

# L'OBSERVATOIRE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR : un outil unique pour comprendre la pollution de l'air des lieux de vie

**Corinne Mandin**

Responsable de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) au sein de la Direction Santé Confort du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB, France)



Les désodorisants à combustion constituent une pollution de l'air intérieur - ©OQAI-CSTB

Corinne Mandin est responsable de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) au sein de la Direction Santé Confort du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB, France). Ingénieur chimiste de formation et titulaire d'un doctorat en biologie et sciences de la santé, elle travaille sur les expositions humaines aux substances chimiques, en particulier dans les bâtiments.

L'OQAI a été créé en 2001 pour documenter la qualité de l'air et le confort dans les lieux de vie. Ses travaux sont financés par les ministères en charge du Logement, de l'Environnement et de la Santé, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et l'Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses).

Le CSTB, opérateur scientifique et technique de l'OQAI, a pour mission de garantir la qualité et la sécurité des bâtiments. Il accompagne les acteurs dans la transformation du bâtiment en lien avec les transitions environnementale, énergétique et numérique. Il exerce cinq activités clés : la recherche et expertise, l'évaluation, la certification, les essais et la diffusion des connaissances. Son champ de compétences couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans le quartier et la ville.

Depuis une dizaine d'années, la qualité de l'air intérieur est devenue une composante majeure de la santé environnementale. En France, des campagnes nationales de mesure des polluants de l'air intérieur sont menées par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI), dans les logements, les écoles, les espaces de bureaux et les établissements sanitaires et médico-sociaux. Après une présentation des polluants concernés et de leurs effets sur la santé, cet article résume les principaux résultats des campagnes nationales de l'OQAI dans trois types d'environnements : logements, salles de classe et bureaux. Un focus plus spécifique est réalisé sur les relations entre qualité de l'air intérieur et performances énergétiques. En effet, une amélioration de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment pour réduire les déperditions d'énergie peut conduire à une réduction du renouvellement d'air et, corollairement, à une dégradation de la qualité de l'air intérieur. Si des travaux de recherche restent nécessaires pour améliorer les connaissances sur les substances présentes dans l'air des bâtiments et sur leurs effets sur la santé, il existe d'ores et déjà des bonnes pratiques et des outils à mettre en place pour améliorer la qualité de l'air intérieur de nos lieux de vie.

## INTRODUCTION

L'enjeu sanitaire que représente la qualité de l'air intérieur n'est aujourd'hui plus à démontrer. En 2014, l'Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses) et l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) ont chiffré, pour une année, à environ 28 000 le nombre de nouveaux cas de maladies et à plus de 20 000 le nombre des décès liés à six polluants de l'air intérieur en France, ce qui représente un coût d'environ 19 milliards d'euros. Les modes de vie contemporains conduisent en effet la population à passer la majorité de son temps dans des environnements clos, où un large nombre de polluants peuvent être présents.

Pour répondre au besoin d'approfondissement des connaissances et mieux orienter les politiques publiques et les solutions d'amélioration, l'OQAI mène des recherches sur de nouveaux polluants et explore de nouvelles problématiques.

## LES POLLUANTS À L'ORIGINE DE LA DÉGRADATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR ET LEURS EFFETS SUR LA SANTÉ

Les sources de pollution de l'air dans les bâtiments sont très nombreuses. Classiquement, les polluants intérieurs sont catégorisés selon leur nature : polluants chimiques (composés organiques volatils (COV) ou semi-volatils, gaz inorganiques), biologiques (virus, bactéries, moisissures, allergènes d'animaux domestiques, allergènes d'acariens) ou physiques (particules, fibres d'amiante, fibres minérales artificielles, champs électromagnétiques). La pollution intérieure peut également être décrite selon les trois types de sources généralement considérées : i) pollution extérieure (air ou sol dans le cas du radon ou d'un sol pollué par une activité industrielle passée ou actuelle), ii) constituants du bâtiment (matériaux de construction et revêtements – sol, murs, plafond) et équipements, et iii) occupants eux-mêmes (bioeffluents, tabagisme, nettoyage, bricolage, hygiène corporelle, etc.).

La contribution respective de chacune de ces sources aux concentrations intérieures est difficile à déterminer, non seulement du fait des spécificités de chaque espace et des habitudes de ses occupants, mais aussi en raison de la variabilité temporelle des concentrations intérieures et des phénomènes de réactivité chimique conduisant à la formation de polluants secondaires. Par exemple, les terpènes, substances chimiques utilisées notamment dans les produits d'entretien et désodorisants d'intérieur, peuvent réagir avec l'ozone en provenance de l'extérieur et conduire à la formation de formaldéhyde et de particules ultrafines. La température et l'humidité relative jouent également un rôle en favorisant les émissions des matériaux dans l'air intérieur.

La pollution de l'air intérieur évolue continuellement dans le temps. De nouveaux usages, comme le vapotage ou l'impression 3D, génèrent de nouvelles pollutions. Parallèlement, certaines substances pourtant aujourd'hui interdites à la vente peuvent être encore présentes dans les bâtiments. C'est le cas, par exemple, des polychlorobiphényles (PCB), utilisés dans les joints d'étanchéité dans les années 1970 et fréquemment détectés dans l'air des bâtiments construits à cette époque ; ou encore du lindane, insecticide utilisé pour le traitement des charpentes en bois ou dans les shampoings anti-poux et encore très souvent détecté dans l'air des bâtiments. En vue de la prochaine campagne nationale de mesure de la qualité de l'air intérieur dans les logements français qui démarre en 2020, l'OQAI a mis à jour son inventaire<sup>1</sup> des substances potentiellement présentes dans l'air intérieur. La liste est établie à partir des substances i/ déjà mesurées dans l'air ou dans les poussières déposées au sol, ii/ déjà mesurées en chambre d'essai dans les émissions de matériaux de construction ou produits de consommation, ou encore iii/ rapportées dans la composition de matériaux et produits introduits dans les bâtiments. Un total de 2 741 substances a ainsi été recensé, soit 1 715 nouvelles substances par rapport à la dernière hiérarchisation des polluants de l'air intérieur de l'OQAI (2010)<sup>2</sup>.

Les effets sanitaires des polluants de l'air intérieur sont tout aussi variés que les polluants qui en sont la cause. Ils vont de la simple gêne, liée aux odeurs, à des effets plus graves comme les intoxications mortelles dues au monoxyde de carbone, l'asthme, le cancer, des maladies cardiovasculaires ou des troubles de la reproduction. Une mauvaise qualité de l'air intérieur peut également être associée à des irritations des yeux, du nez et des voies respiratoires, des maux de tête ou des nausées.

Si certaines associations entre substances présentes dans l'air intérieur et effets sur la santé sont bien établies, (comme c'est le cas pour les fibres d'amiante et le mésothéliome, ou bien le radon et le cancer du poumon), les effets d'un grand nombre d'autres polluants ne sont pas clairement identifiés et restent uniquement suspectés. Par ailleurs, les effets sur la santé sont d'autant plus complexes à déterminer étant donné qu'ils sont parfois différés, que les expositions se font à faibles doses, via plusieurs voies incluant l'ingestion de poussières déposées sur les surfaces et le contact cutané, en plus de l'inhalation ; et que ces effets sont possiblement additifs, synergiques ou antagonistes du fait du mélange des substances en présence.

Actuellement, les préoccupations relatives à la pollution intérieure portent sur les perturbateurs endocriniens, les pesticides, notamment au voisinage de cultures, la biocontamination (dispersion des virus dans les bâtiments en cas de pandémie grippale par exemple), ainsi que les nanoparticules. Ces particules, de diamètre inférieur à 100 nm, peuvent être incorporées aux matériaux de construction et produits de consommation courante pour leur conférer des propriétés particulières, par exemple de résistance ou de conservation. Tandis que des études font émerger le caractère préoccupant des particules de cette taille pour la santé respiratoire<sup>3</sup>, se pose la question de leurs émissions, dans l'air des bâtiments au cours de l'utilisation de ces matériaux et produits, puis lors de la dégradation de ces derniers.

## ÉTAT DES LIEUX DES EXPOSITIONS DE LA POPULATION DANS LES BÂTIMENTS

Premier environnement intérieur en termes de temps passé, le logement a fait l'objet de la première campagne nationale de l'OQAI en 2003-2005. Plus d'une centaine de paramètres chimiques, physiques et biologiques ont été mesurés pendant une semaine, dans un échantillon de 567 logements tirés au sort et représentatifs du parc des résidences principales de France métropolitaine. Cette campagne a montré que certains polluants comme le formaldéhyde, les particules, ainsi que certains phtalates et hydrocarbures aromatiques polycycliques étaient systématiquement présents dans les logements. La pollution de l'air des logements n'est cependant pas homogène et différents profils de pollution ont été identifiés. Ainsi, 10 % des logements français sont multipollués : ils présentent simultanément plusieurs polluants chimiques à de très fortes concentrations. En revanche, 40 % des logements sont considérés comme étant faiblement pollués car ils présentent des concentrations inférieures ou égales aux niveaux médians de l'échantillon pour quasiment l'ensemble des polluants recherchés.

1 Inventaire en cours de publication (début 2020)

2 <https://www.oqai.fr/fr/campagnes/la-hierarchisation-des-polluants>

3 Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project. World Health Organization, Regional Office for Europe, 2013.



Mesure de la qualité de l'air intérieur chez un particulier - ©OQAI-CSTB

La mise en perspective des concentrations mesurées avec les caractéristiques des bâtiments, leur localisation, leurs occupants et leurs habitudes de vie ont permis d'identifier des facteurs conduisant à une dégradation de la qualité de l'air intérieur. Par exemple, dans les maisons individuelles, la présence d'un garage communicant augmente les concentrations en benzène et toluène dans le reste du logement. Ces substances sont émises par les véhicules (gaz à l'échappement et réservoirs) et les produits de bricolage pouvant être stockés dans le garage. Les activités de cuisson, de soin et d'hygiène (douche, séchage du linge) peuvent contribuer à introduire une forte humidité dans le bâtiment, propice au développement des moisissures. Le comportement vis-à-vis de l'ouverture des fenêtres et l'état des systèmes mécaniques de ventilation jouent également un rôle sur la qualité de l'air intérieur.

*Près d'un logement neuf ou récemment rénové sur deux est contaminé par des moisissures, le plus souvent non visibles*

Après le logement, l'école est le deuxième lieu de vie fréquenté par les enfants. Dans les écoles, la densité de mobilier importante, l'utilisation de produits pour les activités (colles, peintures, feutres, etc.) et le nettoyage fréquent des locaux peuvent avoir des répercussions sur la qualité de l'air intérieur et constituent des spécificités propres à ces bâtiments en comparaison des logements. Par ailleurs, l'utilisation de craie, la proximité d'axes de circulation et la forte activité des enfants (donc la remise en suspension des poussières déposées) sont des facteurs qui contribuent à la pollution particulière dans les salles de classe. Toutes ces spécificités ont motivé la conduite d'une campagne nationale de mesure, menée par l'OQAI entre 2013 et 2017, dans un échantillon de 301 écoles maternelles et

élémentaires, tirées au sort et représentatives des écoles de France métropolitaine.

La grande majorité des écoles respectent les valeurs guides réglementaires de qualité de l'air intérieur disponibles pour le formaldéhyde et le benzène<sup>4</sup>, et les valeurs limites nécessitant des investigations complémentaires et l'information du préfet de département ne sont jamais dépassées. Le dioxyde d'azote, marqueur de la pollution atmosphérique extérieure en l'absence de sources de combustion dans les bâtiments scolaires, n'est pas détecté dans un quart des écoles. Cependant, les résultats de cette campagne nationale mettent en avant quatre points d'attention. Tout d'abord, la pollution aux particules fines est omniprésente, avec des concentrations intérieures supérieures à la valeur guide proposée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) dans 96 % des écoles. Certains polluants, parmi lesquels des phtalates, utilisés comme plastifiants, des hydrocarbures aromatiques polycycliques, issus de phénomènes de combustion, notamment du trafic routier extérieur, et le lindane sont présents dans l'air de 100 % des salles de classe. La présence de plomb dans des peintures dégradées est observée à des concentrations supérieures à la limite réglementaire de 1 mg/cm<sup>2</sup> dans 15 % des écoles. Enfin, 40 % des écoles ont au moins une salle de classe dans laquelle le renouvellement d'air n'est pas satisfaisant au regard de l'occupation, avec un indice de confinement égal à 4 ou 5 sur une échelle de 5.

<sup>4</sup> Décret 2011-1727 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène



Mesure de la qualité de l'air intérieur  
au sein d'une salle de classe - ©OQAI-CSTB



Mesure de la qualité de l'air intérieur  
sur un lieu de travail - ©OQAI-CSTB

Alors que la surveillance réglementaire de la qualité de l'air intérieur est en place dans les crèches et les écoles, il convient de préparer les prochaines échéances et d'identifier les paramètres pertinents pour la surveillance à mener dans les autres lieux recevant du public. L'OQAI a ainsi été missionné par les pouvoirs publics pour réaliser des mesures dans trois types d'établissements spécifiquement ciblés pour l'échéance de 2023 : les établissements d'hébergement de personnes âgées, les unités de soin de longue durée et les établissements d'accueil d'enfants et d'adultes handicapés. Une centaine de ces établissements tirés au sort sont actuellement étudiés (2019-2020) afin d'obtenir de premières données relatives à la qualité de l'air intérieur et au confort dans ces lieux.

## FOCUS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR DANS LES BÂTIMENTS DE BUREAUX ET RELATIONS AVEC LA PERFORMANCE AU TRAVAIL

Dans les espaces de bureaux, 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 (COV), posent question sur une éventuelle spécificité de la pollution intérieure dans ces bâtiments. Dans ce contexte, et sachant que le temps passé dans ces lieux est important pour une large part de la population active, une campagne nationale de mesure a été menée par l'OQAI de 2013 à 2017. Des mesures de COV et aldéhydes (19 composés recherchés), de particules de diamètre compris entre 10 nm et 1 µm, de température, d'humidité relative et de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) ont été réalisées dans 129 bâtiments de bureaux, tirés au sort pour les deux tiers et sur une base de volontariat pour le tiers restant. Cinq espaces de travail ont fait l'objet des mesures dans chaque bâtiment.

Les premières exploitations des données montrent des concentrations intérieures globalement faibles pour les substances recherchées. La concentration médiane en formaldéhyde est égale à 14 µg/m<sup>3</sup>, à savoir inférieure aux médianes des concentrations dans les logements et les écoles. Des concentrations élevées en limonène (> 100 µg/m<sup>3</sup>) sont mesurées

dans 5 % des bureaux. De même, des concentrations en benzène supérieures à 10 µg/m<sup>3</sup> sont ponctuellement observées et sont, dans quasiment toutes les situations, liées à une concentration également élevée dans l'air extérieur, en zones urbaines denses. Certains bureaux (7 %) sont multipollués, avec une présence de tous les composés recherchés en concentrations plus élevées que dans l'ensemble de l'échantillon. Les exploitations se poursuivent pour identifier les facteurs contribuant à une mauvaise qualité de l'air intérieur dans certains espaces de bureaux.

Une qualité de l'air intérieur dégradée dans les espaces de bureaux est associée à une diminution de la performance des travailleurs. De nombreuses études ont été menées en conditions contrôlées. Elles ont démontré que la température, le taux de renouvellement d'air, le bruit ou l'éclairage pouvaient avoir une influence sur la rapidité à effectuer certaines tâches et/ou à les réaliser correctement. Ces facteurs ont aussi été associés au nombre d'arrêts de travail de courte durée. Une étude française examinant cette relation en condition réelle a été menée dans le cadre du projet européen OFFICAIR<sup>5</sup>. Ce projet (2011-2014) avait pour objectif l'étude de la qualité de l'air et du confort dans les immeubles de bureaux neufs ou récemment rénovés en Europe. Coordinée en France par l'OQAI, l'étude a montré que si les caractéristiques individuelles restaient les principaux déterminants de la performance au travail, les concentrations intérieures en xylènes et ozone mesurées en période estivale pouvaient avoir une influence<sup>6</sup>. Dans le cadre de ce projet, les occupants des bureaux enquêtés ont été interrogés sur la perception de leur espace de travail. Les principaux motifs d'insatisfaction des 1 190 répondants dans les 21 bâtiments français concernaient le bruit des autres occupants (54 % d'insatisfaits), l'air sec (48 %) et l'air confiné (46 %). S'agissant des symptômes sanitaires attribués au bâtiment, les plus fréquents étaient le mal de tête (31 % des répondants), les yeux secs (27 %), les yeux larmoyants ou irrités

5 Étude citée dans l'article de Fabien Squinazi : Bartzis J. and al. European collaborative project OFFICAIR (2014) "On the reduction of health effects from combined exposure to indoor air pollutants in modern offices".

6 Mandin C, Boerstra A, Le Ponner E, Cattaneo A, Roda C, Fossati S, Carrer P. Qualité de l'air intérieur et confort dans les espaces de bureaux, et relations avec la performance au travail. Volet français du projet OFFICAIR, Partie 2. Environnement, Risques & Santé 2017, 16: 565-574.



Enquête sur les liens entre perception de la qualité de l'air, du confort, et les effets sanitaires ressentis en environnement intérieur ©OQAI-CSTB

(21 %) et la gorge sèche ou irritée (21 %)⁷. La possibilité de pouvoir contrôler l'environnement intérieur (température, éclairage, etc.) est apparue comme favorisant une meilleure perception de celui-ci. De même, l'existence et l'efficacité d'une procédure de gestion des plaintes est associée à une meilleure perception de la qualité de l'air et du confort et à une diminution des effets sanitaires perçus dans le bâtiment et attribués à ce dernier.

## LA NÉCESSAIRE CONCILIATION DES ENJEUX SANITAIRES ET ÉNERGÉTIQUES

À l'heure où les enjeux du bâtiment s'inscrivent dans des priorités d'économie d'énergie, l'OQAI porte une attention particulière à la qualité de l'air et au confort des bâtiments neufs et réhabilités. En effet, l'amélioration des performances énergétiques des bâtiments, qui passe notamment par le renforcement de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe, ne doit pas se faire au détriment de la qualité de l'air intérieur. Ainsi, l'OQAI a engagé en 2012 un programme⁸ dédié à l'étude de la qualité de l'air intérieur et du confort dans les bâtiments neufs ou récemment rénovés. Les résultats portent à ce jour sur 72 logements et montrent des concentrations inférieures ou équivalentes à celles observées dans les logements français en 2003-2005, à l'exception de trois substances chimiques : l'hexaldéhyde, l' $\alpha$ -pinène et le limonène. Les facteurs associés à ces concentrations intérieures plus élevées n'apparaissent pas liés aux performances énergétiques des bâtiments mais à la présence de bois (ossature, parquet, mobilier et isolant) et aux produits d'entretien⁹. Dans ce même échantillon, un développement fongique actif est présent dans 47 % des logements contre 37 % pour le parc français en 2003-2005, ce qui signifie que près d'un logement neuf ou récemment rénové sur deux est contaminé par des moisissures, le plus souvent non visibles. Dans les bâtiments en construction, la suppression des fuites d'air parasites alors que la ventilation mécanique contrôlée (VMC) n'est pas encore en fonctionnement et que les fenêtres sont maintenues fermées, combinée à la

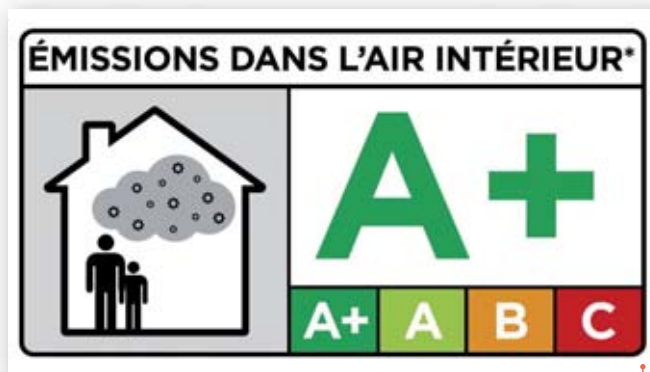
réduction des temps de séchage des matériaux, peut expliquer une forte humidité lorsque le bâtiment est mis hors d'eau-hors d'air¹⁰ ainsi que la présence de moisissures à réception. Dans les bâtiments rénovés, l'absence de prise en compte de la ventilation alors que l'étanchéité de l'enveloppe du bâtiment est renforcée limite l'évacuation de l'humidité générée par les occupants et leurs activités, et favorise ainsi le développement de moisissures.

L'augmentation des concentrations en radon dans les logements rénovés constitue un autre point de vigilance. En France, de vastes campagnes de mesure menées dans des zones géographiques à fort potentiel d'émission de radon par le sol ont montré que les maisons dans lesquelles un changement de fenêtres à des fins d'économie d'énergie avait été effectué présentaient des concentrations en radon statistiquement significativement plus élevées que les maisons sans changement de fenêtres¹¹. De telles observations ont également été notées dans d'autres pays (Suisse, Finlande, Lituanie et États-Unis).

## LES BONS GESTES ET LES MOYENS POUR RESPIRER UN AIR INTÉRIEUR DE BONNE QUALITÉ

Si des travaux de recherche restent nécessaires pour améliorer les connaissances sur les substances présentes dans l'air des bâtiments et sur leurs effets sur la santé, des bonnes pratiques à mettre en place et des outils existent d'ores et déjà pour améliorer les situations sans attendre.

L'amélioration de la qualité de l'air intérieur passe tout d'abord par l'utilisation de produits et de matériaux faiblement émissifs. Depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2013, les produits de construction et de décoration (revêtements de mur, de sol et de plafond, peintures et vernis, matériaux d'isolation, etc.) mis sur le marché français doivent obligatoirement porter une étiquette indiquant leur potentiel émissif en COV. Cet étiquetage est fondé sur les émissions de dix COV et des composés organiques volatils pris dans leur ensemble (indicateur « COV totaux »). Quatre classes indiquent le niveau d'émission des produits et vont de « A+ » (le produit émet très peu ou pas du tout) à « C » (le produit émet beaucoup ou les émissions n'ont pas été évaluées).



Étiquette indiquant la classe d'émission en composés organiques volatils d'un matériau ou produit de construction ou de décoration

7 Mandin C, Boerstra A, Le Ponner E, Roda C, Fossati S, Carrer P, Bluysen P. Perception de la qualité de l'air intérieur, du confort et de la santé dans les espaces de bureaux, et relations avec les caractéristiques techniques des bâtiments. Volet français du projet OFFICAIR, Partie 1. Environnement, Risques & Santé 2017, 16: 553-564.

8 <https://www.oqai.fr/fr/campagnes/fonctionnement-du-programme-oqai-bpe>

9 Derbez M, Wyart G, Le Ponner E, Ramalho O, Ribéron J, Mandin C. Indoor air quality in energy-efficient dwellings: levels and sources of pollutants. Indoor Air 2018, 28 ; 318-338.

10 Pose du toit et des menuiseries (portes et fenêtres)

11 Le Ponner E, Collignan B, Ledunois B, Mandin C. Déterminants des concentrations intérieures en radon dans les logements français. Environnement, Risques & Santé 2019, 18 ; 33-40.

À défaut d'étiquetage pour choisir les produits, il convient de respecter les consignes d'utilisation, qui requièrent souvent une aération plus importante des locaux pendant l'usage des produits. Il convient également de ne pas stocker de produits pouvant émettre des COV dans les espaces de vie, d'aérer correctement les locaux de stockage le cas échéant, et enfin d'être vigilant lors de l'utilisation de produits nocifs, inflammables, corrosifs ou toxiques (voir les symboles de danger sur les étiquettes).

*L'observation à l'échelle des parcs de bâtiments en situation d'occupation est un outil unique pour élaborer et ajuster les politiques publiques, engager les professionnels et sensibiliser le grand public*



Pictogrammes de danger sur les produits chimiques - ©INRS

D'autres actions sont également essentielles pour garantir la qualité de l'air intérieur. Ainsi, l'entretien régulier des équipements du bâtiment et des appareils à combustion pour le chauffage et la production d'eau chaude est nécessaire pour limiter les émissions de polluants tels que le monoxyde de carbone. La gestion des dégâts des eaux, des infiltrations d'eau et des remontées capillaires est aussi essentielle pour limiter la présence d'humidité et le développement des moisissures.

Le deuxième groupe d'actions pour l'amélioration de la qualité de l'air intérieur concerne l'aération et la ventilation. La présence de polluants ne pouvant être complètement évitée, il faut renouveler l'air pour les évacuer. Les systèmes de ventilation doivent être correctement dimensionnés, installés et maintenus. Les entrées d'air ne doivent jamais être obturées. Les prises d'air neuf des systèmes de ventilation mécanique doivent être éloignées de toute source de pollution extérieure (trafic routier ou rejet de parking souterrain si en façade, tour aéro-réfrigérante ou cheminée d'une chaufferie si en toiture). Les filtres doivent être régulièrement nettoyés et changés. Il convient de laisser un espace de 2 cm sous les portes pour permettre la circulation de l'air. Le site Internet <https://www.batiment-ventilation.fr/> rassemble les normes et guides relatifs

à l'évaluation de la ventilation dans les bâtiments résidentiels et tertiaires.

Enfin, l'utilisation d'appareils épurateurs d'air est la dernière solution qui peut être envisagée. Une grande vigilance est de mise lorsque de tels appareils sont introduits dans les bâtiments, soit dans les systèmes de ventilation, soit intégrés aux matériaux ou via des appareils autonomes. L'efficacité de ces systèmes et leur innocuité (non-émission de sous-produits de dégradation) sont à évaluer. Dans une expertise menée en 2017, l'Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses) considère que les connaissances scientifiques actuelles ne permettent pas de démontrer l'efficacité et l'innocuité des dispositifs d'épuration de l'air intérieur fonctionnant sur les principes de la catalyse ou photocatalyse, du plasma, de l'ozonation ou de l'ionisation<sup>12</sup>. La filtration mécanique traditionnelle des particules au niveau de l'entrée d'air du système de ventilation ou via un appareil autonome est efficace si le dispositif est correctement et régulièrement entretenu.

## CONCLUSION

L'observation à l'échelle des parcs de bâtiments en situation d'occupation est un outil unique pour élaborer et ajuster les politiques publiques, engager les professionnels et sensibiliser le grand public. Les connaissances sur les polluants présents dans l'air intérieur ont largement progressé ces dernières années et des avancées majeures ont été réalisées pour réduire les expositions à certaines substances chimiques. Des recherches sont encore nécessaires, et ce d'autant que le bâtiment est en constante évolution et que de nouvelles interrogations sont soulevées, en lien avec de nouveaux usages et de nouveaux produits, le changement climatique ou la réémergence des problématiques d'amiante à l'occasion des programmes de rénovation énergétique des bâtiments. Parallèlement, les acteurs privés se sont saisis de la problématique pour l'intégrer dans l'acte de construire des bâtiments et dans leur exploitation. Le développement croissant de capteurs miniaturisés et connectés de mesure de certains polluants devrait permettre d'assurer un suivi massif de la qualité de l'air dans les bâtiments, et ainsi d'alerter pour agir en cas de pollution. La qualité de l'air intérieur étant devenue un critère de performance des bâtiments, elle se place de plus en plus au cœur des préoccupations et des attentes sociétales en matière de protection de la santé.

## Pour plus d'informations :

<http://www.oqai.fr>

L'ouvrage « Qualité d'air intérieur, qualité de vie : 10 ans de recherche pour mieux respirer », publié en 2011 à l'occasion des 10 ans de l'OQAI aux Éditions CSTB.

<sup>12</sup> <https://www.anses.fr/fr/content/%C3%A9purateurs-d%E2%80%99air-int%C3%A9rieur-une-efficacit%C3%A9-encore-%C3%A0-d%C3%A9montrer>