences dont la modélisation est essentielle à la météorologie. Ces turbulences intéressent de près le professeur Marc Parlange, directeur de recherches à l'EFLUM et directeur de thèse de Martin Froidevaux.

«**Ces phénomènes** d'échanges de chaleur sont très subtils», explique M. Parlange. «On sait que la lumière du soleil réchauffe la terre, mais elle le fait différemment s'il s'agit d'asphalte, d'un plan d'eau ou d'un pan de rocher. Toutes les surfaces ne sont pas homogènes et les interactions d'autant plus complexes. C'est ce qui rend la prévision des turbulences compliquée. Tout le monde a en mémoire la tornade qui a détruit un village de Normandie dernièrement. On n'a pas pu la prédire car le modèle numérique de prévision météo n'était pas assez fin. Il manque des mesures sur le terrain et c'est cette lacune qu'il faut combler.» PAS