



HAL
open science

La surveillance de l'eau : vers une méthode de détection innovante

Jean-François Bardeau

► **To cite this version:**

Jean-François Bardeau. La surveillance de l'eau : vers une méthode de détection innovante: Surfaces nanostructurées pour la détection localisée et l'identification quantitative de polluants et pesticides. Les cahiers de la Recherche: Santé, Environnement, Travail, 2021, Les contaminants chimiques seuls ou en mélange, 16, pp.51-52. anses-03212849

HAL Id: anses-03212849

<https://anses.hal.science/anses-03212849>

Submitted on 30 Apr 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La surveillance de l'eau : vers une méthode de détection innovante

Surfaces nanostructurées pour la détection localisée et l'identification quantitative de polluants et pesticides

Jean-François BARDEAU, Institut des Molécules et Matériaux du Mans, CNRS UMR 6283, Le Mans Université

Les partenaires : **Ludovic Duponchel**, LASIRE CNRS UMR 8516, Université de Lille, Villeneuve d'Ascq

Projet de recherche en cours (depuis sept. 2019) - Financement Écophyto : 49.254 € – Contact : Jean-Francois.Bardeau@univ-lemans.fr

Mots-clés : exposition professionnelle, polluant, pesticide, micropolluant, eau, molécule, surveillance environnement, méthodologie, pollution eau, rejet, sol, milieu aquatique, déchet, perturbateur endocrinien, résidu, qualité eau, analyse eau, dose faible, atrazine, isoproturon, 17-beta-estradiol, estradiol, persistance, spectrométrie Raman, diffusion Raman exaltée de surface, surveillance sanitaire, gestion risque, chimiométrie, analyse multivariée

Depuis plus d'un siècle, le développement industriel, l'agriculture intensive et les nouvelles pratiques domestiques entraînent la présence dans nos déchets, de nouvelles substances susceptibles d'engendrer des risques sanitaires et environnementaux, notamment à travers la pollution des sols et de l'eau.

Les sources de pollution

Bien que des efforts considérables aient été réalisés par les industriels pour réduire de moitié leurs rejets, la pollution industrielle représente encore à elle seule, près de 50% de la pollution globale. À l'échelle mondiale, les pollutions agricoles des sols sont principalement dues à deux facteurs : les produits chimiques (ex. engrais, pesticides) et l'élevage intensif avec les excréments, fumiers et lisiers. Comme les pesticides sont susceptibles de migrer vers d'autres milieux,

lors de leur application, ils font l'objet d'une surveillance régulière dans les cours d'eau. Il est à noter que les jardins privés sont aussi une source importante de la pollution de l'eau, due principalement au non respect par l'utilisateur (jardinier amateur) des dosages indiqués sur les emballages des produits phytosanitaires.

Le rejet constant de polluants dans l'environnement et leur présence dans la chaîne alimentaire constituent une menace à la fois pour l'équilibre de l'environnement et pour la santé humaine. Une prise de conscience récente est en train de changer les comportements individuels. Ainsi, afin de protéger le consommateur, de nombreuses réglementations nationales et européennes ont été mises en place, fixant des Limites Maximales de Résidus (LMR) dans les produits destinés aux alimentations humaine et animale.



Illustration 22 : La surveillance de l'eau (Source : iStockphoto)

La qualité de l'eau

L'ampleur de la pollution de l'eau est particulièrement préoccupante. Elle est aussi complexe à traiter car des micropolluants (ex. additifs pour plastiques, résidus médicamenteux, produits de soins corporels) ne sont pas inclus dans les réglementations ni dans les programmes de surveillance sanitaire. L'analyse de l'eau nécessite donc de développer des technologies innovantes spécifiques et sensibles permettant la détection de substances à faible dose dans un milieu donné.

La spectrométrie Raman

Parmi toutes les méthodes de détection optique, l'identification de molécules par analyses spectrales utilisant la diffusion Raman exaltée de surface (DRES)¹⁶¹ grâce à des supports métalliques nanostructurés est l'une des voies les plus prometteuses.

En effet, cette méthode d'observation et d'analyse est non destructive, sensible et peut détecter la présence de plusieurs composés dans des mélanges même sous forme de trace; elle repose sur le phénomène physique selon lequel un milieu modifie légèrement la fréquence de la lumière y circulant. Ce décalage en fréquence, aussi appelé « effet Raman¹⁶² », donne ainsi des informations spécifiques aux composés analysés.

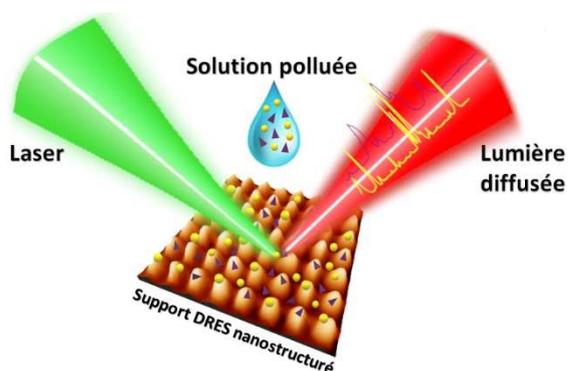


Illustration 23 : Principe de l'analyse de l'eau (Auteur : Jean-François Bardeau)

Le projet de recherche : DIPP-Suf

Pour améliorer la sensibilité de la spectrométrie Raman, nous proposons d'élaborer des surfaces métalliques (ex. or, argent) nanostructurées afin de détecter et quantifier des espèces moléculaires en très faible concentration au sein de mélanges complexes. Ce projet vise donc à développer une méthode d'analyse innovante, basée sur

l'utilisation couplée de supports spécifiques « DRES » et d'une analyse chimiométrique¹⁶³ robuste permettant la détection et l'identification de multi-résidus dans des solutions extrêmement diluées.

Méthodologie

La première étape du projet consiste à développer et optimiser un support pour la détection des produits d'intérêt et nous mettrons ensuite au point une méthodologie d'analyse chimiométrique des données spectrales¹⁶⁴ permettant sans *a priori* :

- D'estimer le nombre d'espèces pures présentes dans le mélange complexe ;
- D'extraire l'ensemble des spectres d'espèces pures, nécessaires à l'identification moléculaire ;
- D'estimer la concentration relative de chacune d'entre elles.

Après validation de la méthode analytique, nos travaux porteront plus spécifiquement sur la détection simultanée de plusieurs polluants sur un même capteur ; deux pesticides habituellement retrouvés dans les eaux (parmi l'atrazine, l'acétochlore et l'isoproturon) et deux polluants émergents (parmi le dichlorofénac, le 17-bêta-estradiol, 17-alphaéthynylestradiol) seront testés.

À terme, ce projet devrait permettre de proposer des solutions (plus rapides et moins coûteuses) d'analyses sur le terrain à partir d'un équipement (spectromètre Raman) portable.

¹⁶¹ Ou SERS : de l'anglais « Surface-Enhanced Raman Scattering ».

¹⁶² Phénomène optique découvert en 1928 par Chandrashekhara Venkata Raman.

¹⁶³ Enveloppe Soleau déposée en décembre 2017.

¹⁶⁴ Méthode dite de « soft modelling » à partir des cartographies Raman obtenues sur plusieurs structures et plusieurs longueurs d'onde incidente.