

## L'environnement intérieur : une multi-exposition

**Fabien Squinazi**  
Médecin biologiste,  
président  
de la commission  
spécialisée  
Risques liés  
à l'environnement  
(CSRE), HCSP

La notion d'« environnement intérieur non industriel » recouvre l'ensemble des espaces clos, publics et privés, où un citoyen passe la majorité de son temps (entre 80 et 90 %). Elle concerne l'habitat, les établissements recevant du public, les immeubles de bureaux et les moyens de transport. Ces espaces clos exposent leurs occupants à plusieurs agents environnementaux, de nature physique, chimique ou biologique. Les actions proposées dans les trois premiers plans nationaux santé-environnement (PNSE) avaient pour objectif de réduire l'exposition aux polluants intérieurs et/ou l'incidence des pathologies liées à ces polluants, mais aussi de protéger la santé des populations vivant dans des habitats dégradés. Un bilan de ces actions, selon les indicateurs retenus, est présenté dans cet article.

Les polluants retenus, pour cette thématique de l'environnement intérieur, sont présents dans l'air, l'eau, la poussière des espaces clos et exposent les occupants *via* un contact cutané ou oculaire, une inhalation ou une ingestion (activité main-bouche). Afin de réduire les expositions à ces polluants et les maladies qui leur sont associées, diverses actions en santé-environnement ont été menées au travers des PNSE.

En matière de pollution de l'air intérieur, ces actions, soutenues par la surveillance réglementaire de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant un public sensible (loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement), se sont portées sur la réduction des expositions dans les bâtiments accueillant des enfants. Ces actions ont aussi concerné les réseaux intérieurs de distribution d'eau dans les bâtiments, qui peuvent être le lieu de prolifération bactérienne, en particulier de *Legionella* spp., et de génération d'aérosols contaminés. Les actions des PNSE, soutenues par la surveillance réglementaire des légionelles dans les installations des établissements recevant du public (arrêté du 1<sup>er</sup> février 2010), avaient pour objectif de maîtriser la qualité sanitaire de l'eau distribuée et de réduire l'incidence de la légionellose, maladie à déclaration obligatoire depuis 1987.

Un plan d'action sur le plomb a porté sur l'exposition aux poussières, provenant principalement de sites pollués extérieurs ou de la dégradation d'anciennes peintures au plomb (utilisées jusqu'en 1949, voire 1975), et l'eau distribuée par des canalisations riches en plomb (conduites ou soudures), si l'eau est agressive. Il impliquait également les expositions accidentelles à des

aliments en contact avec des céramiques artisanales ou cultivés sur des sols pollués, à certains remèdes ou cosmétiques traditionnels. Ce plan d'action visait à abaisser le niveau de plombémie de la population et à dépister le saturnisme chez l'enfant et la femme enceinte.

### Les enfants passent 25 % de leur temps à l'école

La vulnérabilité de l'enfant aux polluants de l'air est due à une combinaison de facteurs physiologiques, environnementaux et comportementaux. Ses poumons, ses organes et son cerveau sont en pleine maturation et beaucoup plus sensibles aux réactions inflammatoires générées par le contact avec ces polluants. Un enfant a une fréquence de respiration plus rapide qu'un adulte, au moins multipliée par deux, ce qui crée une inhalation plus importante de polluants de l'air. Dans les lieux de garde et d'enseignement, les enfants sont exposés aux polluants provenant de l'extérieur du bâtiment, aux composants des espaces clos et aux produits d'entretien et fournitures scolaires.

Les résultats de deux grandes études, durant la période des trois PNSE, nous ont permis de mieux comprendre les niveaux d'exposition aux polluants de l'air intérieur dans les lieux collectifs accueillant des enfants. La première étude correspond aux campagnes réglementaires (résultats de 1009 établissements jusqu'au 1<sup>er</sup> janvier 2019) de mesure du formaldéhyde, du benzène et du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), et éventuellement du perchloréthylène pour les établissements contigus à un pressing. La deuxième étude est la campagne nationale de mesure d'une grande diversité de polluants (71 recherchés), menée entre 2013 et 2017 par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) dans un échantillon, représentatif en France métropolitaine continentale, de 301 écoles maternelles et élémentaires, réparties dans 31 départements. Il n'existe, en revanche, aucune information sur les résultats des autoévaluations de la qualité de l'air et des plans d'action des établissements, selon le décret n° 2015-1000 du 17 août 2015.

Dans ces lieux collectifs d'accueil des enfants, la valeur-guide réglementaire du formaldéhyde était dépassée pour 14,5 % des mesures réalisées (17 % pour la campagne OQAI) et celle du benzène pour 8,2 % des mesures réalisées (14 % pour la campagne OQAI). Les sources de formaldéhyde (polluant d'origine intérieure) concernaient l'introduction d'un mobilier neuf ou l'usage de produits d'entretien, et les sources de benzène (polluant principalement

## Le radon, un sujet encore méconnu

Le radon est un gaz radioactif d'origine naturelle particulièrement présent dans les sous-sols granitiques et volcaniques. Via son accumulation dans les environnements intérieurs, il constitue la principale source d'exposition de la population française aux rayonnements ionisants et le deuxième facteur de risque de cancer du poumon après le tabac. Trois mille décès par an lui sont attribuables en France (avec des variations par région), soit 10 % des décès par cancer du poumon. Un effet amplificateur tabac/radon a par ailleurs été mis en évidence.

La prise en compte du risque lié au radon n'a pas été impulsée par le Plan national santé-environnement (PNSE), mais par une politique nationale dédiée antérieure et soutenue par une dynamique européenne. Les premières actions remontent aux années 1980 (campagnes de mesure dans l'habitat, études épidémiologiques françaises sur les travailleurs des mines d'uranium), la première réglementation nationale radon à 2004, le premier plan interministériel à 2005. Les quatre plans radon successifs ont été d'importants moteurs ; plus que les PNSE, ils restent à ce jour la référence pour les acteurs de la thématique.

Pour autant, les PNSE ont su s'inscrire en complémentarité avec la réglementation – en priorisant les actions vers l'habitat, secteur peu réglementé – et avec les plans interministériels radon – en inscrivant le radon dans l'approche plus globale de la qualité de l'air intérieur. On note également le rôle majeur des plans régionaux santé-environnement dans la mise en œuvre d'actions locales concertées

de sensibilisation de la population et des acteurs, de mesures, de formation, etc. ciblant les zones à risque.

Les travaux réalisés dans le cadre du plan national radon ont permis d'affiner progressivement la cartographie des zones à risques à l'échelle départementale puis communale, en particulier grâce à l'étude des formations géologiques à potentiel d'émanation de radon. La réglementation concernant certains établissements recevant du public (ERP) a par ailleurs été renforcée dans les communes à risque, ainsi que celle concernant la protection des travailleurs.

Si, à l'échelle des établissements, les travaux obligatoires permettent la réduction des expositions, aucune évolution notable n'est encore constatée à l'échelle nationale en termes de réduction des expositions de la population ou d'impact sanitaire, du fait notamment de l'étalement dans le temps de la réalisation des mesures, puis des travaux, dans les ERP. Les pourcentages de résultats des mesures supérieurs aux niveaux d'action y sont restés globalement comparables entre 2005 et 2014, autour de 20 % pour le seuil de 400 Bq/m<sup>3</sup> (becquerels par mètre cube) et de 7 % pour le seuil de 1 000 Bq/m<sup>3</sup>. De la même manière, la part attribuable au radon dans la mortalité par cancer du poumon reste stable entre 2004 et 2018.

Malgré la robustesse et l'ancienneté des connaissances scientifiques disponibles sur les impacts sanitaires et les efforts de communication réalisés, le radon reste un sujet méconnu et peu pris en compte par le grand public et l'ensemble des acteurs (professionnels, médias...). Et ce

particulièrement dans l'habitat, qui est pourtant un milieu d'exposition majeur. Outre la faiblesse du dispositif réglementaire pour les habitations, l'absence de formation, de reconnaissance et de valorisation financière sur le diagnostic et les travaux de remédiation au radon induit une faible mobilisation des professionnels du bâtiment. Les professionnels de santé se focalisent sur le cancer du poumon lié au tabac. Quant à l'intégration dans les politiques locales des collectivités, notamment les plans locaux de l'habitat, elle est très élu-dépendante. Enfin, les moyens financiers ne permettent pas le déploiement de campagnes de sensibilisation et de mesure d'envergure, ni l'aide financière aux particuliers ayant des travaux conséquents à réaliser sur leur logement.

La commission du HCSP qui a travaillé sur l'évaluation des trois premiers PNSE a identifié différentes pistes d'amélioration, notamment : réduire les risques à la source en fixant des exigences réglementaires à la construction, aider au financement des travaux pour les ménages, poursuivre le décroisement du sujet « radon » avec l'ensemble des professionnels concernés, poursuivre les actions de sensibilisation des professionnels de santé, des professionnels du bâtiment et de la population. Compte tenu des données scientifiques, des actions conjointes tabac-radon ou précarité énergétique-radon semblent par exemple très pertinentes du point de vue de la santé publique. Elles permettraient une meilleure mise en synergie avec les autres stratégies nationales de santé (cancer, lutte contre le tabac, réduction des inégalités sociales de santé...). ▮

### Anne Vidy

Pilote régionale des politiques et actions de santé publique et environnementale, agence régionale de santé Bretagne

Merci à Béatrice Gautier-Grall et Laurine Tollec (ARS Bretagne, direction adjointe Santé-environnement) pour leur expertise et leur relecture.

d'origine extérieure) la proximité du trafic automobile ou d'un parking.

Mais le fait le plus marquant était que près des deux tiers des mesures de CO<sub>2</sub>, traceur du renouvellement de l'air des locaux, révélaient un confinement élevé

de l'air des salles occupées par les enfants (pour la campagne OQAI, 84 % des écoles élémentaires et 51 % des écoles maternelles avaient au moins une salle de classe avec un confinement élevé). L'OQAI notait que, dans trois quarts des écoles étudiées, il n'existait pas

de système spécifique de ventilation, mécanique ou naturelle, la seule possibilité de renouveler l'air étant l'ouverture des fenêtres. Un renouvellement de l'air insuffisant se traduit par des difficultés de concentration, une sensation de mal-être, des maux de tête et une fatigue anormale. Il favorise aussi l'accumulation des polluants intérieurs et des agents infectieux aéroportés. La campagne nationale de l'OQAI montre ainsi la présence constante de composés organiques volatils, dont les aldéhydes, et de composés organiques semi-volatils (phtalates, pesticides, hydrocarbures aromatiques polycycliques). La valeur-guide du dioxyde d'azote est dépassée dans 11 % des salles de classe tandis que celle des particules fines  $PM_{2,5}$  est dépassée dans 96 % des salles de classe.

### 1 500 à 2 000 cas annuels déclarés de légionellose

La légionellose, une infection pulmonaire due à la bactérie *Legionella*, touche surtout des personnes ayant des facteurs prédisposant (pathologies chroniques, traitements immunosuppresseurs, tabagisme). Son incidence augmente avec l'âge, le taux d'incidence le plus élevé étant observé chez les personnes de plus de 80 ans. La létalité est toujours autour de 10 %. L'exposition la plus fréquemment rapportée est lors d'un séjour dans un hôtel, un camping, un gîte, une maison d'hôte ou une location sur Internet. Il existe une inégalité territoriale des cas notifiés de légionellose, à ce jour inexpliquée, avec un taux d'incidence plus élevé dans les régions de l'est de la France.

Bien que l'arrêté du 1<sup>er</sup> février 2010 impose des mesures régulières de température et d'analyse de légionelles dans les installations collectives d'établissements recevant du public, ayant des points d'usage à risque d'aérosolisation d'eau, nous ne disposons d'aucune remontée d'information sur ces résultats d'analyse. Il existe, en revanche, des actions de surveillance de la maladie, avec déclaration obligatoire des cas à l'agence régionale de santé par les médecins ou les laboratoires faisant le diagnostic, et des actions d'investigation environnementale des cas groupés.

Malgré tous les moyens mobilisés pour lutter contre la légionellose, qu'il s'agisse de textes réglementaires, guides techniques, colloques, formations de professionnels, audits techniques, contrôles réglementaires, etc., nous constatons, après une période de croissance exponentielle du nombre des cas de 1996 à 2005 (liée à l'amélioration du diagnostic de la légionellose), à une stabilisation autour de 1 500 à 2 000 cas annuels depuis 2005, avec le pic le plus haut en 2018, peut-être lié à des conditions météorologiques particulières du mois de juin. Cette stabilisation du nombre de cas de légionellose (ou du moins l'absence de diminution significative), marquée par une prépondérance de cas sporadiques, montre la complexité de prévenir la prolifération de la bactérie dans des installations d'eau collectives (habitations, établissements publics ou privés) si des actions spécifiques ne sont pas mises

en œuvre, comme cela a été réalisé dans les établissements recevant un public sensible. Les établissements de santé et médicosociaux (Ehpad) ou les stations thermales ont vu leur nombre de cas fortement diminuer au cours du temps.

### L'exposition au plomb : des sites encore à explorer

Le saturnisme chez l'enfant mineur, une intoxication par le plomb, est une maladie à déclaration obligatoire depuis 1998, définie par une concentration en plomb dans le sang (plombémie) égale ou supérieure à 100  $\mu\text{g/L}$ . Depuis le 17 juin 2015 (arrêté du 8 juin 2015), ce seuil d'intervention a été défini par une plombémie égale ou supérieure à 50  $\mu\text{g/L}$ . En cas de découverte d'un cas d'intoxication chez un enfant mineur, selon des situations décrites dans le *Guide pratique de dépistage*, le médecin prescripteur adresse une copie de la fiche de notification, complétée par le laboratoire, au médecin de santé publique de l'ARS. Par ailleurs, les résultats des plombémies sont rassemblés dans une base de données nationale depuis 1995 : le Système national de surveillance des plombémies de l'enfant de moins de 18 ans (SNSPE). La première plombémie d'un enfant enregistrée par le SNSPE est considérée comme plombémie de primo-dépistage.

Le nombre de cas incidents annuels de saturnisme a fortement diminué sur la période 1995-2004 (plombémie  $\geq 100 \mu\text{g/L}$ ), passant de huit cents cas en 1995 à une centaine en 2004. Entre 2015 et 2019, le nombre de cas incidents (plombémie  $\geq 50 \mu\text{g/L}$ ) est monté à six cents cas annuels. Parallèlement, la moyenne géométrique de la plombémie au primo-dépistage a diminué de moitié durant cette période d'observation (60  $\mu\text{g/L}$  vs 30  $\mu\text{g/L}$ ). Toutefois, le seuil d'intervention ne correspond pas à un seuil d'innocuité du plomb ; en effet, le plomb est un toxique sans seuil et des effets sur les capacités cognitives des enfants ont été observés à des plombémies inférieures à ce seuil.

La lecture des activités de dépistage par région montre une extrême hétérogénéité, qui doit être rapprochée de la sensibilisation et/ou de la mobilisation des professionnels de santé pour rechercher des facteurs de risque d'exposition de l'enfant qui doivent déclencher un dépistage du saturnisme. Le « taux de rendement » du dépistage par région, calculé par le nombre de cas incidents divisé par le nombre de primo-dépistages, est aussi un marqueur du ciblage des populations exposées au plomb. Une meilleure connaissance des sources d'intoxication dans une région donnée est capitale pour orienter les politiques de dépistage et de prévention.

### L'habitat indigne, une préoccupation majeure

De manière plus large, la lutte contre l'habitat indigne est une priorité d'action de la puissance publique car elle doit donner la possibilité à chaque personne de disposer d'un logement qui ne porte pas atteinte à sa sécurité physique et à sa santé. La protection de la

santé des populations vivant dans un habitat dégradé et leur accompagnement social ont été un des enjeux majeurs des trois PNSE, avec leur déclin dans de nombreux PRSE.

L'enquête annuelle conduite auprès des services déconcentrés permet d'apprécier les avancées dans les territoires grâce au suivi de plusieurs indicateurs :

1. le nombre et le fonctionnement des pôles départementaux de lutte contre l'habitat indigne (PDLHI), qui visent à faciliter, développer et coordonner le travail en réseau de l'ensemble des acteurs ;
2. le nombre de départements ayant mis en place des études de repérage ;
3. le nombre de mesures de police du Code de la santé publique.

Si on note la progression du nombre de PDLHI mais une certaine stabilité des activités de repérage, il ressort des enquêtes annuelles que la police spéciale relative aux immeubles insalubres reste la police la plus mise en œuvre, mais avec un nombre stable d'arrêtés ces dernières années, alors que le nombre de procédures d'urgence, engagées au titre du danger sanitaire ponctuel,

a connu une augmentation régulière pour rejoindre le nombre d'arrêtés d'insalubrité.

### En conclusion

L'évaluation des actions des PNSE menées sur les thématiques retenues pour l'environnement intérieur montre une très grande hétérogénéité entre les territoires (actions des PRSE), avec parfois des actions spécifiques de promotion de la santé environnementale dans certaines régions. Globalement, les résultats des actions « environnement intérieur » des PNSE/PRSE sont mitigés. Il existe néanmoins des possibilités d'amélioration avec la prise de conscience du renouvellement de l'air des locaux suite à la crise du Covid-19 (développement de capteurs CO<sub>2</sub> et plans d'aération), la mise en œuvre de plans de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau (PGSSE) dans le futur décret sur l'eau destinée à la consommation humaine, le renforcement des activités de dépistage du saturnisme infantile dans les « poches » d'exposition au plomb, et enfin le développement de l'outil Domiscore, un score santé de l'habitat élaboré par le Haut Conseil de la santé publique. ▀

## Les risques émergents en santé-environnement : quelles évolutions depuis quinze ans ?

La question des risques environnementaux émergents a commencé à être débattue dès la fin du XX<sup>e</sup> siècle. Les crises sanitaires non anticipées, alors qu'elles auraient pu l'être si on avait su les détecter en amont et surtout percevoir et traiter les signes qui les annonçaient, ont été à l'origine de ces débats en France comme en Europe. Citons la crise de l'amiante, qui a conduit à son interdiction seulement en 1996 alors que les signaux d'alerte sanitaire existaient depuis de nombreuses années. L'histoire de la chlordécone aux Antilles est tout aussi emblématique de l'insuffisance des procédures réglementaires dans la prise en compte des alertes. On connaissait sa toxicité et surtout sa persistance dans les milieux depuis 1969. Cependant, il manquait des données sanitaires suffisantes de sorte que son interdiction en France pour le traitement des bananeraies antillaises date seulement de 1993.

Pour l'amiante comme pour la chlordécone, le manque d'anticipation et de clairvoyance malgré les alertes, le jeu des lobbies industriels et agroalimentaires ont conduit à des crises dont les conséquences ne sont toujours pas réglées trente ans après. Elles vont encore peser pendant longtemps sur les populations et les pouvoirs

publics avec la question des réparations, qu'elles soient environnementales ou individuelles, et un coût collectif élevé. De plus, elles ont aussi eu pour conséquence une méfiance de plus en plus grande de la population vis-à-vis de la parole publique, celle des experts comme celle des politiques.

### Une question largement débattue au Grenelle de l'environnement

C'est dans cet état d'esprit que la problématique des risques émergents a été discutée au Grenelle de l'environnement en 2007. Le rapport du groupe de travail, dit « Rapport Girard », qui a suivi sur la veille sanitaire et les risques émergents a été rendu en 2008<sup>1</sup>. Il y était estimé qu'« en santé environnementale<sup>2</sup>, la veille destinée à identifier les menaces très en amont n'apparaît pas encore suffisamment organisée. L'amélioration du dispositif d'alerte est donc aujourd'hui essentielle, en renforçant les systèmes de veille environnementale, en renforçant

1. Grenelle de l'environnement. Comité opérationnel 19, veille sanitaire et les risques émergents. Rapport de synthèse des travaux, septembre 2008.

2. Le terme santé-environnement est préféré dans cet article plutôt que santé environnementale, qui peut prêter à confusion.

**Francelyne Marano**  
Professeur émérite de biologie et toxicologie, université Paris Cité, ex-présidente de la CSRE, HCSP