

techniques visant à réduire les émissions unitaires d'origine automobile par l'utilisation de carburants « moins polluants » et de moteurs plus « propres » seront, à l'évidence, insuffisantes. La véritable question est donc celle de la politique en matière d'aménagement urbain et pour complexe qu'elle soit, l'exigence actuelle de notre société nécessite de replacer la santé au cœur de cette question.

Philippe Quenel

Pollutions atmosphériques intérieures

Le champ de la pollution atmosphérique intérieure, tel qu'il est ici défini, concerne un large ensemble de lieux de vie : habitats individuels ou collectifs, bâtiments publics (écoles, crèches...), immeubles de bureaux, équipements de loisirs (piscines, cinémas, restaurants...), moyens de transports personnels (habitacles de voiture) ou collectifs (autobus, métro...), à l'exclusion des ateliers et autres locaux industriels. Si on considère l'ensemble de ces environnements intérieurs, il apparaît que les citoyens, dans leur majorité, passent environ 80 % de leur temps à l'intérieur de locaux, voire plus pour les jeunes enfants, les personnes âgées et les malades. En conséquence, l'exposition totale atmosphérique de ces personnes est largement gouvernée par celle subie dans les ambiances intérieures. Par ailleurs, des études ont montré que, pour de nombreux polluants, la qualité de l'air est souvent moins satisfaisante dans les bâtiments qu'à l'extérieur. Ce phénomène a été amplifié ces dernières années par l'utilisation croissante de matériaux synthétiques et de produits chimiques à usage domestique ainsi que par des mesures de réduction de la ventilation destinées à économiser l'énergie.

Les contaminants de l'air intérieur

Les principaux facteurs qui conditionnent la qualité de l'air d'un local sont liés à la nature et à l'intensité des sources d'émissions intérieure,

au taux de renouvellement d'air du local par ventilation et/ou infiltration, aux éventuels systèmes de traitement d'air mis en œuvre et enfin à la qualité de l'air extérieur.

Les contaminants de l'air intérieur

Les occupants et leurs activités

Le métabolisme humain et animal produit du dioxyde de carbone, de la vapeur d'eau, des particules viables (bactéries, virus...) ou inertes. Les animaux domestiques sont sources de parasites et d'allergènes puissants tels que les protéines de la salive de chat.

S'agissant des activités et du comportement des occupants, les principales nuisances sont dues :

- à l'utilisation de produits domestiques tels que ceux destinés aux soins corporels ou à l'entretien des locaux. Les activités de bricolage occasionnent diverses nuisances selon les produits utilisés, leur mode d'application et leur condition de stockage ;
- au tabagisme qui génère un ensemble complexe de plusieurs milliers de composés gazeux et particulaires qui atteignent les voies respiratoires profondes.

Les appareils de combustion domestiques

Ils sont utilisés pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire et la cuisson des aliments : les gaz émis sont principalement du monoxyde de carbone et des oxydes d'azote. D'autres polluants gazeux et particulaires sont également générés avec un facteur d'émission variable selon le combustible utilisé (fioul, bois, charbon, gaz...).

Les matériaux de construction et d'aménagement des locaux et les équipements connexes

Les matériaux sont à l'origine d'émissions de très nombreux composés organiques volatils. Ces émissions, tout en s'atténuant avec le temps, peuvent se prolonger pendant plusieurs mois. Leur caractérisation fait actuellement l'objet de développements importants, en liaison avec une évaluation sensorielle (irritations, odeurs) des ambiances intérieures. De plus, lorsque des flocages à base d'amiante ont été réalisés, des émissions de fibres sont à craindre, ce qui impose une surveillance de l'état de ces revêtements qui se dégradent avec le temps.

Les systèmes de traitement de l'air, mal conçus ou mal entretenus, peuvent devenir des foyers de développement d'agents biologiques et de dissémination dans l'ensemble des locaux. Les vide-ordures sont aussi une source potentielle de bio-contamination, selon leur conception, leur localisation et leur entretien.

Les contaminants sont de nature physique, chimique et microbiologique. Les principales sources de pollution qui affectent les ambiances intérieures peuvent être regroupées en trois grandes catégories : les occupants et leurs activités, les appareils de combustion domestiques, les matériaux de construction et d'aménagement ainsi que divers équipements liés au bâtiment. L'environnement atmosphérique intérieur est donc un univers dynamique caractérisé par un nombre important de sources polluantes dont les émissions sont soit continues, sans variation brutale d'intensité, comme celles dues aux matériaux, soit discontinues et irrégulières en intensité, en relation avec les activités humaines.

À ces pollutions endogènes, s'ajoutent celles liées à l'environnement extérieur. Les polluants atmosphériques extérieurs pénètrent dans les locaux par infiltration ou par le système de ventilation. Les variations temporelles des teneurs sont reproduites à l'intérieur avec un retard et un amortissement qui sont fonction du taux de renouvellement d'air et de la nature du polluant.

Certaines pollutions sont plus spécifiques, soit de l'habitat, soit des bureaux et locaux collectifs. Dans l'habitat, on retiendra d'abord les émissions des combustions domestiques, la présence d'allergènes d'origine biologique (acariens, blattes, chat) et, dans certaines régions, les émanations de radon par le sous-sol. Dans les locaux collectifs, outre le cas des flocages contenant de l'amiante, les points critiques sont généralement en relation avec la ventilation et les systèmes de traitement de l'air pour lesquels les dysfonctionnements résultent le plus souvent d'une mauvaise conception de l'installation ou de négligences au niveau de la maintenance.

Pour l'évaluation des expositions, quel que soit le bâtiment, les mesurages doivent s'effectuer avec des équipements tolérables par les résidents. Selon les objectifs, ceux-ci sont plus ou moins complexes mais le plus souvent les prélèvements restent limités dans le temps. Ceci souligne l'importance d'une stratégie de prélèvement particulièrement bien étudiée dont le choix aura des répercussions sur la représentativité des résultats. Pour quelques substances, le monitoring biologique est aussi une alternative qui permet de prendre en compte l'exposition globale de l'individu aux polluants considérés. Par ailleurs, quand des mesures

Les effets sur la santé

On distingue plusieurs catégories de problèmes :

- des dangers graves, voire mortels, à très court terme, par intoxication oxycarbonée ou par infection (légionellose, aspergillose). À noter les intoxications par le monoxyde de carbone responsables, chaque année en France, de très nombreux décès et de milliers d'hospitalisations ;
- des allergies d'origine biologique (acariens, poils de chat...) aggravées par d'autres substances telles que le dioxyde d'azote ou la fumée de tabac mal supportées par les sujets asthmatiques ;
- des réactions de gêne, d'inconfort ou de confinement, avec des nuisances olfactives, des irritations des yeux, du nez et de la gorge. Sont généralement dues à la température, l'hygrométrie, la vitesse de l'air, les bioeffluents, la fumée de tabac et certains composés organiques volatils ;
- des pathologies mal définies connues sous l'appellation de syndrome des bâtiments malsains qui se traduisent par des rhinites, des migraines, des irritations oculaires et cutanées ;
- des risques graves à long terme dont l'estimation reste parfois controversée. Ils concernent surtout des effets cancérogènes (cancer pulmonaire en particulier). La fumée de tabac, le radon, l'amiante sont incriminés.

d'exposition ne sont pas possibles une approche par un modèle préalablement validé peut être intéressante.

Les effets sur la santé

Du fait de la grande variété des polluants intérieurs et de l'intensité variable des émissions, les effets sur le confort et la santé sont divers dans leur nature et leur gravité. Au plan sanitaire, il s'agit, à court et moyen termes, de risques toxiques, infectants ou allergéniques et à long terme, de risques cancérogènes.

Globalement, il apparaît que pour un certain nombre d'effets les liens directs de causalité entre polluants et pathologies sont bien établis. C'est le cas pour les intoxications oxycarbonées, les légionelloses, les allergies induites par les acariens ou les chats, les pneumonies d'hypersensibilité et la fièvre des humidificateurs. Le problème est moins évident pour les troubles physiologiques ou sensoriels sans conséquence clinique immédiate. Dans ce dernier cas, les causes sont probablement plurifactorielles

et la contamination atmosphérique n'est sans doute qu'un des facteurs explicatifs. Des études s'imposent d'autant plus que la population affectée est importante et que ces pathologies, réelles, entraînent un absentéisme non négligeable.

La maîtrise des expositions

Elle nécessite la mise en œuvre de mesures techniques – radicales ou palliatives – et réglementaires ainsi que des actions d'information des décideurs, des professionnels et du public.

Les mesures techniques peuvent se classer en trois catégories : les actions sur les sources, les actions sur la ventilation et enfin le traitement et l'épuration de l'air. On comprend aisément que la réduction des émissions à la source soit plus efficace que la dilution par ventilation qui ne peut être exagérément élevée pour des raisons de coût énergétique et d'inconfort. En fait, les deux approches sont complémentaires et utilisées conjointement. Pour l'épuration de l'air, de nombreux produits et procédés ont été proposés sur le marché mais leur efficacité et leurs limites d'usage n'ont pas fait l'objet d'évaluations suffisantes.

En matière de réglementation, il existe peu de textes spécifiques à la qualité de l'air intérieur alors que les règles sont beaucoup plus précises pour la ventilation. Les réglementations sont relatives aux émissions (appareils de combustion domestiques), aux teneurs ambiantes admissibles (oxydes de carbone, formaldéhyde), à l'interdiction de fumer dans les lieux publics couverts et enfin aux restrictions d'emploi de certains produits (amiante, benzène). Pour la ventilation, les textes réglementaires définissent des débits d'air neuf minimaux à respecter ; les critères pris en compte sont les conditions habituelles d'occupation dans le cas des bureaux et le nombre de pièces pour l'habitat dans lequel la ventilation doit être générale et permanente.

L'importance des actions d'information du public doit être soulignée puisque de nombreux moyens de prévention relèvent de l'action personnelle des occupants notamment pour ce qui concerne le respect des systèmes de ventilation, l'usage convenable des locaux et les habitudes de vie (tabagisme, bricolage,...).

Les ambiances intérieures sont caractérisées par une poly-contamination physico-chimique

et microbiologique dont l'ensemble est à considérer en terme d'exposition et d'effet. Bien que d'importants travaux aient été effectués ces dernières années, de meilleures connaissances sont encore nécessaires dans les domaines de la caractérisation des sources d'émission, de l'évaluation des expositions des populations et des risques sanitaires. L'association d'équipes pluridisciplinaires est à encourager du fait que les problèmes à résoudre impliquent de réunir des compétences à la fois dans les domaines de la médecine, des mesurages physico-chimiques et microbiologiques, de l'épidémiologie mais aussi de l'architecture et de la ventilation.

Yvon Le Moullec

L'eau, un patrimoine à préserver

L'eau et, plus particulièrement la « ressource » en eau, est un patrimoine commun et marchand reconnu en ces termes par la loi de 1992. Elle fait l'objet de multiples usages plus ou moins compatibles, en tant qu'aliment, médicament, matière première, support de loisirs et des écosystèmes. Elle est soumise à un cycle naturel (à complément anthropique) qu'il convient de respecter au mieux : le milieu hydrique interagit avec les autres milieux (sol, air, végétation...) et les différentes catégories d'eau (ressources souterraines ou superficielles, eaux de loisirs, eau de distribution) sont interdépendantes et en interactions permanentes, affectées par les déchets solides ou liquides qui font finalement la qualité des ressources en eau brute.

Le danger sanitaire est avant tout d'ordre microbien (bactérien, viral ou parasitaire) ; il est réel, assez bien connu, le plus souvent d'origine fécale (humaine ou animale) et se manifeste à court terme. Trois voies de contamination sont alors possibles : l'ingestion (se traduisant par exemple par des gastro-entérites, des (para) typhoïdes, des hépatites, le choléra...), le contact cutané pour les eaux de loisirs (affections cutanées par papillomavirus, champignons inférieurs, bactéries ou mycobactéries) et l'inhalation (légionellose par exemple). Les dangers liés aux contaminants chimiques sont plus mal connus, susceptibles de s'exprimer à court ou