Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: - (1992)
Heft: 15

Artikel: Les polluants de l'air sur écoute...
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-971535

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: 11.07.2025

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

Les polluants de l'air sur écoute...

Des chercheurs du Poly de Zurich ont mis au point un appareil très original pour mesurer la qualité de l'air : il bombarde les gaz à coup de laser et écoute leurs «cris» en retour. Heureusement, les polluants ne sont pas muets.

Aujourd'hui, les autorités se préoccupent de la qualité de l'air que respirent les citadins. On le constate régulièrement dans les colonnes de nos quotidiens, où sont imprimés les analyses atmosphériques des services d'hygiène. Cependant, alors qu'il y a des dizaines de molécules différentes qui polluent l'atmosphère, ces rapports concernent uniquement trois gaz : le dioxyde d'azote (NO_2), le dioxyde de soufre (SO_2) et l'ozone (O_3). Attention, il ne s'agit pas du fameux ozone de la stratosphère qui nous protège des dangereux rayons ultra-violets du soleil, mais de l'ozone de basse altitude – le responsable du smog estival – produit par l'action de ce même soleil sur les polluants urbains.

Parmi les grands absents des relevés, figurent les hydrocarbures, qui participent également à la formation du smog. Certains d'entre eux sont toxiques, comme le *toluène* et le *xylène*, issus des produits de nettoyage. D'autres sont cancérigènes, comme le *benzène* qui s'évapore de l'essence de nos automobiles.

Chacun peut sentir à loisir les vapeurs d'hydrocarbures aux abords d'une file de voitures en attente d'un feu vert. Pourtant, rares sont les appareils capables de les dépister rapidement et efficacement. C'est la raison pour laquelle, en Suisse, ces polluants ne sont toujours pas soumis à des valeurs limites, comme c'est le cas pour le dioxyde de soufre et les oxydes d'azote.

Mais la recherche y travaille. Depuis plusieurs années, l'équipe de Markus Sigrist, de l'Institut d'électronique quantique à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich, teste un prototype de détecteur original, baptisé «Laser-PAS». Le secret de l'instrument tient dans ces trois initiales – Spectroscopie Photo-Acoustique. Et le principe n'est pas nouveau. C'est le fameux physicien américain Alexander Graham Bell, l'un des inventeurs du téléphone, qui l'a mis au point en 1880. Un siècle plus tard, les chercheurs helvétiques ont été les premiers à l'appliquer dans un laboratoire mobile de la taille d'une caravane, pour aller renifler l'air des villes et l'air des champs.

Renifler ? c'est plutôt «torturer» qu'il faudrait dire ! En effet, l'appareil travaille en bombardant un échantillon d'atmosphère à petits coups de laser, pour écouter en retour le «cri» des polluants. Moins prosaïquement, une sonde aspire de l'air dans une petite chambre de mesure, placée dans le champ de tir d'un laser infrarouge. La qualité de la lumière laser est choisie en fonction du type de molécules à dépister. Par exemple, l'éthylène demande une longueur d'onde de 10,53 millièmes de millimètre ; l'ammoniac se travaille sur 10,74 ; et l'ozone sur 9,59.

ETHZ

Installé dans une caravane, le détecteur «Laser-PAS» est facilement transportable aux quatre coins du pays.

En bombardant l'échantillon d'atmosphère contenu dans la chambre, le laser transmet une partie de son énergie aux molécules de gaz, qui s'excitent en augmentant les vibrations de leurs atomes. Après quelques millionièmes de seconde, les voici qui transforment cette énergie de vibration en énergie de mouvement : elles bousculent d'autres molécules, qui en heurtent d'autres à leur tour. Le résultat de cette réaction en chaîne produit... un son !

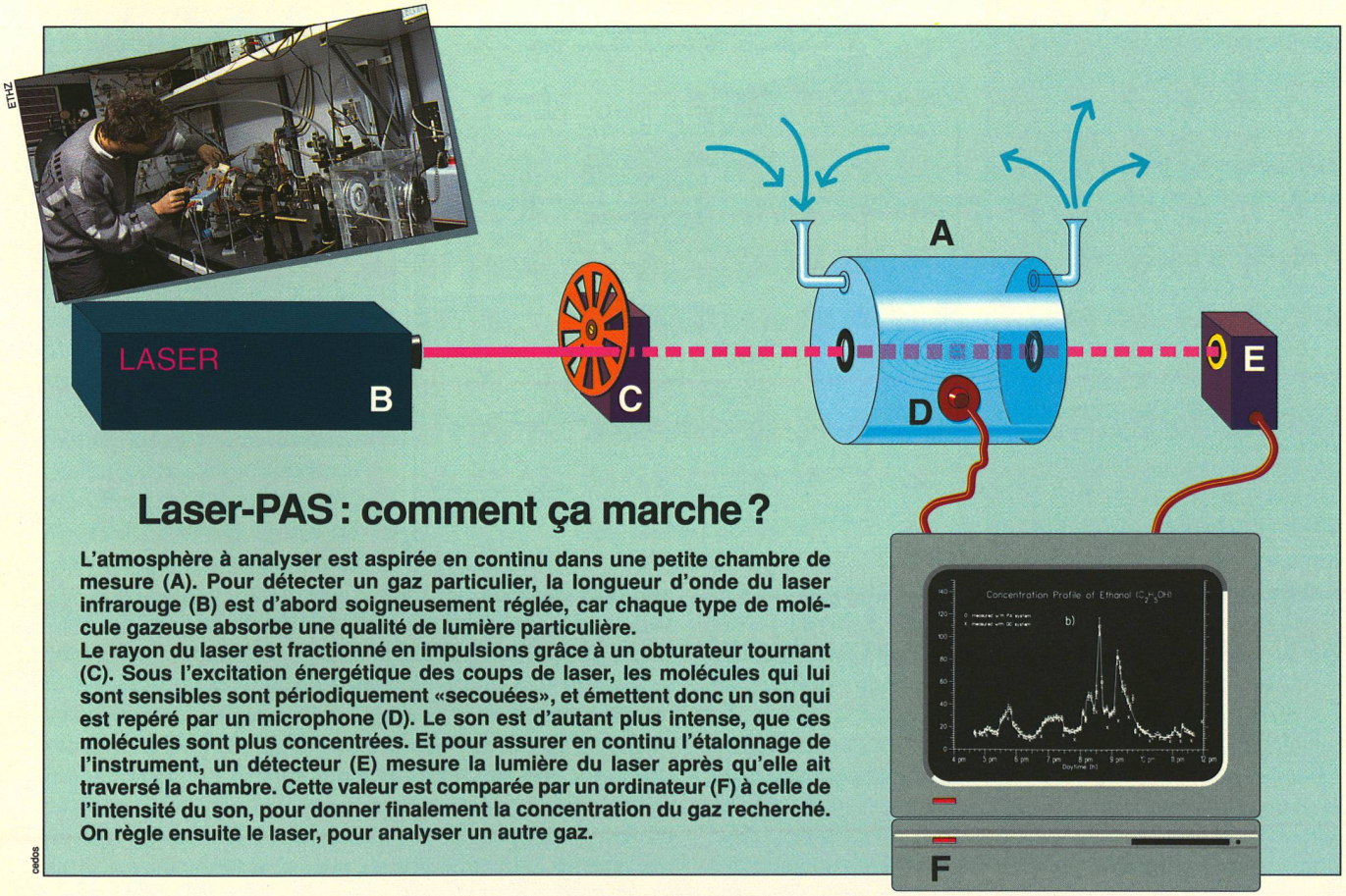
La propagation d'une parole n'est d'ailleurs rien d'autre qu'une collision successive des molécules gazeuses de l'air, qui part de la bouche d'une personne pour arriver aux oreilles de son interlocuteur. L'oreille du Laser-PAS, c'est tout simplement un microphone. Et plus l'intensité du son

qu'il reçoit est grande, et plus la concentration du gaz polluant dans l'atmosphère est élevée. En écoutant, le Laser-PAS peut non seulement déterminer la nature et la concentration des hydrocarbures gazeux, mais repérer également la majorité des autres polluants – y compris les dioxydes d'azote ou de soufre et l'ozone. Un avantage appréciable, quand on sait qu'il faut actuellement un instrument spécial, ou presque, pour repérer chaque type de gaz. De surcroît, le prototype du Poly est rapide : dix minutes lui suffisent pour déterminer les hydrocarbures en présence, alors qu'il faut au minimum une demi-heure pour réaliser la même opération avec un instrument classique de «chromatographie gazeuse». Il se montre tout aussi efficace avec les polluants en concentration extrêmement faible. Pour prendre une image parlante, il pourrait retrouver quelques Irlandais perdus au milieu d'un milliard de Chinois.

L'équipe de Markus Sigrist a emmené son laboratoire roulant aussi bien en milieu urbain qu'en zones agricole et industrielle. Installés au coeur de la ville de Bienne au mois de juillet, les chercheurs ont notamment mis en évidence que la concentration d'*éthylène* (un hydrocarbure) évolue de concert avec le trafic automobile, alors que le gaz carbonique ne varie pas de façon notable durant la journée – même s'il en sort beaucoup des pots d'échappement. L'explication est simple. Ce gaz à effet de serre est déjà omniprésent : les émissions de quelques véhicules ne modifient pas beaucoup sa concentration, même si le trafic automobile contribue à augmenter de manière globale la concentration de CO_2 dans l'atmosphère.

Lors d'une autre expérience, effectuée cette fois en décembre dans la région bâloise, les ingénieurs ont montré que leur appareil pouvait détecter, juste à la sortie d'une cheminée industrielle, la trace de polluants marginaux, tels les *chlorobenzènes*, l'*éthanol* ou le *méthanol*. Enfin, dans le cadre d'une campagne de mesure à l'échelle nationale (POLLUMET), le Laser-PAS a été testé à proximité d'une ferme, où il s'est avéré très sensible à l'*ammoniac*, un gaz malodorant produit par la fermentation des excréments du bétail.

Forts de ces expériences, les chercheurs du Poly sont en train de tester une nouvelle cellule photo-acoustique, dont ils pourront bientôt comparer l'efficacité avec celles de leurs collègues étrangers. En effet, inspirés par les travaux de Zurich, d'autres équipes développent en ce moment des détecteurs comparables au Danemark, en Italie, à Moscou et surtout aux Pays-Bas. Les Hollandais veulent notamment utiliser le Laser-PAS pour contrôler l'atmosphère des chambres de stockage, où ils accélèrent artificiellement la maturation des fruits, des légumes et des fleurs, en y dispersant de l'éthylène. C'est aussi un hydrocarbure naturel, dégagé par les fruits trop mûrs.



Laser-PAS : comment ça marche ?

L'atmosphère à analyser est aspirée en continu dans une petite chambre de mesure (A). Pour détecter un gaz particulier, la longueur d'onde du laser infrarouge (B) est d'abord soigneusement réglée, car chaque type de molécule gazeuse absorbe une qualité de lumière particulière.
Le rayon du laser est fractionné en impulsions grâce à un obturateur tournant (C). Sous l'excitation énergétique des coups de laser, les molécules qui lui sont sensibles sont périodiquement «secouées», et émettent donc un son qui est repéré par un microphone (D). Le son est d'autant plus intense, que ces molécules sont plus concentrées. Et pour assurer en continu l'étalonnage de l'instrument, un détecteur (E) mesure la lumière du laser après qu'elle ait traversé la chambre. Cette valeur est comparée par un ordinateur (F) à celle de l'intensité du son, pour donner finalement la concentration du gaz recherché. On règle ensuite le laser, pour analyser un autre gaz.

cedos