

La pollution de l'air intérieur : de la connaissance à l'action

Par Nadia HERBELOT
ADEME

Nous passons plus de 80 % de notre temps dans des environnements intérieurs : logements, transports, travail, écoles, lieux de loisirs, etc. La connaissance et l'amélioration de la qualité de l'air intérieur constituent donc un enjeu majeur de santé publique.

Ce thème est d'ailleurs identifié comme prioritaire et emblématique du 4^{ème} Plan national Santé Environnement « Mon environnement, ma santé », dont les travaux d'élaboration sont en cours sous l'égide des ministères de la Transition écologique et de la Santé.

Néanmoins, les connaissances sur la qualité de l'air intérieur des différents environnements, ses déterminants et ses impacts sur les occupants sont encore parcellaires, malgré la montée en puissance de cette thématique sur les dix dernières années. Les recherches doivent donc se poursuivre afin de caractériser les situations et que chaque acteur puisse identifier les freins et les leviers pour mettre en œuvre des actions efficaces de préservation et d'amélioration de la qualité de l'air intérieur (QAI).

Un bref historique des travaux sur la connaissance de la QAI

Contrairement à l'air extérieur qui fait l'objet depuis de nombreuses années d'une surveillance réglementaire couvrant l'ensemble du territoire, la qualité de l'air intérieur ne faisait l'objet jusque dans les années 2000 que d'études ponctuelles.

La création de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) en 2001 par les ministères en charge de l'Écologie, de la Construction et de la Santé, avec l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), visait à combler ce manque et à améliorer les connaissances sur la pollution intérieure, ses origines et ses dangers, notamment grâce à des campagnes de grande ampleur.

Dans ce cadre, l'OQAI s'est focalisé sur la connaissance des lieux de vie les plus fréquentés (campagne Logements, 2003-2005⁽¹⁾), de ceux accueillant les populations les plus sensibles (campagne Écoles, 2011-2017⁽²⁾) ou de certains encore peu connus comme les immeubles de bureaux (campagne Bureaux, 2011-2016⁽³⁾). Par ailleurs, l'OQAI gère une base de référence sur les retours d'expérience concernant des bâtiments performants en énergie, neufs ou réhabilités, en se focalisant sur les aspects qualité de l'air intérieur et confort⁽⁴⁾.

Au-delà de la connaissance acquise à l'échelle des parcs de bâtiments, l'OQAI fournit aussi des éléments d'aide à la décision. À ce titre, l'OQAI a notamment réalisé, en lien avec l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) et l'Université Panthéon Sorbonne, une évaluation du coût socio-économique de la pollution de l'air intérieur⁽⁵⁾.

En parallèle et en complément des campagnes de l'OQAI, l'État finance des travaux d'amélioration des connaissances, notamment *via* des études confiées en direct à des structures comme l'Institut national de l'environnement et des risques industriels (INERIS⁽⁶⁾) – qui est par ailleurs à l'origine de la constitution du réseau RSEIN⁽⁷⁾ –, le CSTB ou l'Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS), ou encore par le biais de l'ADEME qui est impliquée de longue date sur cette thématique.

L'ADEME initie, soutient et promeut des actions dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable, domaines qui ont tous de fortes interactions, positives ou négatives, avec la qualité de l'air. À ce titre, elle pilote ou copilote notamment des programmes de recherche dédiés à la thématique de l'air, comme les programmes PRIMEQUAL (recherche interorganismes pour une meilleure qualité de l'air) et CORTEA

(1) <http://www.oqai.fr/ObsAirInt.aspx?idarchitecture=159>

(2) <http://www.oqai.fr/ObsAirInt.aspx?idarchitecture=158>

(3) <http://www.oqai.fr/ObsAirInt.aspx?idarchitecture=160>

(4) <http://www.oqai.fr/ObsAirInt.aspx?idarchitecture=157>

(5) http://www.oqai.fr/userdata/documents/449_Rapport_Cout_economique_PAL_Avril2014.pdf

(6) <https://www.ineris.fr/fr/recherche-appui/risques-chroniques/measure-prevision-qualite-air/air-interieur>

(7) <https://rsein.ineris.fr/>



Chambre environnementale Cp3, grâce à laquelle le laboratoire *ad hoc* du CSTB procède à l'analyse des performances environnementales des matériaux de construction et à celle de leurs émanations.

« La création de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) en 2001 par les ministères en charge de l'Écologie, de la Construction et de la Santé, avec l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), visait à combler ce manque et à améliorer les connaissances sur la pollution intérieure, ses origines et ses dangers, notamment grâce à des campagnes de grande ampleur. »

(connaissance et réduction des émissions de polluants dans l'air), ou des programmes sur d'autres thématiques abordant de manière intégrée les enjeux de la transition énergétique et écologique (programmes thèses, GESIPOL (Gestion intégrée des sites pollués), IMPACTS (Impacts des interactions entre polluants sur l'homme et son environnement) ou encore « Vers des bâtiments responsables à l'horizon 2020 »).

De nombreux projets portant sur la qualité de l'air intérieur ont été financés dans ce cadre, permettant ainsi d'améliorer les connaissances sur les émissions des produits de consommation courante, des matériaux de construction et des pratiques constructives, ainsi que les solutions de prévention et de traitement afférentes afin d'identifier les leviers d'action permettant aux différents acteurs d'agir en faveur de la qualité de l'air. Des états des lieux de ces travaux ont été restitués dans des ouvrages liés à la valorisation de ces travaux⁽⁸⁾ et plus récemment dans la lettre Recherche « ADEME&Vous » de juin 2019⁽⁹⁾.

(8) <https://www.ademe.fr/qualite-lair-interieur-nouveaux-batiments-matériaux-expositions-multiples-agents-biologiques>

(9) <https://www.ademe.fr/dossier/ademe/lettre-recherche>

Enfin, les avis et rapport émis par l'ANSES concernant l'élaboration ou la mise à jour de la valeur-guide des polluants de l'air intérieur ou d'états des connaissances et de recommandations afférentes viennent notamment compléter ce panorama⁽¹⁰⁾.

Des sources de pollution multiples aux effets souvent méconnus

Sources et polluants...

Les polluants de l'air intérieur proviennent de sources pouvant être classées en quatre catégories :

- matériaux : construction (murs, plafonds, isolants...), décoration (peintures, revêtements de sols...) ou ameublement ;
- équipements : appareils de combustion et installations de ventilation et climatisation mal entretenus ;
- occupants et leurs activités : tabagisme, ménage, cuisson, bricolage...

(10) <https://www.anses.fr/fr/content/avis-du-ces-evaluation-des-risques-li%C3%A9s-aux-milieux-a%C3%A9riens>

- sources externes : pollution de l'air extérieur et/ou du sol (radon dans les zones à risques⁽¹¹⁾, sols contaminés...).

L'ensemble de ces sources conduit à l'émission dans l'air intérieur de polluants :

- chimiques : monoxyde de carbone (issu essentiellement des appareils de combustion), composés organiques volatils, dont notamment le formaldéhyde et le benzène, (issus de multiples sources : désodorisants, meubles, colles, peintures, produits d'entretien...), composés organiques semi-volatils (émis *via* les plastifiants ou les retardateurs de flammes dans les canapés), pesticides, etc. ;
- biologiques : agents infectieux (pouvant se développer dans certains équipements de production d'eau chaude, dans des systèmes de ventilation mal entretenus, de climatisation) et des allergènes (émis par les moisissures, les animaux domestiques, les plantes...) ;
- particuliers (en particulier *via* les activités de bricolage, de cuisine ou de ménage ou l'utilisation de désodorisants combustibles, mais également du fait de l'entrée d'air extérieur pollué).

...et leurs effets

Ces polluants s'accumulent dans les environnements intérieurs et conduisent à des expositions, tout au long de la journée, dans les différents lieux de vie, à des cocktails potentiellement impactants pour la santé à plus ou moins long terme.

Outre les troubles de santé potentiellement associés à une mauvaise qualité de l'air intérieur, notamment les pathologies du système respiratoire (rhinites, bronchites...), l'exposition aux polluants de l'air peut également favoriser l'émergence de symptômes tels que maux de tête, fatigue, irritation des yeux, nausées... Certains polluants présents dans l'air intérieur sont même directement mortels (comme le monoxyde de carbone) ou reconnus comme cancérigènes (benzène, formaldéhyde, radon...). Des travaux récents suspectent également certains composants semi-volatils d'être des perturbateurs endocriniens ou d'avoir un impact neurocomportemental.

A *contrario*, une bonne qualité de l'air à l'intérieur d'un bâtiment a un effet positif démontré sur la diminution du taux d'absentéisme, le bien-être des occupants, ainsi que sur l'apprentissage des enfants.

Petit focus sur l'humidité : la vapeur d'eau ne constitue pas en tant que tel un polluant. Néanmoins un lieu de vie humide conduit au développement de moisissures préjudiciables non seulement pour la santé humaine, mais aussi pour celle du bâtiment !

La poursuite de l'acquisition de connaissances

Les connaissances sur les sources de pollution, leurs déterminants et les actions les plus appropriées pour préserver et améliorer la qualité de l'air intérieur sont encore

parcellaires, mais – heureusement – les recherches se poursuivent.

Analyse des émissions des désodorisants non combustibles et leurs impacts sur la santé, étude de l'efficacité du traitement antifongique des matériaux sur le long terme ou encore évaluation des performances de matériaux et équipements dépolluants : ce sont là autant de sujets en cours d'exploration dans le cadre de l'appel à projets CORTEA.

S'agissant de l'impact sur la santé humaine des polluants de l'air intérieur, un certain nombre de travaux concernent l'impact de ceux-ci pris isolément, mais aussi l'effet des mélanges de polluants. Citons, par exemple, l'impact sur la santé respiratoire d'aldéhydes étudiés en mélange, des polluants représentatifs de la qualité de l'air intérieur (dans le cadre de l'appel à projets IMPACTS de l'ADEME), ou l'impact des expositions environnementales aux produits de nettoyage et de désinfection sur la santé respiratoire des nourrissons et des très jeunes enfants en crèches (dans le cadre de l'appel à projets PNREST de l'ANSES).

L'évaluation des impacts en prenant en compte l'exposition quotidienne en fonction des budgets espace-temps des individus reste néanmoins encore un défi relevant de la recherche exploratoire.

Cela étant, même si l'acquisition de connaissances sur les sources, les impacts et les solutions doit se poursuivre, les connaissances disponibles à ce jour sont suffisantes pour affirmer sans attendre la nécessité d'agir sur l'ensemble des sources au niveau de tous les acteurs concernés afin de préserver la qualité de l'air intérieur et diminuer l'impact de la pollution sur la santé du bâti et de ses occupants !

Tous en action !

Réglementation et planification

L'action des pouvoirs publics sur la qualité de l'air intérieur est beaucoup plus récente que sur l'air extérieur. Ainsi, il n'existe pas, à ce jour, de cadre européen pour la qualité de l'air intérieur en miroir des directives sur la qualité de l'air extérieur.

Le 2^{ème} Plan national Santé Environnement (PNSE) 2009-2013 a permis plusieurs avancées importantes : étiquetage obligatoire des matériaux de construction et de décoration⁽¹²⁾, mesures spécifiques prises en faveur de la qualité de l'air intérieur dans certains ERP⁽¹³⁾, etc.

Ces actions se sont poursuivies et ont été complétées et renforcées dans le cadre du Plan d'action sur la qualité de l'air intérieur (PQAI⁽¹⁴⁾), qui, adopté en 2013, a été intégré au 3^{ème} PNSE 2015-2019 et décliné dans les plans régionaux Santé Environnement. Citons également le Plan

(11) <https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactivite-naturelle/radon/Pages/5-cartographie-potentiel-radon-commune.aspx#.XPUFbxpOLcs>

(12) <http://www.cohesion-territoires.gouv.fr/etiquetage-des-produits-de-construction>

(13) <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORF-TEXT000031052712&categorieLien=id>

(14) https://www.ecologique-solaire.gouv.fr/sites/default/files/Plan_QAI_23_10_2013.pdf

national d'action pour la gestion du risque lié au radon ⁽¹⁵⁾, également adossé au PNSE 3.

Lancée en 2019 par les ministres en charge de l'Environnement et de la Santé, l'élaboration du 4^{ème} PNSE, dont la qualité de l'air intérieur constitue la thématique prioritaire emblématique, sera l'occasion d'établir un bilan de ces différentes mesures et de prendre en compte les enjeux de la thématique considérée pour les années à venir.

Enfin, au-delà de ces documents de planification, différents textes (Codes de l'urbanisme et du travail, décrets et arrêtés, règlements sanitaires départementaux) viennent réglementer les exigences en matière d'aération des locaux (habitations et autres usages).

Les leviers d'action

Comme précédemment évoqué, les sources de pollution sont variées : émissions en provenance de l'extérieur, activités humaines à l'intérieur des locaux, matériaux de construction, mobiliers, produits de décoration, ou encore transferts gazeux des pollutions des sols vers les bâtiments. Limiter ces sources constitue le premier levier d'action pour éviter de dégrader la qualité de l'air intérieur.

Le renouvellement de l'air intérieur par de l'air « neuf » est le second levier d'action pour assurer une bonne qualité de l'air intérieur. La ventilation contribue à la préservation de la santé des occupants en évacuant les nombreux polluants qui peuvent s'accumuler dans l'air intérieur et prévient également l'excès d'humidité responsable de l'apparition de moisissures et de la dégradation du bâti.

Le traitement de l'air intérieur doit rester, quant à lui, réservé à des situations particulières et doit être pensé uniquement en complément des deux leviers précédemment cités. Dans tous les cas, il convient de s'assurer de l'efficacité des solutions identifiées au regard des polluants de l'environnement intérieur considéré et de leur innocuité (en particulier s'agissant de la potentielle formation de polluants de dégradation).

Les acteurs : tous concernés !

Au regard de la multiplicité des sources de pollution et de l'importance des enjeux en matière de qualité de l'air intérieur, tous les acteurs peuvent et doivent agir à leur niveau pour préserver et améliorer la qualité de l'air intérieur.

En premier lieu, l'ensemble des acteurs du bâtiment doivent être impliqués. C'est à ce titre que l'ADEME s'est engagée dans le développement, l'expérimentation et l'évaluation d'une méthode de management de projets sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments (méthode ECRAINS® « Engagement à construire responsable pour un air intérieur sain »). Cet outil repose sur des recommandations méthodologiques et techniques permettant de limiter les sources de pollution de l'air extérieures comme intérieures, du sol, et de maîtriser les systèmes et équipements. Il permet au maître d'ouvrage de définir

une ambition pour son projet à travers les prescriptions qu'il s'engage à mettre en œuvre au cours des différentes phases de la réalisation : diagnostic du site, programmation, conception, construction, réception et post-réception. La méthode vise l'habitat individuel et collectif, le tertiaire de bureau et les établissements recevant du public. Elle permet une approche globale pour passer d'une gestion curative à une approche préventive de la santé dans le bâtiment.

Au-delà de cette méthode complète, des actions peuvent être mises en œuvre pour prendre en compte la qualité de l'air intérieur aux différents niveaux de l'acte de construction ou de rénovation. Urbanistes, architectes, maîtres d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, entreprises de mise en œuvre, coordonnateurs en matière de sécurité et de protection de la santé, contrôleurs techniques : tous doivent considérer la question !

Bien évidemment, les entreprises productrices de produits de construction ou de consommation doivent intégrer la problématique de l'émission par leurs produits de polluants dans l'air intérieur, que ce soit sous l'impulsion d'exigences réglementaires, de démarches de labellisation, ou de leur propre initiative.

Les collectivités ont également un rôle à jouer dans les bâtiments placés sous leur responsabilité, du point de vue de leur construction ou de leur rénovation (voir *supra*), mais également afin d'analyser les comportements des publics concernés pour définir des solutions techniques ou d'accompagnement adaptées à chacun d'eux (notamment définir des stratégies de ventilation et d'aération en lien avec le mode d'occupation et le type de local).

Enfin, les particuliers peuvent agir pour préserver la qualité de l'air intérieur de leur logement : choisir des produits de construction et décoration A+, éviter l'usage des désodorisants d'intérieur (voire les supprimer), limiter l'emploi des produits d'entretien et aérer pendant et après leur utilisation, entretenir les appareils à combustion, etc. Au-delà de cette réduction des sources d'émission de ces polluants, la circulation d'air dans le logement constitue un enjeu majeur pour assurer une bonne qualité de l'air intérieur (entretien de la ventilation et aération quotidienne, même en présence d'une VMC). Des guides grand public édités notamment par l'ADEME ⁽¹⁶⁾ ou l'Agence Santé publique France ⁽¹⁷⁾ permettent de communiquer sur ces bonnes pratiques. Les conseillers médicaux en environnements intérieurs ⁽¹⁸⁾, intervenant généralement sur prescriptions médicales, constituent également des acteurs clés pour des situations le nécessitant.

(15) https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/plan_national_d_action_2016-2019_pour_la_gestion_du_risque_lie_au_radon.pdf

(16) <https://www.ademe.fr/air-sain-chez>

(17) <http://inpes.santepubliquefrance.fr/CFESBases/catalogue/pdf/1187.pdf>

(18) <http://www.cmei-france.fr/>