

FieldSpec PoC

Explorer le potentiel d'une nouvelle génération de spectromètres de masse de petite taille pour la détection d'isotopes stables à haute fréquence temporelle



PROJECT

Inspiration

La pollution des eaux de surface par les nitrates reste un problème majeur à l'échelle globale, mais mal compris quant aux rôles respectifs des processus et facteurs hydrologiques clés. Cela est dû en grande partie aux limites actuelles des protocoles d'échantillonnage et d'analyse d'échantillons d'eau prélevés dans les eaux courantes – des prélèvements qui se font encore trop souvent à des intervalles de temps très longs, ce qui masque en grande partie des processus importants – qui se déroulent à des pas de temps souvent beaucoup plus fins.

Dans ce contexte, les mesures isotopiques et hydro-chimiques à haute fréquence temporelle – sur le terrain – constituent un défi technologique majeur. Il s'agit d'un véritable palier et défi technologique qui doit permettre de mieux appréhender les processus qui interviennent dans la transformation pluie-débit, tout comme dans la progression des polluants depuis leur source jusqu'à l'exutoire d'un bassin-versant. Ces progrès technologiques et scientifiques devront aboutir in fine sur des améliorations importantes dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques de protection de la qualité des eaux souterraines et de surface, comme le préconise la directive-cadre européenne sur l'eau.

Actuellement, l'analyse des isotopes N reste encore tributaire de protocoles reposant sur des échantillonnages de terrain et des mesures par spectromètres de masse en laboratoire coûteuses et complexes. Le développement de spectromètres de masse de terrain portables dédiés, d'une part, à l'analyse des isotopes O et H de l'eau et, d'autre part, à l'analyse des isotopes N et O des nitrates, contribuerait fortement à repousser les limites actuelles de notre compréhension du fonctionnement des hydrosystèmes et de leur sensibilité face au changement global.

Innovation

Le projet FieldSpec PoC vise à concevoir, construire et tester un prototype de spectromètre de masse portable entièrement dédié aux questions inhérentes à l'hydrologie (sources et chemins d'écoulement des eaux et polluants). Cet instrument doit nous apporter une perspective totalement nouvelle sur les changements rapides des rapports isotopiques, par exemple pendant un épisode pluvieux de forte intensité. Afin de pouvoir fonctionner en continu sur le terrain, l'équipement doit résister à de multiples contraintes environnementales (grands écarts de température, humidité de l'air, etc.), afin que la qualité et la précision des mesures isotopiques soient constantes.

L'élimination ou la réduction substantielle de l'effet de mémoire du système d'entrée feront l'objet d'une attention particulière. Pour réduire la taille, la masse et la consommation d'énergie du système, et garantir une résolution de masse élevée, une conception à double focalisation, avec un analyseur électrostatique réglable et un aimant permanent, sera utilisée. L'instrument sera doté d'une électronique de commande basse puissance, robuste, thermiquement stable, ainsi que d'une interface utilisateur simple pour faciliter son utilisation sur le terrain.

Impact

Le développement de ce spectromètre de masse portable permettra aux hydrologues d'accéder à des informations allant bien au-delà de ce que l'on peut obtenir à partir de la spectrométrie de masse classique ou de la spectrométrie laser. Ouvrant la voie à des mesures simultanées de rapports isotopiques sur un large éventail de masses – à la différence des spectromètres laser, spécifiques à un élément donné –, l'utilisation de l'appareil pourrait être étendue à de nombreuses autres applications en sciences de l'environnement (par exemple, dans le domaine du cycle du carbone ou du phosphore, etc.) et au-delà (industrie pétrolière, etc.).

Partenaires

GNS Science (NZ) , University of Saskatchewan (CA)

Support financier

Fonds National de la Recherche

Contact

5, avenue des Hauts-Fourneaux
L-4362 Esch-sur-Alzette
tél : +352 275 888 - 1 | LIST.lu

Dr habil. Laurent PFISTER (laurent.pfister@list.lu)
© Copyright Février 2025 LIST

LUXEMBOURG
INSTITUTE OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

