

Polluants de l'air intérieur, encore de nombreuses zones d'ombre

Nos connaissances dans le domaine de la pollution intérieure sont beaucoup moins précises qu'en ce qui concerne la pollution extérieure.

Cela provient d'au moins à trois raisons. La première tient à ce qu'historiquement, l'origine des polluants était manifestement extérieure, les ambiances intérieures n'étant, *a priori*, contaminées qu'à travers elle. La deuxième est que la pollution intérieure est de nature plus complexe du fait de la diversité des sources, qui varient d'un local à un autre. Un capteur de pollution extérieure situé en zone urbaine représente l'exposition d'un grand nombre de personnes, tandis qu'un logement ou tout autre local constitue un micro-environnement particulier dont l'étude métrologique ne peut être extrapolée aux autres logements du quartier. Enfin, dans la troisième intervient la notion d'espace privatif, qui complique les investigations.

Malgré ces difficultés, cette thématique a connu, au cours des vingt dernières années, un développement rapide, notamment du fait de la création d'organismes institutionnels dédiés : l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) en 1999, l'Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses) faisant suite à l'Agence française de sécurité sanitaire (Afsset créée en 2000), Santé publique France succédant, entre autres, à l'Institut de veille sanitaire (InVS) créé en 1998.

Nous nous focaliserons sur les logements mais évoquerons, dans le domaine des établissements recevant du public, le cas des locaux scolaires. Nous laisserons de côté la pollution d'origine professionnelle dont la diversité se prête mal à une présentation synthétique.

Les polluants se divisent, par leur nature, en quatre groupes : polluants chimiques, polluants physiques, polluants microbiologiques et polluants radioactifs.

Polluants chimiques

Ils ont pour origine d'une part l'équipement et l'entretien de la maison, d'autre part l'activité de ses occupants.

En ce qui concerne les polluants émis par l'équipement, on citera le formaldéhyde émis par les mousses urée-formol des cloisons, par les meubles encollés et certaines colles à moquette ou revêtements de sol, dans les mois suivant leur livraison, les retardateurs de flamme contenus dans certains canapés, ou encore le bisphénol A et autres modificateurs endocriniens issus des plastiques.

Les produits d'entretien, qui libèrent des composés organiques volatils (COV), c'est-à-dire en suspension dans l'air à température ambiante, se sont multipliés dans le logement d'aujourd'hui. Ceux qui sont présentés sous forme d'aérosols sont plus facilement aéroportés

et maintenus en suspension dans l'air ambiant. Ils ont attiré l'attention des organismes de protection des consommateurs [1, 21], qui proposent en substitution des produits labellisés peu émetteurs ou des produits traditionnels tels que le vinaigre blanc ou le bicarbonate de soude. Leurs effets sur la santé sont mal connus, pour certains potentiellement mutagènes, reprotoxiques et cancérigènes, en tout cas irritatifs à forte concentration. On en rapproche les encens, parfums d'intérieur et bougies parfumées qui émettent notamment par leur combustion du benzène à haute concentration. À ranger également dans cette catégorie les huiles essentielles qui sont, de façon paradoxale, promues pour leur capacité à purifier l'air... alors qu'y sont ajoutés des produits chimiques qui, bien qu'étant naturels, ont les mêmes effets délétères sur l'organisme humain que les produits synthétiques.

Parmi les polluants chimiques, le monoxyde de carbone ou CO occupe une place particulière. Il est produit lors d'une combustion incomplète et s'accumule si l'air de la pièce n'est pas suffisamment renouvelé, conduisant à une intoxication. On a relevé en France, en 2016-2017, 1 000 cas d'intoxication et 100 décès. La prévention passe par un bon réglage des appareils de combustion, usage limité des chauffages d'appoint et une bonne ventilation des locaux.

Tout différent est le dioxyde de carbone (CO₂), gaz produit notamment par la respiration humaine et témoin du confinement des locaux densément occupés, notamment les locaux scolaires. Ce gaz n'a pas d'effet sur la santé, sauf à très forte concentration, mais sa présence témoigne d'un renouvellement insuffisant de l'air des locaux, ce qui peut conduire à l'accumulation dans ces locaux des polluants générés, notamment en milieu scolaire, par les composés organiques volatils.

Enfin, le tabagisme occupe une place particulière par le nombre extrêmement élevé, proche de 4 000, et la diversité des composés chimiques renfermés dans les cigarettes. Son retentissement sur l'environnement est tel, en matière de COV et de particules, qu'il masque le rôle des autres aérocontaminants.

Polluants particulaires

Ils sont représentés par les particules en suspension, classées en fonction de leur diamètre en particules grossières (plus de 10 micromètres ou μm), particules inhalables (moins de 10 μm), particules fines (moins de 2,5 μm) et particules ultrafines (moins de 0,1 μm). Toutefois, ce mode d'expression des résultats est critiquable car une particule est d'autant plus réactive chimiquement que sa surface de contact avec le milieu

Denis Charpin

Unité de pneumologie, groupe hospitalier de la Timone, Aix-Marseille université, Association pour la prévention de la pollution atmosphérique

Les références entre crochets renvoient à la Bibliographie générale p. 56.



ambiant est plus grande. À poids égal, un grand nombre de particules ultrafines a donc une réactivité chimique supérieure à celle d'un petit nombre de particules de plus grande taille.

Dans le logement, les sources de particules sont représentées par l'air extérieur, les appareils de combustion, les activités de cuisine, les cheminées et le tabagisme. Dans les pays en développement, le chauffage et la cuisine des habitations primitives sont assurés par l'utilisation de combustibles tels que les débris végétaux, le charbon de bois et les déjections animales. La combustion est de mauvaise qualité et l'évacuation des fumées ne se fait pas par une cheminée, d'où une exposition massive et prolongée des occupants aux aérocontaminants. Les conséquences sanitaires de cette exposition aux produits de combustion de la biomasse sont majeures : multiplication des pneumonies chez l'enfant, apparition d'asthme, de broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO), de cancer bronchique et dilatations de bronches [33, 67]. Dans les pays développés, les conséquences sanitaires d'une exposition aux particules de l'air intérieur sont encore mal connues. On a montré qu'elle influence le cours évolutif de l'asthme et de la BPCO.

Polluants microbiologiques

Ils sont représentés par les acariens, les moisissures, les blattes et les animaux de compagnie.

L'établissement d'un lien entre l'exposition à ces polluants microbiologiques et l'impact sanitaire est difficile car on les trouve bien souvent conjointement dans les logements du fait que l'excès d'humidité représente un facteur de risque commun au développement des trois premiers (tableau 1).

Acariens de la poussière de maison

Ils prolifèrent dans un logement bien chauffé, entre 20 et 25 °C, dont l'humidité relative est voisine de 75 à 80 %. On les trouve notamment dans les objets rembourrés et la literie. Ils émettent des particules fécales qui renferment l'essentiel des allergènes et induisent chez les patients allergiques une synthèse

d'immunoglobulines E ou IgE. Chez le patient allergique aux allergènes acariens, l'exposition à ces allergènes a un impact négatif tant au plan clinique, spirométrique que sur celui des besoins médicamenteux. Pour autant, les études d'éviction (prévention secondaire) se révèlent décevantes [17, 35, 45] et les sociétés savantes ne recommandent plus la mise en œuvre des mesures d'éviction physique et/ou chimiques classiques. Ce résultat décevant peut tenir à plusieurs facteurs : des procédures d'éviction pas assez efficaces pour abaisser substantiellement les taux allergéniques, la présence d'autres aérocontaminants mal pris en compte dans l'éviction, ou une hétérogénéité génétique parmi les patients sensibilisés à ces allergènes. Des personnels spécialisés, les conseillers habitat-santé ou conseillers en environnement intérieur, disponibles dans certaines régions et mobilisés à la demande du médecin, réalisent un audit environnemental du logement et doivent aider les propriétaires à corriger des défauts du bâtiment, bien souvent à l'origine de l'excès d'humidité.

Un débat existe aujourd'hui quant à l'intérêt de mesures d'éviction des acariens à mettre en place avant la naissance d'un bébé, quand les parents sont allergiques (prévention primaire). Les études réalisées dans ce domaine ne sont pas probantes.

Moisissures intérieures

On les trouve dans 15 % à 20 % des logements en France mais 5 % en renferment plus de 1 m².

Les zones géographiques les plus concernées sont les régions humides à climat doux car un air chaud contient davantage de vapeur d'eau qu'un air plus frais.

Le mode d'action des moisissures sur l'homme n'est pas univoque : à côté du mécanisme allergique lié à la présence d'allergène sur les spores et le mycélium, on a identifié un mécanisme irritatif lié à la présence dans la paroi fongique de substances pro-inflammatoires et aussi un mécanisme toxique en relation avec la production, par le métabolisme de certaines moisissures hydrophiles, de mycotoxines. Encore davantage que dans le cas des allergènes acariens, la présence de moisissures relève le plus souvent d'un défaut du bâti.

tableau 1

L'excès d'humidité favorise la production d'aérocontaminants de natures diverses

Humidité = expositions multiples

Moisissures

- spores et antigènes fongiques
- glucanes
- composés organiques volatils microbiens
- mycotoxines

Bactéries

- Gram - : endotoxines
- Gram + : peptidoglycane

Composés organiques volatils

Allergènes

- acariens

L'impact sanitaire lié à l'exposition aux moisissures du logement a donné lieu à de nombreuses études épidémiologiques transversales et longitudinales sous la forme de suivi de cohortes. Leurs résultats ont été synthétisés dans plusieurs méta-analyses publiées successivement au cours des années 2000 [24, 56, 85]. Ces méta-analyses (tableau 2) elles-mêmes ont amené les institutions à publier des rapports qui ont vocation à être pris en compte par les décideurs (tableau 3).

Les procédés de décontamination doivent être rigoureux pour ne pas propager dans le logement les moisissures

et les substances qui les accompagnent et pour ne pas exposer les personnes qui décontaminent (tableau 4). Le financement des travaux de réhabilitation peut bénéficier d'aides publiques.

Blattes ou cafards

On les trouve dans les immeubles mal entretenus, surtout si de la nourriture traîne dans la cuisine et si le logement est humide. La carapace de l'animal renferme des allergènes qui induisent de la rhinite ou de l'asthme allergique. La prise en charge comporte, outre des

tableau 2

Méta-analyse concernant l'association entre présence de moisissures dans le logement et différents indicateurs de santé respiratoire

	Population	Nombre d'études réalisées	Risque relatif [intervalle de confiance à 95 %]
Symptôme ORL	Tous	13	1,70 [1,44 ; 2,00]
Toux	Tous	18	1,67 [1,49 ; 1,86]
	Adultes	6	1,52 [1,18 ; 1,96]
	Enfants	12	1,75 [1,56 ; 1,96]
Sifflements	Tous	22	1,50 [1,38 ; 1,64]
	Adultes	5	1,39 [1,04 ; 1,85]
	Enfants	17	1,53 [1,39 ; 1,68]
Asthme actif	Tous	10	1,56 [1,30 ; 1,86]
Asthme dans la vie	Tous	8	1,37 [1,23 ; 1,53]
Apparition d'un asthme	Tous	4	1,34 [0,86 ; 2,10]

La 4^e colonne indique le risque relatif (et son intervalle de confiance à 95 %) d'être atteint de tel ou tel symptôme ou maladie si l'on occupe un logement contaminé par les moisissures par rapport à une personne occupant un logement non contaminé.

Source : Fisk, Indoor Air 2007 [24].

tableau 3

Présence de moisissures et survenue d'effets sur la santé

- Développement d'asthme (enfant)
- Exacerbation des symptômes de l'asthme (enfant)
- Incidence augmentée de l'asthme dans les bâtiments ayant connu des dégâts des eaux (adultes sur le lieu de travail)
- Rhinite allergique
- Altération de la fonction cognitive chez l'enfant pour des expositions sur plus de deux ans dès la naissance
- Pas de conclusion sur le syndrome du bâtiment malsain

Source : Moisissure dans le bâti, Anses, juin 2016.

tableau 4

Évaluation de la contamination fongique : observation de l'étendue des surfaces moisissées cumulées dans les pièces d'habitation (hors cave, grenier, garage...)

< 0,2 m ² (équivalent à 3 feuilles A4)	0,2-3 m ²	> 3 m ²
Niveau faible de contamination	Niveau moyen de contamination	Niveau élevé de contamination
Nettoyage par le particulier sauf pour les personnes atteintes de pathologies respiratoires chroniques et immunodéprimées	Nécessite une intervention de remédiation, de préférence par un professionnel du bâtiment	Nécessite une intervention de remédiation, par un professionnel labélisé

Source : Moisissure dans le bâti, ANSES, juin 2016.



médicaments antiallergiques et/ou antiasthmatiques, l'éviction des blattes, qui passe par des mesures de décontamination, à la fois et en même temps dans les parties communes des immeubles et dans les différents appartements.

Animaux de compagnie

On dénombre en France 11 millions de chats et 9 millions de chiens. Les premiers sont plus allergisants. Ils peuvent provoquer chez le sujet allergique de l'asthme et de la rhinite. Il n'y a pas de mesure environnementale efficace qui peut permettre à une personne allergique à l'animal de le tolérer s'il reste au domicile. Les petits rongeurs tels que rat, souris, gerbille, cobaye, etc. sont aujourd'hui très populaires mais peuvent induire une réaction allergique après quelques semaines seulement de contact.

La question de savoir si la présence d'un animal au domicile de bébé peut induire, ou au contraire limiter, le risque de voir se développer une allergie n'est aujourd'hui pas tranchée. D'une manière plus générale, particulièrement dans le domaine de l'allergie alimentaire, le paradigme actuel est celui de l'induction d'une tolérance par un contact précoce (« fenêtré d'exposition ») avec l'allergène plutôt que l'éviction, dont on a vu les limites.

Polluants radioactifs

Le radon est un radioélément provenant de la dégradation de l'uranium présent dans l'écorce terrestre, tout particulièrement dans les sols granitiques et volcaniques. De ce fait, on le trouve en France en Bretagne, dans le Massif central, les Alpes et les Pyrénées et le massif

de l'Esterel. Il peut s'infiltrer dans les logements, sous forme gazeuse, par l'intermédiaire de pores et fissures dans le sol ou par l'intermédiaire des eaux souterraines, et contaminer le logement.

L'impact sanitaire est constitué essentiellement par le risque de cancer du poumon. Dans les zones géographiques concernées, on estime que 20 % des cancers du poumon relèvent de ce facteur de risque [2].

Le dépistage est facile, par l'intermédiaire d'un dosimètre commandé sur un site, laissé en place dans le logement pendant deux mois puis renvoyé à une société qui effectue le dosage. Le particulier peut, pour faire cette évaluation, se procurer le dosimètre auprès d'une des trois sociétés (Algade, Pe@ri et Radonova) ou faire venir à son domicile un organisme agréé (dont la liste se trouve sur le site de l'Autorité nationale de sûreté nucléaire) qui effectue le dosage. Son prix est de l'ordre de 25 euros.

S'il y a présence de radon, il faut procéder à des travaux d'étanchéification du sol de la maison.

Conclusion

Les connaissances concernant les polluants de l'air intérieur ont explosé au cours des vingt dernières années mais il reste encore de nombreuses zones d'ombre, en particulier l'action conjuguée des différents polluants (« effet cocktail »), la caractérisation des particules et leur effet spécifique en fonction de la composition chimique, le développement d'indicateurs biologiques d'exposition, les interactions entre génétique et environnement, et le vaste domaine de la gestion technique et sociétale de l'habitat insalubre. ➤

Le stress, les risques psychosociaux et la qualité de vie au travail

Des concepts au cœur de la prévention et de la promotion de la santé

Edith Salès-Wuillemin
Professeure de psychologie sociale et du travail, université Bourgogne Franche-Comté, Laboratoire Psy-DREPI, psychologie : dynamiques relationnelles et processus identitaires, Groupe Qualtra : qualité de vie au travail : recherche, diagnostic, formation

Lorsque le travail est source de souffrances physiques (par exemple troubles musculo squelettiques ou TMS), de difficultés cognitives (fatigue intellectuelle...), de troubles affectifs (irritabilité...) et comportementaux (hyperactivité...), il se retrouve au cœur de la santé publique, de la prévention du stress et des risques psychosociaux (RPS). La comparaison entre deux enquêtes menées en France (figure 1) la première pour l'Anact (Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail) en 2009 [58]; la deuxième en 2017 par Stimulus, observatoire de la santé psychologique [82] – montre l'ampleur du problème. Apparaissent une nette augmentation du nombre de salariés se déclarant

très stressés (1/10 en 2009 contre 1/4 en 2017) et une diminution de ceux qui se disent peu ou pas stressés (6/10 en 2009 contre 1/2 en 2017).

Dans une démarche de prévention de la santé au travail, la Haute Autorité de santé (HAS) et l'Anact préconisent de mesurer l'impact des conditions de travail (réorganisation des structures de travail, rationalisation des coûts...) sur la santé physique et mentale des individus. Des outils d'autodiagnostic et un accompagnement sont proposés. Plus récemment, une ouverture sur la qualité de vie au travail (QVT) oriente la démarche vers une politique de promotion de la santé au travail [48, 49, 59].