



L'analyse des gaz rendue possible partout grâce à un spectromètre de masse portatif

9 mai 2017 | Martina Peyer

Catégories: Polluants | Eau potable

L'analyse des gaz, qui demandait habituellement des mois de travail au laboratoire, peut aujourd'hui être effectuée en un temps record sur le terrain. Une équipe de l'Eawag a mis au point un spectromètre de masse portatif qui permet d'analyser les gaz sur place. L'invention a maintenant donné naissance à une nouvelle entreprise spin-off.

Quels sont les effets des gaz volcaniques dans le lac africain du Kivu ? Comment le système d'aquifères du Rhin à Pratteln fonctionne-t-il ? Comment faire en sorte qu'une décharge d'ordures ménagères produise le moins possible de gaz à effet de serre ? Le nouveau spectromètre de masse portatif de l'Eawag, baptisé «mini Ruedi», permet d'analyser l'eau et les gaz sur place pour répondre rapidement à ces questions. Les chercheurs ont par exemple étudié l'occurrence des gaz différents dans une décharge en une action de terrain d'une journée. Leur formation – notamment la formation du méthane, un gaz à effet de serre – peut maintenant être réduite grâce à une aération ciblée.

Mini-Ruedi, le spectromètre qui voyage en valise à roulettes

«Notre appareil, qui ne pèse que 13 kilos, rentre dans une valise à roulettes et peut être transporté sur les terrains les plus accidentés. Une fois installé sur place, Mini-Ruedi analyse les gaz immédiatement et efficacement à partir de très petits échantillons ; de cette façon, il ne modifie par le milieu des prélèvements», explique Matthias Brennwald, le physicien de l'environnement de l'Eawag qui a développé le spectromètre de masse portatif. L'appareil effectue les mesures de manière indépendante et continue et livre des données sur les différents gaz à intervalles de quelques minutes. Il est ainsi possible d'identifier immédiatement les lieux et les moments qui conviennent le mieux à l'échantillonnage. De même, il autorise des analyses beaucoup plus étendues qu'autrefois. «Certaines

études qui n'étaient autrefois pas envisageable parce qu'elles demandaient des mois de travail et des moyens financiers trop élevés sont aujourd'hui possibles», indique Brennwald.

Quinze jours au lieu de six ans

Il n'a ainsi fallu que quinze jours à l'équipe de l'Eawag pour analyser les eaux souterraines australiennes avec le Mini-Ruedi. Brennwald estime que le temps nécessaire aurait été d'environ six ans avec une approche et un appareillage classiques. Pourtant, l'exactitude des mesures le surprend encore : les écarts sont au maximum de 1 à 3 %; avec les spectromètres statiques de laboratoire, beaucoup plus chers, la précision atteinte est de 1 à 1,5 %. Par ailleurs, l'appareil ne consomme que 50 Watt, c'est-à-dire l'équivalent d'une ancienne ampoule électrique et il nécessite très peu de maintenance. «Si on a l'habitude des appareils de mesure, il ne faut qu'une journée pour apprendre à s'en servir» dit Brennwald.

Complexe et pourtant simple

À première vue, le spectromètre de masse portable paraît complexe. En réalité, il n'est composé que de quatre éléments principaux (Fig. 1) : un capillaire d'une dizaine de mètres de long permet d'aspirer lentement le gaz à analyser ? les chercheurs et techniciens de l'Eawag l'appellent affectueusement «Rüssel» (trompe en allemand), ce qui a valu à l'appareil le nom de Mini-Ruedi en référence aux stations-service Ruedi Rüssel ; ensuite, deux pompes assurent le vide nécessaire dans la chambre de mesure ? c'est là que sont mesurées la composition du gaz et la fréquence des différentes molécules qui le composent ; le «cerveau» du spectromètre est constitué d'un module électronique commandé par un logiciel mis au point par Brennwald ? c'est à partir de là que les résultats sont transmis à un ordinateur. Pour l'étude des gaz présents dans le milieu aquatique comme par exemple dans un étang, les gaz sont séparés de l'eau grâce à une membrane avant d'être acheminés vers la chambre de mesure. Cette précaution permet d'éviter que les composants sensibles du spectromètre n'entrent en contact avec l'humidité.

Création de la spin-off Gasometrix

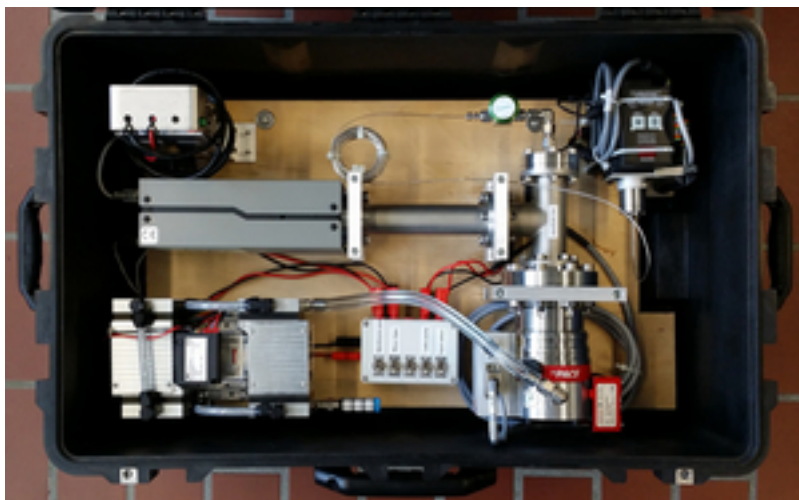
Il y a maintenant un peu plus de deux ans que le premier projet avec Mini-Ruedi a vu le jour et huit autres appareils sont aujourd'hui venus compléter le premier : cinq sont utilisés par l'Eawag et quatre par les universités de Genève et de Tübingen ainsi que par le laboratoire souterrain du Mont Terri. En dehors des projets de l'Eawag, Matthias Brennwald est régulièrement contacté par des institutions souhaitant éventuellement acquérir un appareil. Face à cette demande, il a décidé, avec l'accord de l'Eawag, de créer une spin-off universitaire et c'est aujourd'hui chose faite : son entreprise, appelée Gasometrix, développe les spectromètres de masse portatifs depuis le mois d'avril. Pour le chercheur, fidèle à l'Eawag, il ne s'agit cependant que d'une activité secondaire. Toutefois, un premier client a déjà été acquis : l'université d'Oxford.

Mini-Ruedi en mission partout dans le monde

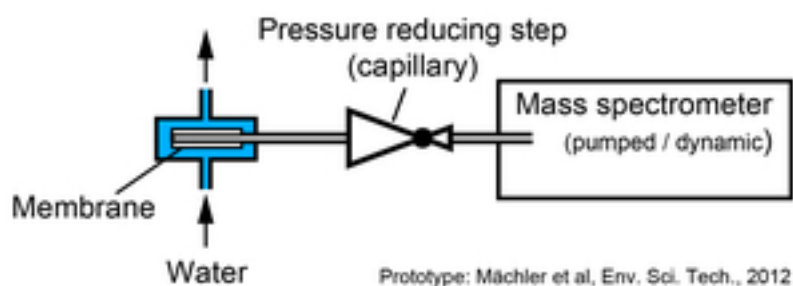
Mini-Ruedi permet de mesurer les quantités de gaz dans l'environnement. Il détecte actuellement le crypton, l'azote, l'oxygène, le dioxyde de carbone et le méthane ? et la liste s'allonge de jour en jour. En constatant la présence de tel ou tel gaz, les chercheurs peuvent mettre en évidence les processus qui leur ont donné naissance.

Étant donné que l'appareil mobile effectue l'analyse du milieu gazeux en moins d'une minute et que sa grande maniabilité (60cm x 40 cm x 14 cm ; 13 kg) lui permet d'être utilisé dans les endroits les plus reculés, il est très demandé : les chercheurs de l'Eawag interviennent avec lui partout dans le monde dans divers projets de recherche (cf. carte sur :

<https://gasometrix.com/map/>). Ils effectuent par exemple des analyses en milieu aqueux, pour étudier les systèmes d'eaux souterraines ou pour évaluer l'influence de la civilisation sur les milieux aquatiques. Ou analysent le sol, comme récemment en Tchéquie où l'Eawag a étudié les émissions de gaz à partir des sources naturelles. Des analyses sont également prévues en Norvège auprès d'une compagnie pétrolière et gazière, où la mission de Mini-Ruedi sera de surveiller les flux de gaz afin de détecter les fuites éventuelles de méthane ou de gaz carbonique.



Le spectromètre de masse portatif dans sa valise à roulettes. En haut, au milieu : la trompe ou «Rüssel» enroulée, c'est-à-dire le capillaire avec lequel le gaz est aspiré.



Principe du prélèvement de gaz en milieu aqueux basé sur une séparation membranaire préalable.



Mini-Ruedi en mission en



Australie, en Oman et sur le lac de



Soppensee (LU)

Article spécialisé

A Portable and Autonomous Mass Spectrometric System for On-Site Environmental Gas Analysis. Matthias S. Brennwald et al. Environ. Sci. Technol., 2016, 50 (24) ; <http://doi.org/10.1021/acs.est.6b03669>

Interview avec Matthias Brennwald

Tout est parti d'une thèse de doctorat



Comment avez-vous participé à l'invention du spectromètre de masse portable ?

Un premier appareil avait été mis au point dans le cadre d'une thèse que j'avais en partie encadrée et dont l'objectif était de proposer une alternative à la démarche très laborieuse d'analyse des gaz dans notre laboratoire. Il fallait donc créer un instrument utilisable sur le terrain et capable d'enregistrer des mesures en continu au lieu d'effectuer des dosages ponctuels. J'ai été fasciné de voir comment Lars Mächler, alors doctorant, a modifié un analyseur d'air existant et l'a installé dans une brouette. Cela a titillé ma fibre bricoleuse et j'ai eu envie d'optimiser l'appareil ? au niveau de la quantité de gaz à prélever et de la taille, du poids et de la consommation d'électricité de l'analyseur.

Qui vous a soutenu dans cette démarche ?

Mon collègue Rolf Kipfer – déjà le directeur de thèse de Lars Mächler – et des collègues de l'EPF de Zurich. J'ai pu profiter de leur grand savoir-faire en matière de technologies du vide et de développement de logiciels.

Quelles ont été les principaux enjeux et difficultés ?

Les appareils du commerce demandent une quantité assez importante de gaz pour une analyse. Les pompes avec lesquelles ils créent le vide nécessaire sont comparables à des mini-aspirateurs. Elles aspirent de 20 à 50 ml de gaz par minute par le tube, ce qui modifie l'échantillon. Nous voulions donc que la quantité de gaz nécessaire à l'analyse soit si faible que l'échantillon ait ensuite quasiment le même contenu en gaz qu'avant. Mini-Ruedi ne demande plus qu'un dixième de ml par minute. Pour le faire fonctionner, nous avons par ailleurs besoin d'un logiciel adapté. Les programmes existants ne pouvaient être modifiés de façon satisfaisante. Il donc fallu en créer un spécialement. Il est aujourd'hui disponible en open source.

Comment expliquez-vous ce qu'est le spectromètre de masse portable à un non spécialiste ?

Pour simplifier, disons que c'est un fouineur qui renifle un échantillon de gaz ou d'eau avec sa trompe pour tenter de savoir quels gaz il contient et à quelle concentration. Il n'est donc plus nécessaire de prélever des échantillons sur le terrain pour les analyser à grands frais au laboratoire et finalement, n'obtenir les résultats qu'au bout de quelques mois. Avec Mini-

Ruedi, nous «voyons» directement les gaz sur place.

Documents

[Ce communiqué en pdf](#) [pdf, 92 KB]

Contact



Matthias Brennwald

Tel. +41 58 765 5305

matthias.brennwald@eawag.ch



Andri Bryner

Responsable médias

Tel. +41 58 765 5104

andri.bryner@eawag.ch

<https://www.eawag.ch/fr/portail/dinfo/actualites/news-archives/detail-de-larchive/lanalyse-des-gaz-rendue-possible-partout-grace-a-un-spectrometre-de-masse-portatif>