

Congrès

QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR : ÉTAT DES LIEUX DE LA PRÉVENTION ET PERSPECTIVES

Paris, 12 décembre 2017

Compte rendu de la journée technique INRS « Qualité de l'air intérieur : air des locaux de travail »

La journée technique INRS « Qualité de l'air intérieur : air des locaux de travail », qui a eu lieu le 12 décembre dernier, était organisée conjointement par l'INRS et l'OQAI (Observatoire de la qualité de l'air intérieur). Axe de progrès déjà engagé en santé environnementale dans de nombreux pays, la qualité de l'air intérieur (QAI) revêt également des enjeux en santé au travail, y compris dans les locaux non industriels. Il est donc apparu opportun de proposer aux acteurs de la santé au travail une synthèse des connaissances sur la qualité de l'air des locaux de travail non industriels, de montrer qu'il est possible d'agir en prévention, et de partager des expériences et des pratiques, applicables dans de nombreuses entreprises et à un grand nombre de métiers.

INDOOR AIR QUALITY: STATE OF PLAY OF PREVENTION AND PROSPECTS –
The INRS technical day "Indoor air quality: workplace air", which took place on last December the 12th, was organized by both INRS and OQAI (Observatory of Indoor Air Quality). Already a focus for progress in environmental health in many countries, indoor air quality (IAQ) also has occupational health issues, including in non-industrial premises. It therefore seemed appropriate to propose to occupational health actors a synthesis of knowledge on the air quality of non-industrial work premises, to show that it is possible to act in prevention, and to share experiences and practices, applicable in many companies and in many trades.

**LAURENCE
ROBERT**
INRS,
Département
Ingénierie
des procédés

**CORINNE
MANDIN**
CSTB,
responsable
de la Division
« Expologie –
Observatoire
de la qualité
de l'air
intérieur »

Les enjeux

Nous respirons en permanence, comme le rappelle le docteur Suzanne Déoux (cabinet conseil Médiéco), pendant près de 90 % du temps, dans des espaces clos dont les locaux professionnels font largement partie. En moyenne, 15 kg d'air sont inhalés par jour et 1 200 cm³ restent continuellement dans nos poumons, lieu d'échange entre l'air que l'on respire et notre sang. Cette importance quantitative justifie la préoccupation qualitative quant à l'air inhalé : l'air intérieur devient dès lors un enjeu de santé. Souvent plus pollué qu'à l'extérieur, l'air des bâtiments est un mélange complexe de polluants, parmi lesquels on distingue les composés gazeux, incluant de nombreux polluants chimiques (organiques ou inorganiques) ; les composés particulaires (fibres, particules pouvant être les supports d'autres composés, par exemple les métaux : plomb, cadmium,

chrome, zinc...) et les bio-contaminants (virus, bactéries, moisissures, composés possiblement allergènes). Les espaces de travail ne sont pas épargnés par la pollution qui trouve sa source dans les émissions des matériaux utilisés pour la construction des bâtiments, l'aménagement et la décoration des espaces et l'environnement extérieur (air et sol). Au-delà de ces caractéristiques techniques, les comportements individuels et collectifs, les modes de vie et de travail au sein d'une structure apportent également une contribution importante, avec une part active des occupants via leurs activités : utilisation des ordinateurs, imprimantes et photocopieurs ou produits d'entretien, détaille Séverine Kirchner (Centre scientifique et technique du bâtiment, CSTB) dans son exposé introductif.

En raison de la grande variété des polluants intérieurs émis par des sources multiples et de l'intensité

variable des émissions, les effets sur la santé sont divers dans leur nature et leur gravité. La mise en évidence de ces effets n'est pas toujours aisée, dès l'instant où la distinction entre inconfort et pathologie n'est pas toujours clairement définie. Seuls les effets aigus, immédiats, peuvent être aisément appréhendés, comme les céphalées, nausées, irritations des muqueuses ou intoxications sévères voire mortelles, comme celles causées par le monoxyde de carbone. À court terme peuvent se manifester, outre le « syndrome du bâtiment malsain », des maladies infectieuses telles les légionelloses, des viroses (grippe...), des mycoses, des dermatoses... À long terme, certains polluants de l'air sont impliqués dans l'apparition d'affections multifactorielles, comme la bronchite chronique, l'asthme ou le cancer. Des symptômes non spécifiques, essentiellement neurologiques (maaises, céphalées), ORL ou oculaires (irritations, inflammations, sécheresses), digestifs (douleurs abdominales, nausées), sont évoqués dans des syndromes collectifs, dont les facteurs de survenue peuvent être liés à des substances potentiellement présentes dans l'air intérieur des locaux de travail, mais également à une hygrométrie trop basse, ce qui peut être le cas des bureaux par exemple. Depuis 1983, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) propose l'appellation de « syndrome des bâtiments malsains » pour le regroupement de ces symptômes fonctionnels, auxquels s'ajoutent des éléments psychosociaux et organisationnels entraînant une contagion émotionnelle. Face à ce constat, que faire ? Bruno Courtois (INRS, département Expertise et conseil technique) souligne que toute démarche de prévention de la qualité de l'air dans un bâtiment doit être menée, autant que faire se peut, dès la phase de conception du bâtiment ou avant la réalisation de travaux, en respectant quatre grands principes : la réduction des émissions de polluants à l'intérieur du bâtiment, l'élimination des sources d'humidité, la mise en œuvre d'une ventilation suffisante et la protection de l'environnement intérieur contre une pollution pouvant venir de l'extérieur.

Classiquement, la prévention du risque chimique sur les lieux de travail se fonde prioritairement sur le principe de la substitution, via notamment le remplacement d'un produit dangereux par un autre non ou moins nocif ou, à défaut, par la réduction des concentrations des polluants aux niveaux les plus faibles possibles. Pour un grand nombre d'agents chimiques dangereux, il est malgré tout nécessaire de protéger la santé des travailleurs en établissant des niveaux de concentration de polluants dans l'atmosphère des lieux de travail à ne pas dépasser sur une durée de référence. De manière générale, il existe actuellement de nombreux référentiels sanitaires pour la population selon les réglementations ou les objectifs visés. L'intervention de Guillaume Boulanger (Anses) a permis de passer en revue dif-



© Andrii Klemenchenko - stock.adobe.com

férents repères, comme la valeur toxicologique de référence (VTR), utile dans la conduite d'expertises en évaluation quantitative des risques sanitaires, ou les derived no-effect level (DNEL) et derived minimal effect level (DMEL) utilisés dans le cadre de l'évaluation de la sécurité chimique, demandée notamment aux fabricants, utilisateurs et importateurs de substances chimiques par le règlement européen Reach¹. Les référentiels employés dans les environnements professionnels et intérieurs, en l'occurrence les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) et les valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAi), ont été plus largement explicités (cf. Encadré).

La question épineuse du référentiel à choisir dans un environnement professionnel tertiaire, comme ceux évoqués au cours de cette journée, reste non tranchée. Doit-on, puisqu'il s'agit d'un lieu professionnel, considérer une VLEP ? Ou bien, comme il s'agit d'un environnement sans pollution spécifique dans lequel les salariés évoluent sans suivi médical ad hoc, se référer aux VGAi ? Guillaume Boulanger termine son intervention en rappelant des avis d'experts, relayés dans la presse spécialisée. Laurence Robert (INRS, département Ingénierie des procédés) rappelle que les VLEP, lorsqu'elles existent, ne s'appliquent qu'aux locaux de travail à pollution spécifique. Dans le cas d'un espace de



ENCADRÉ

QAI : DES VALEURS GUIDES

Les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP), lorsqu'elles existent, représentent la concentration dans l'air pour un composé chimique que peut respirer une personne sur son poste de travail pendant un temps déterminé sans risque en théorie d'altération pour sa santé. La définition réglementaire de la VLEP inscrite dans le Code du travail reprend la définition établie au niveau européen. Il s'agit de la limite de la moyenne, pondérée en fonction du temps, de la concentration d'un agent chimique dangereux dans l'air de la zone de respiration d'un travailleur au cours d'une période de référence déterminée. Au niveau réglementaire, la période de référence est soit de 8 heures (VLEP - 8 heures), soit de 15 minutes (VLEP à court terme). Elles ne s'appliquent qu'aux locaux à pollution spécifique, où sont émis des polluants (gaz, poussières, aérosols...). Dans le cas d'un espace de bureau, considéré comme à pollution non spécifique, il est conseillé de se référer aux valeurs guides de l'air intérieur (VGAI).

Les VGAI, établies par l'Anses*, sont des valeurs de référence non contraignantes. Elles sont définies comme des concentrations dans l'air intérieur d'une substance chimique en dessous desquelles aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé n'est attendu pour la population générale, incluant les individus les plus sensibles, en l'état des connaissances actuelles. Ces valeurs sont également élaborées pour des durées d'exposition à court ou long terme.

*Pour en savoir plus sur les VGAI : www.anses.fr

bureau, considéré comme un local à pollution non spécifique, il est préconisé de se référer aux valeurs guides de l'air intérieur (VGAI)^{2, 3}.

Pour faire écho à cette présentation sur les valeurs de référence, Eddy Langlois (INRS, département Métrologie des polluants) reprend les similitudes et les divergences de ces valeurs, qu'il s'agisse de VLEP ou de VGAI, du point de vue de la métrologie. En effet, les métrologies atmosphériques pour l'air des lieux de travail et celles pour l'air intérieur présentent un certain nombre de différences, voire de divergences. Les différences entre les techniques utilisées ou entre les pratiques ne s'expliquent pas seulement par des développements historiques distincts des deux disciplines, mais correspondent aussi à des réalités d'expositions différentes. La nature et le nombre de substances concernées constituent la première des différences importantes. Selon Eddy Langlois, dans l'industrie, les opérateurs sont en contact avec une multitude de produits chimiques différents, alors qu'en « air intérieur », le nombre de substances est souvent plus réduit. Les sources d'émissions des substances diffèrent également, ce qui implique des concentrations et des profils d'expositions très contrastés. Sur les lieux de travail industriels, les concentrations sont très fluctuantes et souvent plus élevées que dans l'air intérieur de locaux tertiaires, où l'absence de

perturbations aérodynamiques importantes confère une stabilité relative aux concentrations. Ces différences ont un impact sur les méthodes de prélèvement, qui doivent être plus ou moins sélectives en fonction de la présence ou non d'autres polluants, sur les quantités prélevées et donc la durée du prélèvement, sur les techniques d'analyses et leur sensibilité et enfin, sur la stratégie de prélèvement qui doit tenir compte de tous ces paramètres pour assurer un prélèvement le plus représentatif possible. La plus grande différence technique concerne les fractions de particules prélevées : cette différence est liée à des approches culturelles et historiques distinctes. Cependant, aujourd'hui, deux tendances ont pour conséquence que les deux approches se rejoignent au point de se réunir dans certains cas : il s'agit, d'une part, de la baisse des valeurs limites d'exposition professionnelle qui se rapprochent des valeurs guides de l'air intérieur et, d'autre part, de la multiplication de lieux où peuvent évoluer dans un même espace et au même moment le grand public et des professionnels exerçant leur métier. Ainsi, de nombreuses études se sont déjà attachées à faire converger les résultats issus d'analyses pour le grand public et d'analyses pour les travailleurs. La mise en œuvre de mesures est-elle néanmoins toujours nécessaire dans ces environnements ? Dans le cadre plus spécifique d'un bâtiment de type bureau, une démarche de diagnostic de la qualité de l'air intérieur (QAI) a été présentée par Laurence Robert. Cette démarche s'apparente à un audit technique qui permet de passer en revue un ensemble de points pouvant révéler des causes éventuelles de dégradation de la QAI et ainsi permettre, sans avoir recours nécessairement à la métrologie, de résoudre éventuellement les problèmes. Les deux leviers principaux identifiés sont la réduction des sources de pollution intérieure et une ventilation générale efficace².

La réduction des sources intérieures

L'amélioration de la qualité de l'air intérieur passe principalement par le contrôle des sources de pollution. Dans les environnements de type tertiaire, cela consiste à choisir des matériaux de construction, de décoration et d'ameublement aussi peu émetteurs en composés organiques volatils que possible. En effet, la dégradation de la QAI liée à l'impact des sources intérieures de polluants a été maintes fois soulignée. Dans ce contexte, François Maupetit (CSTB) rappelle que la loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation, relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement, a introduit l'exigence d'un étiquetage des émissions de polluants volatils des produits de construction et de décoration. Cet étiquetage a été défini dans le décret n° 2011-321 du 23 mars 2011 et précisé dans l'arrêté du 19 avril 2011 correspondant⁴. Entré

en vigueur le 1^{er} septembre 2013, il concerne les matériaux de revêtements de sol, murs ou plafonds, les cloisons et faux-plafonds, les produits d'isolation, les portes, les fenêtres, les produits destinés à la pose ou à la préparation des produits mentionnés précédemment, les peintures et les vernis. Les caractéristiques d'émissions des produits sont définies sur une échelle de 4 classes : A+, A, B et C, la classe A+ indiquant le plus faible niveau d'émission dans l'air intérieur. La procédure d'étiquetage est une auto-déclaration sous la responsabilité du fabricant, qui doit apposer sur le produit ou sur son emballage une étiquette déclarative. François Maupetit mentionne également qu'une procédure d'étiquetage des émissions de formaldéhyde à partir des produits d'ameublement est actuellement en cours d'élaboration et devrait voir le jour d'ici 2020.

Une ventilation suffisante et efficace

Outre les émissions des matériaux de construction, d'ameublement et de décoration, les locaux professionnels, y compris ceux dits « sans pollution spécifique », peuvent présenter de nombreuses autres sources de pollution conduisant à une détérioration de la qualité de l'air intérieur : bio-effluents humains, composés chimiques émis par des produits stockés, configuration spécifique, etc. En parallèle à la réduction de ces émissions, l'apport d'air neuf par la ventilation permet de réduire les concentrations en polluant et d'améliorer la QAI. Jean-Raymond Fontaine (INRS, département Ingénierie des procédés) rapporte des résultats de la littérature reliant, notamment, de manière quantitative, l'accroissement du débit d'apport d'air neuf par personne à la réduction de la prévalence du syndrome des bâtiments malsains pour les salariés de bureaux. Cependant, la bonne adéquation entre débit d'air neuf à introduire et nombre de salariés dans un environnement intérieur n'est pas la seule caractéristique à prendre en compte. D'autres spécificités propres à la ventilation peuvent revêtir des caractères majeurs à prendre en compte pour en assurer une efficacité optimale et ainsi obtenir un environnement intérieur de bonne qualité. À travers un diagnostic de la QAI qu'elle présente comme une démarche d'audit technique à suivre pour évaluer les causes potentielles d'une dégradation de la QAI dans un environnement de type tertiaire, Laurence Robert rappelle qu'une bonne compréhension de la ventilation générale d'un bâtiment permet sa mise en œuvre efficace : s'interroger sur la localisation et la géométrie des bouches de soufflage et d'extraction, sur les températures de soufflage, sur l'entretien général du réseau, sur les pratiques d'aération du bâtiment, sont autant de points à ne pas négliger pour rendre le système de ventilation performant et permettre qu'il assure son rôle premier, qui est d'apporter de l'air sain aux usagers.

Retours d'expérience

À travers différentes campagnes de caractérisation de la QAI menées dans des environnements professionnels, allant des espaces de bureaux aux enceintes ferroviaires souterraines en passant par les espaces de commerces et les parkings souterrains, les intervenants ont montré que la problématique de la QAI n'était pas marginale et que de nombreux environnements professionnels pouvaient être concernés.

Les environnements de bureaux

La qualité de l'air intérieur dans les espaces de bureaux en France reste à ce jour mal connue, comme le précise Corinne Mandin (CSTB). Or, des sources et activités spécifiques, comme la présence d'imprimantes et de photocopieurs et l'entretien régulier des locaux avec des produits pouvant émettre des composés organiques volatils, posent question sur une éventuelle typologie de pollution intérieure dans ce type de bâtiments. Dans ce contexte, et sachant que le temps passé dans ces lieux est non négligeable pour une fraction importante de la population active, une campagne nationale a été menée par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur dans de nombreux immeubles de bureaux de 2013 à 2017. Les immeubles de bureaux, répartis dans toute la France métropolitaine, étaient tirés au sort ou bien volontaires. Chaque immeuble de bureaux a été enquêté pendant une journée, lors de laquelle des mesures ont été réalisées dans cinq espaces de travail pendant 6 heures, des questionnaires relatifs au confort et à la santé ont été distribués aux occupants et des questionnaires descriptifs des pièces instrumentées, du bâtiment et de son environnement ont été complétés par les enquêteurs. Les paramètres mesurés étaient les composés organiques volatils et aldéhydes (19 substances), les particules de diamètre compris entre 10 nm et 1 µm, la température, l'humidité relative et le dioxyde de carbone (CO₂). Les premiers résultats disponibles pour 129 bâtiments, soit 645 espaces de bureaux, montrent des concentrations intérieures globalement faibles pour les substances recherchées. Cependant, les situations ne sont pas homogènes et certains immeubles apparaissent multi-pollués : présence de tous les composés recherchés et en concentrations plus élevées que dans le reste des bâtiments. Des dépassements des valeurs guides de qualité de l'air intérieur sont observés pour le benzène et le formaldéhyde. Les travaux se poursuivent avec l'exploitation des questionnaires relatifs au confort et à la santé perçus par les occupants, ainsi que la recherche des déterminants des concentrations intérieures. Ces résultats permettront d'émettre des recommandations afin d'améliorer la qualité de l'environnement intérieur dans les immeubles de bureaux et ainsi le confort et la santé de leurs occupants.



Les commerces et espaces de stockage

Dans certains commerces, les salariés évoluent dans des environnements où sont entreposés des produits manufacturés neufs ayant un fort pouvoir d'émission en composés organiques volatils (COV). Dans certaines conditions d'entreposage, pour certains postes de travail, tels que le déballage de cartons ou la mise en rayonnage, la qualité de l'air peut être altérée. C'est dans ce contexte que l'INRS a débuté le projet Esquisse (pour : Exposition des Salariés et Qualité de l'air Intérieur dans les eSpaces de Stockage et commerce), en collaboration avec le CSTB et l'IMT Lille-Douai. Ce projet aborde la qualité de l'air intérieur dans les espaces de commerce et de stockage via la caractérisation de l'air dans une dizaine de lieux proposant des produits manufacturés différents : meubles, livres, accessoires automobiles, maroquinerie, produits de bricolage, revêtements de sol, textiles, vente dématérialisée, articles de sport et électroménager. Les campagnes réalisées dans trois commerces parmi les dix visés par le projet ont été présentées : un commerce d'équipements automobiles, un commerce d'articles de sport et une enseigne de meubles et d'objets de décoration pour la maison. Même si ces structures sont de tailles, d'agencements et de caractéristiques techniques différentes, des tendances se dégagent déjà. Une pollution significative aux hydrocarbures a été mise en évidence dans l'enseigne de vente d'équipements automobiles, avec une forte contribution de la partie stockage, particulièrement confinée, par rapport à l'espace de vente. Dans l'enseigne de meubles et d'articles de décoration pour la maison, de fortes variations de concentrations de COV entre les différents espaces ont pu être mises en exergue en fonction du type de ventilation desdits espaces. En effet, les espaces de logistique où sont entreposés de nombreux produits neufs et qui ne sont pas ventilés mécaniquement, présentent des niveaux de COV nettement plus importants que les zones de vente, pour lesquelles la ventilation est assurée à l'aide d'une gestion technique centralisée (GTC) sur des critères de confort pour le client. Par ailleurs, on note des composés principalement issus des familles des aldéhydes et des terpènes. Enfin, les mesures dans le commerce d'articles de sport révèlent la présence significative de siloxanes, issus vraisemblablement de l'utilisation de produits imperméabilisants sur les vêtements et chaussures de sport. Dans ce dernier commerce, l'impact de la ventilation a pu être étudié en menant successivement deux campagnes de caractérisation de la QAI, avec et sans ventilation du bâtiment. Comme attendu, une baisse conséquente des concentrations de certains COV a été observée lorsque le commerce était ventilé lors de la seconde campagne.

Dans les secteurs du tertiaire et des commerces, Barbara Savary (INRS, dépt Métrologie des pol-

luants) a exploité les deux bases de données d'exposition professionnelle à des produits chimiques actuellement disponibles : Colchic et Scola⁵. Ces deux bases représentent toutes deux d'importantes sources d'information sur les expositions professionnelles. Néanmoins, les secteurs assimilés à des locaux de travail hors pollution spécifique ont fait l'objet de peu de mesures d'exposition et présentent donc un nombre restreint de données.

Les enceintes ferroviaires souterraines

Autre type d'environnement intérieur particulier : les enceintes ferroviaires souterraines. Depuis le début des années 2000, des mesures de la qualité de l'air sont réalisées dans des stations du RER et dans les métros à Paris, Lille, Lyon, Marseille, Rennes et Toulouse. Environ 28 000 salariés, dont plus de 26 000 en Ile-de-France, travaillent dans ces infrastructures. Pour faire le point des connaissances et des risques sanitaires pour les travailleurs, l'Anses a été saisie par la Direction générale du travail, la Direction générale de la santé et la Direction générale de la prévention des risques, pour la réalisation d'une expertise relative à la pollution chimique de l'air des enceintes de transports ferroviaires souterrains et aux risques sanitaires associés chez les travailleurs, dont les résultats sont présentés par Valérie Pernelet-Joly (Anses)⁶.

Dans ces infrastructures, la pollution de l'air est dominée par la problématique des particules. Les concentrations massiques de PM₁₀ et PM_{2,5} mesurées en France et à l'étranger sont très supérieures à celles mesurées dans l'air extérieur, même à proximité du trafic routier, et a fortiori à celles mesurées dans l'air intérieur des logements. Les concentrations de PM₁₀ et PM_{2,5} sur les quais semblent corrélées au trafic des rames de voyageurs. Les constituants majeurs identifiés sur ces particules sont différents métaux dont le fer, du carbone élémentaire et du carbone organique. D'autres polluants chimiques, présents à des concentrations parfois supérieures à celles mesurées à l'extérieur, ont été identifiés tels que des hydrocarbures aromatiques (toluène, phénanthrène, fluoranthène, anthracène et pyrène) et plus rarement, le benzène, le dioxyde d'azote et le benzo(a)pyrène.

Les parkings souterrains

Les parkings souterrains ont également fait l'objet de travaux d'expertise conduits par l'Anses, que présente Valérie Pernelet-Joly (Anses) au cours de sa seconde intervention. Dans le cadre des travaux publiés en 2007, quatre campagnes de mesures de caractérisation de la qualité de l'air ont été menées en partenariat avec le Laboratoire central de la préfecture de police (LCPP). Quatre parcs de stationnement couverts, présentant des typologies et des trafics contrastés, ont été investigués : le

parking d'une gare routière d'autocars de 75 places de capacité sur un seul niveau, un parc souterrain desservant une gare ferroviaire de capacité de 1 500 places sur six niveaux, un parc souterrain desservant un centre commercial de 1 000 places sur quatre niveaux et un parc réservé à des employés de 350 places sur un seul niveau. Les mesures n'ont pas montré de concentrations en métaux et hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) importantes par rapport à celles observées dans l'air extérieur. Les concentrations en aldéhydes (formaldéhyde, acétaldéhyde) sont comparables à celles observées dans les logements lors des campagnes de mesures de l'OQAI. En revanche, en ce qui concerne le monoxyde de carbone, le dioxyde d'azote, le benzène et les particules, des valeurs moyennes supérieures aux mesures effectuées en situation de proximité au trafic extérieur et/ou aux niveaux mesurés en extérieur au niveau des aménagements d'air neuf ont été mises en évidence. Pour mieux comprendre les expositions des travailleurs et les risques sanitaires associés, il a été nécessaire de connaître les activités professionnelles exercées dans ce type d'environnement. Aussi, cette première étude a été complétée en 2010 par une enquête transversale réalisée auprès de 467 parcs. Cette dernière a montré que les professions exercées dans les parkings souterrains sont en pleine mutation : exploitation, entretien et maintenance des équipements (barrière, équipement de péage, mais aussi système de ventilation et désenfumage), agences de location de véhicules et services de nettoyage de voitures pour particuliers. Sur cette base, l'Anses a identifié les activités professionnelles les plus risquées et les polluants les plus problématiques⁷. Cette problématique de la QAI dans les parkings souterrains ainsi que l'exposition des salariés qui y évoluent préoccupe le réseau Assurance maladie-risques professionnels, comme en témoigne Thomas Bonzom (Cramif).

Enfin, le dernier sujet traité au cours de la journée est celui de l'usage des micro-capteurs dans le domaine de la QAI, présenté par Nathalie Redon (IMT Lille-Douai). Depuis quelques années, des micro-capteurs de gaz et de particules bas coût émergent sur le marché, offrant un panel attractif de nouvelles utilisations possibles. Cependant, ces nouveaux outils posent question quant à leur fiabilité et à la confiance que l'on peut accorder aux données qu'ils fournissent. Les fabricants affichent la capacité de leurs produits à permettre la mesure indicative, semi-quantitative voire quantitative de la qualité de l'air sur tous les terrains, et en particulier dans les environnements intérieurs. Ces instruments alternatifs sont particulièrement intéressants pour le domaine de la QAI car ils permettraient une surveillance continue et spatialisée des bâtiments à moindre coût. Ces dispositifs viendraient ainsi com-

pléter judicieusement l'évaluation et la qualification actuellement effectuées par les mesures analytiques classiques. Celles-ci, basées sur des analyseurs automatiques, ou des techniques d'échantillonnage actif ou passif associées à des analyses physico-chimiques in situ ou a posteriori, nécessitent souvent des équipements complexes, lourds et coûteux. Ils présentent, pour certains, un caractère intrusif gênant pour le public, en raison du bruit généré, de leur encombrement ou encore de l'échauffement lié à leur fonctionnement dans une pièce au volume restreint. En comparaison, les micro-capteurs sont petits, légers, silencieux, donc peu intrusifs. Ils permettent un suivi en temps réel avec une résolution spatiale et temporelle fine, à un coût suffisamment faible pour envisager de les distribuer en nombre, par exemple pour une qualification pièce par pièce d'un bâtiment. Cependant, ils présentent des limitations, notamment météorologiques. Les précautions d'emploi dont l'utilisateur doit avoir conscience s'il veut exploiter au mieux les informations délivrées ont été présentées par Nathalie Redon. La stratégie d'utilisation de ces outils doit être adaptée à des objectifs raisonnables et raisonnés : pré-diagnostic pour l'identification de sources polluantes, impact de systèmes automatisés de ventilation ou de traitement de l'air et information du public.

En conclusion, cette journée technique a pu couvrir une très grande partie des problématiques liées à la QAI : enjeux, métrologie, valeurs de référence nécessaires à l'interprétation des résultats, mais aussi les principaux moyens de prévention et de nombreux retours d'expérience. Elle a été notamment l'occasion d'annoncer les premiers résultats de la campagne nationale de mesure de la QAI dans les immeubles de bureaux en France et ceux du projet Esquisse. Elle a également fourni des leviers d'actions pour améliorer la qualité sanitaire des espaces de travail. ●

1. *Derived no effect level (DNEL, dose dérivée sans effet) : dose ou concentration au-delà de laquelle les populations ne devraient pas être exposées. Derived minimal effect level (DMEL) : dose dérivée à effet minimal. Voir : <https://echa.europa.eu/fr/regulations/reach/understanding-reach>*

2. Lire : Dossier « Travailler au bureau : des risques à ne pas sous-estimer ». *Hygiène et sécurité du travail*, septembre 2017, 248, pp. 19-47. Accessible sur : www.hst.fr

3. Lire : Dossier « La qualité de l'air intérieur ». *Travail & Sécurité*, mai 2015, 781, pp. 13-25. Accessible sur : www.travail-et-securite.fr

4. Voir les textes officiels sur : www.legifrance.gouv.fr. Pour en savoir plus sur la procédure d'étiquetage : www.cohesion-territoires.gouv.fr/etiquetage-des-produits-de-construction

5. La base Colchic centralise l'ensemble des mesures d'exposition effectuées par les laboratoires interrégionaux de chimie des Carsat/Cramif et par l'INRS dans un objectif de prévention. La base Scola recueille les données des organismes accrédités dans le cadre de la réglementation française.

6. Pour en savoir plus sur l'expertise de l'Anses relative aux enceintes ferroviaires souterraines : www.anses.fr/fr/system/files/AIR2011sa0265Ra.pdf.

7. Pour en savoir plus sur l'expertise de l'Anses relative aux parkings souterrains : <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2005et0006Ra.pdf> et <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR-Ra-Parking.pdf>