

Congrès

MÉTROLOGIE EN TEMPS RÉEL POUR LA PRÉVENTION DU RISQUE CHIMIQUE : QUELS APPORTS ? QUELLES LIMITES ?

Paris, 12 février 2019

Compte rendu de la journée technique INRS « Métrologie en temps réel »

La mesure en temps réel de polluants sous forme de gaz/vapeur ou d'aérosol, présents dans l'atmosphère des locaux de travail, s'est démocratisée ces dernières années ; elle permet de répondre à de nombreux enjeux de prévention des risques chimiques. Destinée aux utilisateurs actuels ou futurs, aux acteurs intervenant sur le champ de la prévention en santé au travail, cette journée a permis de présenter les différents principes de fonctionnement des instruments disponibles à ce jour, leurs applications, les avantages et les limites de chacun d'eux, pour opérer le bon choix. Au-delà, elle a été l'occasion d'échanger sur les pratiques en matière de déploiement en entreprise et de traitement de données de mesure. Enfin, les innovations et les perspectives ont été présentées et discutées.

REAL-TIME METROLOGY FOR CHEMICAL RISK PREVENTION: WHAT INPUTS? WHAT LIMITS? – *The real-time measurement of pollutants in the form of gas / vapor or aerosol, present in the atmosphere of the work premises, has become more widespread in recent years; it allows to answer to many stakes of prevention of the chemical risks. Aimed at current or future users, actors involved in the field of prevention in occupational health, this day allowed to present the various principles of operation of the instruments available to date, their applications, the advantages and the limits of each of them, in order to make the right choice. Beyond this, it was an opportunity to discuss practices in terms of enterprise deployment and measurement data processing. Finally, innovations and perspectives were presented and discussed.*

**OLIVIER
WITSCHGER**
INRS,
département
Métrologie
des polluants

Le président du Conseil d'administration de l'INRS, Ronald Schouller, a ouvert cette journée en rappelant la volonté qu'a l'Institut de partager les connaissances, de promouvoir les solutions techniques permettant de mettre en œuvre des méthodes de prévention en entreprise et d'associer à ses réflexions l'ensemble des acteurs intervenant sur le champ de la prévention en France. C'est dans

cet objectif que cette journée technique dédiée à la métrologie en temps réel a été organisée.

Contexte, enjeux et spécificités

(Intervenants : Eddy Langlois, Xavier Simon et Olivier Witschger, INRS)

La mesure en temps réel de polluants sous forme de gaz/vapeur ou d'aérosol présents dans l'atmosphère des locaux de travail est effective depuis



longtemps, mais elle s'est largement démocratisée ces dernières années. Elle répond à deux grands enjeux : la sécurité des opérateurs et des installations, ainsi que la prévention du risque chimique. Les différences de comportement entre les aérosols et les gaz/vapeurs, et les particularités des technologies de sélection/détection employées dans chaque cas, amènent à distinguer les instruments destinés à la mesure des aérosols de ceux destinés à la mesure des gaz/vapeurs. Pour ces deux grandes familles d'instruments, il existe à ce jour une offre commerciale qui autorise la réalisation de mesures en individuel ou à point fixe. Concernant la sécurité, cette offre commerciale concerne exclusivement les gaz/vapeurs.

Il existe des limites pour chacune des familles. Outre la gamme de tailles propre à chaque instrument de métrologie des aérosols, une limite partagée par l'ensemble de ceux-ci est leur non-spécificité quant à la nature chimique des particules. Par ailleurs, pour les instruments reposant sur des principes de mesure indirecte, la mesure de concentration peut être entachée d'un biais important. Pour ce qui est des gaz et vapeurs, le manque de sélectivité pose également problème, à la fois en tant que déclencheur d'alarme que de mise en sécurité d'un système, ou de suivi d'un profil d'émission ou d'exposition.

La nécessité de disposer de protocoles pertinents et robustes en matière de calibrage, d'étalonnage, mais aussi de maintenance des instruments a été soulignée ; elle est partagée par les deux familles. D'une manière générale, pour les aérosols comme pour les gaz/vapeurs, la connaissance des performances des instruments dans les conditions réelles d'utilisation fait défaut. Il semble alors indispensable de poursuivre des travaux d'études et de recherche, afin de garantir la qualité des résultats

pour l'utilisateur, souvent non spécialiste de cette métrologie. En outre, afin d'assurer la pertinence et la pérennité des résultats collectés, il est nécessaire de développer des outils adaptés pour le traitement et le stockage des nombreuses données générées.

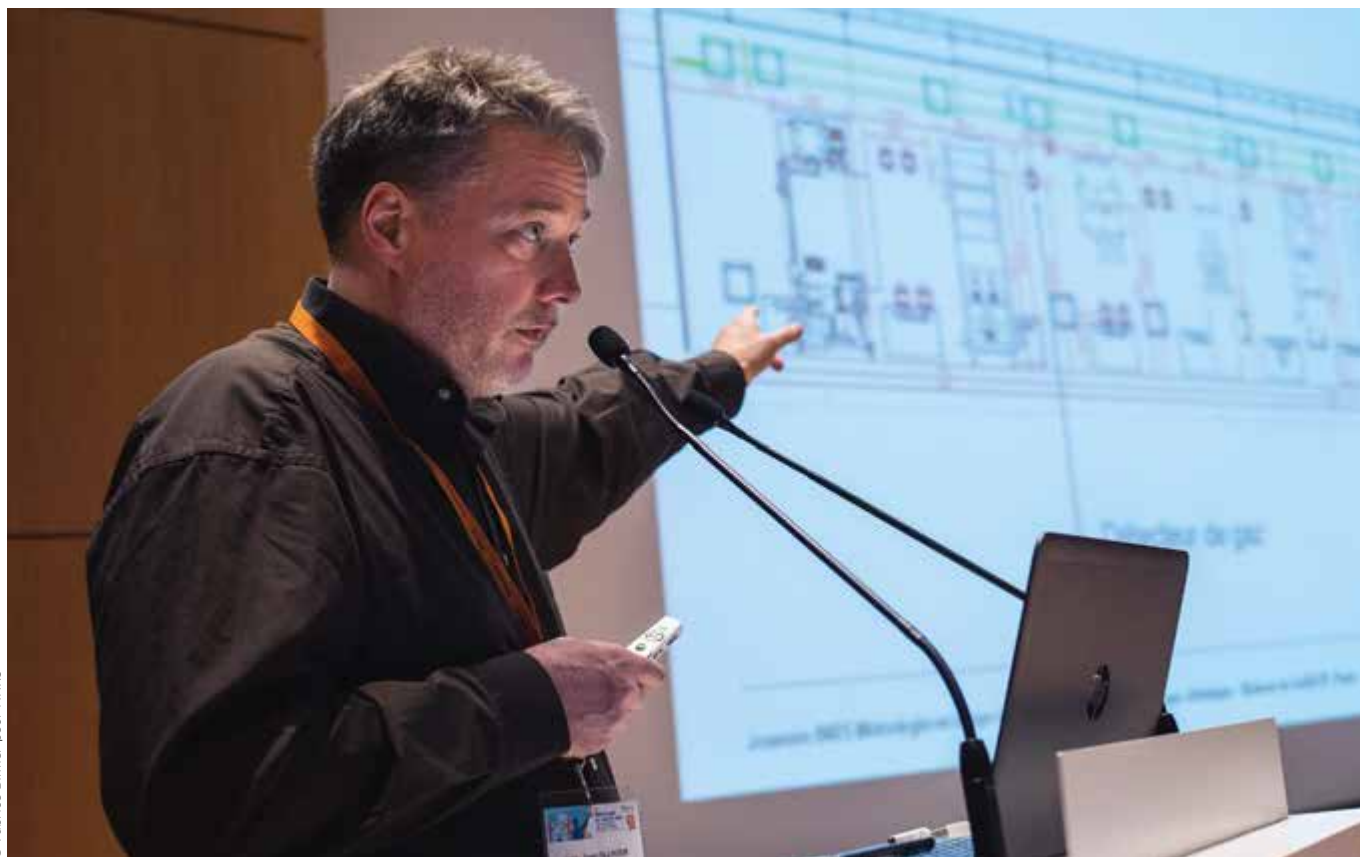
Des exemples divers d'applications de terrain

(Intervenants : Jean-Yves Ollivier, Total ; Damien Arnoux et Olivier Culie, Service de santé au travail Drôme-Vercors ; Daniel Fouché, Carsat Centre ; Sabyne Audignon, Inserm U1219 ; Patricia Dirrenberger et Sébastien Bau, INRS)

La première intervention a porté sur la détection de sécurité en milieu industriel, en particulier sur les problématiques liées à l'installation et la maintenance d'un grand nombre de détecteurs de sécurité sur sites de raffinage et pétrochimiques. Parmi les points cruciaux qui déterminent la fiabilité des systèmes de sécurité, se trouvent le choix des détecteurs en temps réel, leur implantation, leur raccordement, leur gestion (incluant la maintenance). L'ensemble doit s'inscrire dans une approche durable très rigoureuse, qui exige par ailleurs une expertise et un investissement de haut niveau, compte tenu de l'enjeu de sécurité.

Les applications de terrain présentées par la suite concernaient des situations et polluants divers : gaz et aérosols dans des unités de méthanisation ; solvants dans un atelier de peinture de cabines de camions et un atelier de sérigraphie ; aérosols de farines dans une boulangerie et un atelier de bois sur un poste d'usinage pour la fabrication de tringles à rideaux ; aérosols dans le cadre d'un procédé de fabrication additive ou d'un procédé de soudage ; aérosols issus de la manipulation de charges dans une entreprise de caoutchouc indus-





© Fabrice Dimier pour l'INRS

triel. Les objectifs de ces campagnes de mesurages de terrain étaient variés : caractérisation des procédés en termes d'émissions, analyse spatio-temporelle des expositions, suivi et caractérisation des expositions intégrant l'analyse de l'activité (approche de type ergo-expologie), efficacité de mesures de protection, formation et sensibilisation à la prévention des risques professionnels des salariés, développement d'outils pertinents pour le traitement des données, etc.

Malgré les limites actuelles de la métrologie en temps réel, les différents intervenants ont clairement démontré son intérêt dans la caractérisation des procédés émissifs à la compréhension des déterminants de l'exposition des salariés, en passant par la validation de systèmes de protection collective. Par ailleurs, il est aussi apparu que cette métrologie ne saurait être déployée sans une approche d'observation de l'activité (par exemple à l'aide d'outils reposant sur la vidéo). En outre, la vertu pédagogique indéniable de la métrologie en temps réel, qui permet aux acteurs de l'entreprise de s'impliquer dans les actions prévention, a été soulignée à plusieurs reprises.

Il a été rappelé que l'approche conventionnelle ou réglementaire par prélèvement et analyse physico-chimique des polluants reste le standard, dès lors qu'il y a volonté d'évaluer les expositions par rapport à des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP). Enfin, contrairement à ce que

l'on pourrait penser, le déploiement d'une métrologie en temps réel dans le cadre d'une action de terrain demande à ce jour une certaine expertise (compréhension des limites des instruments, choix d'une stratégie adaptée, vérification, maintenance, etc.) ; il est également coûteux en temps (préparation, mise en œuvre, traitement des données). Cela explique sans doute en partie le faible déploiement de cette métrologie en temps réel, eu égard à ses apports.

Des innovations et des enjeux

(Intervenants : Remy Forêt, Groupe RATP ; Marianne Guillemot et Patrick Martin, INRS)

Dans cette dernière partie, diverses innovations ont été abordées, au travers notamment du développement des capteurs gaz. Il y a actuellement dans ce domaine une demande forte liée aux enjeux de qualité de l'air (en santé environnementale et en santé au travail), pour la détection de COVs, de gaz toxiques ou dangereux pour lesquels il n'existe pas encore de méthode de prélèvement validée. C'est par exemple le cas de l'ozone, sujet sur lequel l'INRS a engagé ces dernières années une action de recherche pour le développement d'un dispositif de mesure intégré. L'innovation réside aussi dans le développement de dispositifs associés aux instruments de mesure en temps réel, tels que les dispositifs basés sur la vidéo, permettant d'observer le geste professionnel du salarié, de

déterminer une cartographie des concentrations ou de suivre des expositions dans le temps et/ou l'espace d'un atelier. Sur ce point, l'INRS développe depuis quelques années le système Dactari (Dispositif d'acquisition de trajectographie pour l'analyse du risque individuel), actuellement en cours de validation en situation réelle. L'innovation se situe aussi dans la mise en place de réseaux de capteurs, qui est rendue possible du fait de l'offre grandissante de capteurs à faibles coûts.

Au-delà des innovations, la métrologie en temps réel, en fournissant des données massives de manière quasi immédiate, soulève des questions importantes pour ceux qui les produisent et les mettent à disposition d'un public non spécialiste : acteurs d'entreprises, préventeurs, grand public... Il y a par exemple, celle de la validation des résultats : un instrument de mesure en temps réel, comme tout instrument, peut à un moment donné se révéler défaillant. Comment faire en sorte que le résultat, alors faux, ne soit pas utilisé ? Cette question se pose dès lors que les séries de données sont immédiatement mises à disposition du public cible. Elle se pose également lorsque ces données sont intégrées dans des bases de données qui demain serviront, par exemple, à la modélisation des expositions ou à des travaux en épidémiologie. Une autre question est le traitement des données : quelles informations pertinentes extraire de ces séries temporelles ? Comment représenter ces données, de manière à ce qu'elles soient compréhensibles et surtout, interprétées à bon escient ? Autant de questions dont les réponses devraient être élaborées dans le cadre de travaux mobilisant des acteurs de différentes disciplines : métrologues des polluants, statisticiens, physiologistes, épidémiologistes, hygiénistes, ergonomes.

Enfin, l'un des enjeux majeurs liés aux innovations est la performance des instruments mis sur le marché. À ce jour, par exemple, pour une vingtaine d'euros, il est possible de faire l'acquisition d'un dispositif pesant quelques dizaines de grammes,

qui mesure en temps réel la concentration et la distribution en tailles d'un aérosol. Sans information sur le laboratoire ou la société qui l'a développé, sans information sur son principe de fonctionnement, sans document référencé associé, et bien évidemment sans certificat de calibrage. La vigilance doit être de mise, quant au choix et à l'utilisation de ce type d'instruments.

Des perspectives

Au final, cette journée, qui a réuni un peu plus de 200 personnes, a permis de montrer que la métrologie en temps réel des polluants chimiques joue déjà un rôle essentiel pour la sécurité des opérateurs et des installations, mais aussi en prévention, sujet principal de cette journée. C'est un moyen qui bénéficie déjà à la fois aux salariés et aux employeurs. En prévention, c'est un moyen qui à ce jour, vient en complément de la métrologie conventionnelle ou réglementaire, par prélèvement et analyses. Par ailleurs, cette métrologie en temps réel est indissociable d'une observation pertinente, faite en parallèle, de l'activité du salarié, ou d'une bonne connaissance du procédé. Avec l'essor des techniques, la miniaturisation des composants et la baisse des coûts, l'étendue des possibles dans le domaine des micro-capteurs gaz ou particules semble de plus en plus vaste. Toutefois, la métrologie en temps réel, qui est en pleine évolution, pose de nombreuses questions liées par exemple aux masses de données qu'elle génère.

C'est pourquoi, comme l'a souligné Louis Laurent, directeur des Etudes et recherches de l'INRS, dans son intervention de clôture, les enjeux en matière de recherche et de développement sont importants. Des actions coordonnées doivent être entreprises dès à présent, pour lever les freins existants et offrir ainsi aux acteurs de la prévention une métrologie et des méthodes associées (sur l'usage, le traitement des données...) qui soient à la fois robustes et accessibles dans des délais raisonnables. ●

POUR EN SAVOIR +

- Dossier INRS web : *Détection en temps réel des polluants*. Accessible sur : www.inrs.fr
 - Décryptage - *Métrologie en temps réel des substances chimiques au poste de travail : intérêts et limites*. Hygiène et sécurité du travail, juin 2015, 239, pp. 6-10. Accessible sur : www.hst.fr
 - Note technique - *Cartographier l'exposition individuelle aux substances chimiques*. Hygiène et sécurité du travail, mars 2017, 246, pp. 52-56. Accessible sur : www.hst.fr
 - Note technique - *Évaluation de l'exposition à l'ammoniac : apport de la détection en temps réel*. Hygiène et sécurité du travail septembre 2018, 246, pp. 66-72. Accessible sur : www.hst.fr
 - Note technique - *Une nouvelle méthodologie pour vérifier les compteurs de noyaux de condensation*. Hygiène et sécurité du travail juin 2017, 246, pp. 56-61. Accessible sur : www.hst.fr
 - Stage INRS CA 1502 - *Maîtriser les apports de la détection en temps réel pour l'évaluation du risque chimique*. Informations sur : www.inrs.fr
-