



Améliorer la qualité de l'air intérieur



octobre 2023

LE MOT DU PRÉSIDENT

L'épidémie de la Covid-19 a mis sur le devant de la scène les risques de contagion par la circulation de l'air intérieur des bâtiments, ainsi que les questions de qualité de l'air associées à une vie trop confinée ; le sujet de la qualité de l'air intérieur n'est pourtant pas nouveau puisqu'il est abordé par tous les Plans nationaux santé-environnement depuis les années 2000... et on se rend compte que lui aussi coûte des dizaines de milliards d'euros à notre société chaque année.

La question du changement climatique a aussi fait irruption dans la perception du sujet. La réduction des émissions demande une meilleure isolation des bâtiments et pose ainsi des questions nouvelles : faut-il aérer les locaux, comment, jusqu'où ? Comment éviter que les ventilations ne diffusent des risques ?

Les entreprises sont confrontées à ces questions à la fois comme productrices et utilisatrices de substances variées dans leurs activités, et comme hôtes de leurs collaborateurs ou clients dans les locaux ou les véhicules. Quelle priorité accordent-elles à ce sujet par rapport aux autres sujets d'environnement, à l'heure des choix d'investissement ?

Cette brochure s'appuie sur les expériences diverses des membres d'EpE. Elle montre que le sujet prend régulièrement de l'importance, et que les entreprises trouvent intéressant de le prendre en charge de façon intégrée dès la conception de leurs chantiers ou produits, et de participer à des échanges réguliers avec les parties prenantes pour progresser sur les sujets jugés prioritaires.

Sur un sujet évolutif car récent, cette démarche a des avantages significatifs en termes de choix des priorités, de coût et de performance à long terme.

Nous espérons ainsi que cette brochure sera utile à nombre d'acteurs pour anticiper les questions de leurs parties prenantes sur ce sujet sensible.

Patrick Pouyanné

Président-Directeur général de TotalEnergies
Président d'Entreprises pour l'Environnement

SOMMAIRE

Le mot du Président	3	
Introduction	6	
1	Pourquoi s'occuper de la qualité de l'air intérieur ?	7
1	Les enjeux et risques de la qualité de l'air intérieur sur la santé humaine	8
2	Le cadre réglementaire et normatif de la qualité de l'air intérieur	9
2	Améliorer la qualité de l'air dans les bâtiments	13
1	La construction de nouveaux bâtiments : intégrer la qualité de l'air dès les premières phases du projet	14
2	La maintenance et l'entretien des locaux : des facteurs clés pour le maintien de la qualité de l'air intérieur	17
3	La rénovation des bâtiments : intégrer la qualité de l'air dans l'équation économique	20
3	Améliorer la qualité de l'air dans les transports	23
1	Les habitacles de véhicules	24
2	Les enceintes ferroviaires souterraines	26
4	Améliorer l'utilisation des espaces clos	29
1	Sensibiliser et diffuser les bonnes pratiques de gestion de la qualité de l'air	30
2	Accompagner le choix des produits utilisés ou apportés dans les espaces clos	33
Conclusion		35
Liste des figures		37
Liste des abréviations		37
Références bibliographiques		38

SOMMAIRE DES ENCADRÉS

ARCAA	Le processus d'approbation et de labellisation de l'ARCAA	34
Babilou	Le programme de gestion et d'amélioration de la qualité de l'air intérieur du réseau de crèches Babilou	19
EDF	Des travaux de recherche aux solutions innovantes pour agir sur la qualité d'air intérieur	21
Hutchinson	Projet EC2S <i>Clean Aviation</i> : diminuer la consommation d'énergie liée à la qualité de l'air dans la cabine d'un avion	25
Renault Group	Améliorer la gestion de la qualité de l'air dans les habitacles de véhicules	25
Saint-Gobain	La <i>Health Product Transparency</i> dans le secteur de la construction : le retour d'expérience de Saint-Gobain	16
SEIQA	Le collège SEIQA : un creuset de savoirs et d'expériences en santé environnement	31
SNCF	De la surveillance au développement de nouvelles technologies innovantes, les actions de la SNCF pour une meilleure qualité de l'air	27
Veolia	Les solutions Veolia pour garantir un air intérieur de qualité	18
Veolia	La démarche <i>Air Human</i> de Veolia : impliquer les parties prenantes pour mieux gérer la qualité de l'air intérieur	32
VINCI Construction	<i>QAI Ready</i> : la démarche pour garantir un air sain par VINCI Construction	15

INTRODUCTION

Une étude publiée le 17 mai 2022 dans *The Lancet Planetary Health* relevait que la pollution de l'air est la cause de 6,7 millions de décès prématurés annuels dans le monde⁽¹⁾. En France, en 2015, une commission d'enquête du Sénat estimait à trois milliards d'euros par an les dépenses de santé liées à la pollution de l'air prises en charge par la Sécurité sociale, et entre 70 et 100 milliards d'euros l'ensemble des dépenses liées à cet enjeu⁽²⁾.

La pollution de l'air recoupe deux aspects : la qualité de l'air intérieur et la qualité de l'air extérieur. Initialement, l'attention des pouvoirs publics, des consommateurs et des entreprises était principalement tournée vers l'extérieur et la pollution atmosphérique. Ce n'est en effet que dans les années 1970 que débutent véritablement les recherches sur la qualité de l'air intérieur. Il faudra attendre encore quelques décennies pour que ce sujet devienne un enjeu de santé publique. En France, l'observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) est ainsi créé en 2001 et en 2004 le premier Plan national santé environnement (PNSE) cherchait à « protéger la population de la pollution à l'intérieur des locaux »⁽³⁾, réitéré ensuite dans les trois autres PNSE. La pandémie de la Covid-19 a eu pour effet d'accélérer une prise de conscience collective des enjeux que présente la pollution de l'air intérieur.

Notre exposition aux polluants de l'air est déterminée par le temps que nous passons au cours de notre journée dans différents environnements (habitat, lieu de travail, établissement recevant du public, moyens de transport, milieu extérieur). Il est estimé que nous passons, en moyenne, 80 % de notre temps à l'intérieur (50 % dans l'habitat et 30 % sur le lieu de travail ou les lieux de garde d'enfants ou d'enseignement et dans les transports) et seulement 20 % à l'extérieur. Notre exposition aux polluants de l'air se fait donc principalement à l'intérieur. Or, plusieurs études mettent en évidence que l'air intérieur est significativement plus pollué que l'air extérieur. Ce ne sont néanmoins pas les mêmes polluants que l'on y retrouve, et le cadre réglementaire applicable ainsi que les solutions pour y remédier diffèrent également. De plus, la gestion de la qualité de l'air intérieur interfère avec d'autres enjeux, dont la performance énergétique et l'empreinte environnementale de nos bâtiments et transports.

Ces dernières années, près de quarante grandes entreprises membres de l'Association française des Entreprises pour l'Environnement (EpE) ont échangé entre elles et avec leurs parties prenantes au sein de la commission Santé-Environnement pour identifier, comprendre et répondre aux enjeux sanitaires, environnementaux et économiques liés à la qualité de l'air intérieur. Cette publication fait un point d'étape sur les connaissances acquises et les travaux menés au sein de cette commission et par les entreprises pour améliorer la qualité de l'air intérieur.

1 Fuller (R.) *et al.*, « Pollution and health: a progress update », *The Lancet Planetary Health*, vol. 6, p. e536.

2 Husson (J.-F.) et Aïchi (L.), « Le coût économique et financier de la pollution de l'air », Rapport fait au nom de la commission d'enquête, Sénat n° 610, 9 juillet 2015, p. 18.

3 Plan national santé environnement, Franchir une nouvelle étape dans la prévention des risques sanitaires liés à l'environnement, 2004-2008.

1

Pourquoi s'occuper de la qualité de l'air intérieur ?

1 Les enjeux et risques de la qualité de l'air intérieur sur la santé humaine

Plusieurs études mettent en évidence que l'air intérieur est plus concentré en polluants que l'air extérieur, notamment concernant le formaldéhyde et le benzène, deux cancérigènes courants^[4]. Les polluants de l'air intérieur peuvent être recoupés en trois catégories : les agents biologiques (ex : allergènes), les agents physiques (ex : amiante, radon ou particules) et les agents chimiques (ex : monoxyde de carbone, CO₂ ou composés organiques volatils). Ces polluants ont des sources multiples d'émission intrinsèquement liées aux activités et habitudes humaines^[5], ainsi qu'aux équipements et matériaux de construction et de décoration utilisés. Une infographie du ministère des Solidarités et de la Santé sur la qualité de l'air à l'intérieur des logements illustre ce propos (figure 1).

Au-delà de cette multiplicité de sources d'émissions, l'air intérieur des immeubles d'habitation, tertiaires ou d'établissements recevant du public (ERP) est plus

concentré en polluants que l'air extérieur du fait de l'étanchéité croissante des bâtiments et des exigences de sécurité et de qualité. Les bâtiments qui deviennent de plus en plus performants en énergie (bâtiments basse consommation, bâtiments à énergie passive, bâtiments à énergie positive) sont de moins en moins perméables à l'air, ce qui conduit à une dégradation de sa qualité si la ventilation n'est pas performante. D'autres exigences de qualité également attendues, comme celle de l'isolation phonique, de la réaction au feu ou de la durée de vie des matières, impliquent l'utilisation de matériaux et de produits spécifiques qui peuvent eux-mêmes émettre des polluants. Les réflexions liées à l'amélioration de la qualité de l'air intérieur doivent donc être conciliées avec celles liées à l'amélioration des performances énergétiques, thermiques et phoniques des bâtiments et avec les exigences de sécurité.

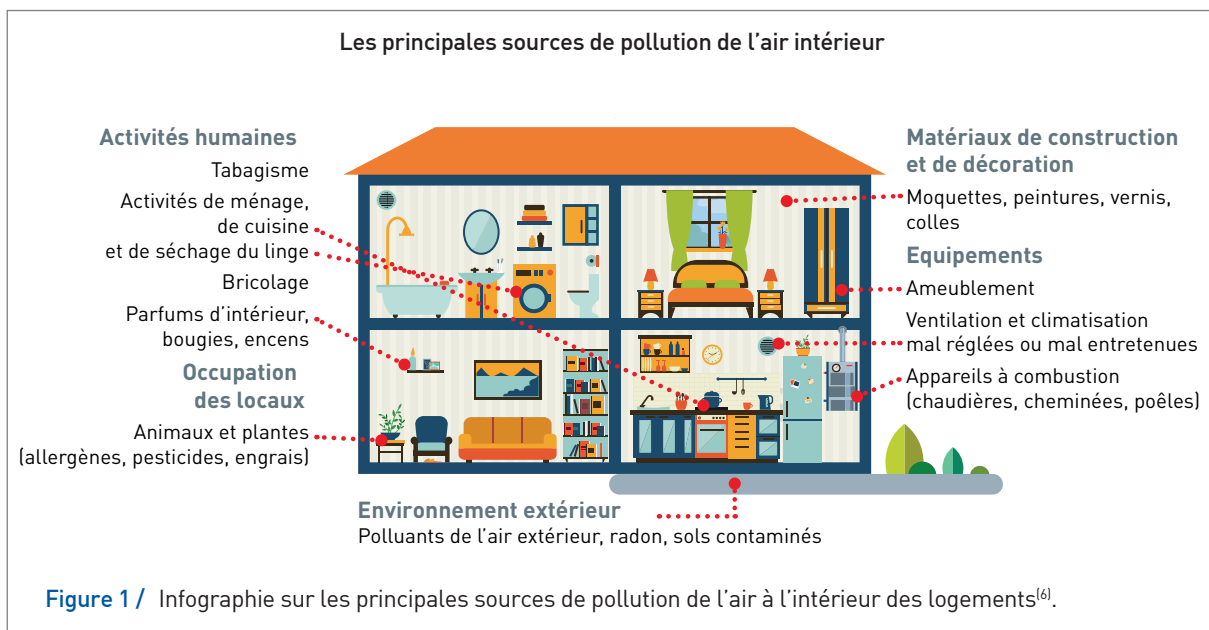


Figure 1 / Infographie sur les principales sources de pollution de l'air à l'intérieur des logements^[6].

4 Par exemple : OQAI, « Campagne nationale Logements : État de la qualité de l'air dans les logements français », rapport final, novembre 2006, mis à jour en mai 2007.

5 Par exemple : Grégoire [A.] *et al.*, « Activités domestiques et produits d'usage courant utilisés par les ménages en France », *ERS*, Vol. 12, n° 2, mars-avril 2013, pp. 129-138 ; ADEME, « Exposition aux polluants émis par les bougies et les encens dans les environnements intérieurs », rapport, juillet 2017 ; ou Bonnet [P.] *et al.* « VOCs in cleaning products used in age care and social facilities: Identification of hazardous substances », *AIMS Environmental Science*, n° 5(6), pp. 402-417.

6 Ministère des Solidarités et de la Santé, « L'air intérieur : Comment avoir un air intérieur plus sain ? Quels bons gestes adopter », infographie sur la qualité de l'air.

L'exposition aux polluants intérieurs a divers impacts sur la santé humaine⁷⁾. Ces polluants peuvent provoquer certaines maladies telles des intoxications, des troubles de la fertilité ou des allergies respiratoires⁸⁾.

Sur le long terme, ils peuvent être la cause de pathologies respiratoires comme les broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO) ou des cancers, ainsi que des pathologies cardiovasculaires. Enfin, une qualité de l'air intérieur dégradée se traduit par des difficultés de concentration, une sensation de mal-être, des maux de tête et une fatigue anormale. Autant de symptômes peu compatibles avec des activités scolaires ou professionnelles et peu désirables à domicile.

Les conséquences de l'exposition des personnes à ces polluants intérieurs sont donc multiples et varient selon différents facteurs : le type de polluant, la taille et

la composition des particules, le mode de vie, la durée et la dose d'exposition, mais aussi selon les individus. Certaines populations sont en effet plus sensibles aux effets de ces agents comme les nourrissons et enfants en bas âge, les femmes enceintes, les personnes âgées ou immunodéprimées. Chez les femmes enceintes, cela peut provoquer des fausses couches, des naissances prématurées, des retards de croissance du fœtus ou encore affecter le développement intellectuel de l'enfant.

Ainsi, selon l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES), le coût socio-économique de la pollution de l'air intérieur (en considérant son impact sur le bien-être collectif) serait, à lui seul, de plus de 19 milliards d'euros par an pour la France⁹⁾.

2 Le cadre réglementaire et normatif de la qualité de l'air intérieur

Nous nous sommes intéressés à la qualité de l'air de quatre catégories d'espace clos couvrant :

- les **immeubles d'habitation** ;
- les **établissements recevant du public** (ERP) ;
- les **lieux de travail**, au sein desquels on distingue les locaux à pollution non spécifique (immeubles de bureaux), les locaux sanitaires et les locaux à pollution intérieure spécifique (utilisation et émissions de substances dangereuses ou gênantes pour la santé). Dans le cadre de cette publication, n'est traitée que la première catégorie de locaux ;
- les **transports**.

En France, plusieurs réglementations sont en vigueur pour encadrer, en tout ou partie, cette pollution.

La loi ELAN de 2018 a intégré la qualité de l'air intérieur parmi les aspects à prendre en compte pour construire des bâtiments performants sur les volets énergétique, environnemental et sanitaire¹⁰⁾. D'autres mesures plus récentes ont été adoptées par la loi « Climat et résilience » du 22 août 2021¹¹⁾. Pour les logements anciens, la mise en place d'une aération générale et permanente « au moins pendant la période

où la température extérieure oblige à maintenir les fenêtres fermées »¹²⁾ est imposée. Celle-ci doit être permanente en toute saison pour les bâtiments soumis à un isolement acoustique renforcé. Un débit d'air minimal est fixé en fonction du nombre et du type de pièces par logement. Aucun système d'aération n'est imposé, mais celui-ci doit respecter un certain nombre de prescriptions, telles que des points d'entrée d'air dans toutes les pièces principales, des sorties d'air dans les pièces de service ou encore la libre circulation de l'air. Ainsi, aucune réglementation globale n'encadre la qualité de l'air dans les logements neufs, existants ou rénovés, qui regarderait d'autres paramètres que la présence de systèmes d'aération et le débit d'air. Du côté des bureaux, qui concernent plus de 19 millions de salariés, le Code du travail impose aux employeurs d'équiper les locaux d'une ventilation, naturelle ou mécanique, de façon permanente avec des débits minimaux d'air à atteindre (25 m³ par heure par occupant)¹³⁾. À l'inverse, les établissements recevant du public sensible, c'est-à-dire les crèches, les établissements d'enseignement ou de formation professionnelle du premier et du second degré, bénéficient d'un encadrement plus strict qui cible certains polluants spécifiques (formaldéhyde, benzène et CO₂) et leurs sources d'émission¹⁴⁾. Le périmètre de ces mesures

7 Par exemple : OMS, « Pollution de l'air à l'intérieur des habitations et santé », 26 juillet 2022 : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>.

8 Aujourd'hui, on dénombre entre 25 et 30 % de personnes souffrant d'allergie (respiratoire, cutanée ou alimentaire) contre seulement 2-3 % dans les années 1970-80.

9 ANSES, « Étude exploratoire du coût socio-économique des polluants de l'air intérieur », rapport d'étude, avril 2014, p. 69.

10 Réglementation environnementale des bâtiments neufs en 2020 ou RE2020 prévu par la loi n° 20218-1021 du 23 novembre 2018 portant évolution du logement de l'aménagement et du numérique, dite loi ELAN.

11 Loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets.

12 Article 1^{er} de l'arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements.

13 Articles R. 4222-1 à -9 du Code du travail.

14 Article L. 221-8 et suivants du Code de l'environnement.

sera progressivement étendu à d'autres ERP⁽¹⁵⁾. Enfin, concernant les transports, il n'y a aucune réglementation en France ou dans l'Union européenne qui encadre la qualité de l'air des habitacles de véhicules personnels ou la qualité de l'air intérieur des enceintes ferroviaires souterraines où circulent les trains de voyageurs.

En complément de cette réglementation, l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'ANSES et le Haut Conseil de la santé publique (HCSP) émettent des valeurs guides pour l'air intérieur qui définissent des niveaux de concentration de polluants dans l'air visant à éviter, prévenir ou réduire leurs effets nocifs sur la santé. Cette expertise permet de guider les pouvoirs publics et les acteurs privés. Par exemple, sur le fondement de l'expertise de l'ANSES et du HCSP, un décret de 2011⁽¹⁶⁾ a fixé des valeurs guides pour le formaldéhyde et le benzène.

De même, l'action 14 du PNSE 4 (2021-2025) définit les mesures considérées comme prioritaires dans ce domaine :

- mieux connaître la qualité de l'air intérieur des logements en France ;
- accompagner les acteurs du bâtiment sur les enjeux de la qualité de l'air intérieur ;

- rendre obligatoire la vérification des installations de ventilation lors de la réception des bâtiments neufs ;
- améliorer la qualité de l'air intérieur des établissements accueillant des populations sensibles en continu ;
- intégrer une information sur les conditions d'aération et de ventilation dans les diagnostics de performance énergétique ;
- améliorer la qualité de l'air à l'intérieur des enceintes ferroviaires souterraines.

Au-delà des espaces clos, des réglementations encadrent l'étiquetage de certains produits ou matériaux sur leurs émissions de polluants volatils. Depuis le 1^{er} septembre 2013, tous les produits de construction en contact avec l'air intérieur (peintures, vernis, colles, matériaux, revêtements et moquettes) doivent être étiquetés pour leurs émissions de polluants⁽¹⁷⁾. Cet étiquetage répartit les produits en quatre classes : A+, A, B et C pour les plus fortes émissions (figure 2). Ces réglementations ne couvrent toutefois pas tous les produits susceptibles d'émettre des polluants volatils et laissent de côté les produits ménagers⁽¹⁸⁾, les huiles essentielles, les bougies parfumées ou les encens. De plus, cet étiquetage repose sur des mesures réalisées après 28 jours d'émission, ne tenant dès lors pas compte des émissions immédiates du produit (par exemple à l'ouverture du pot de peinture).

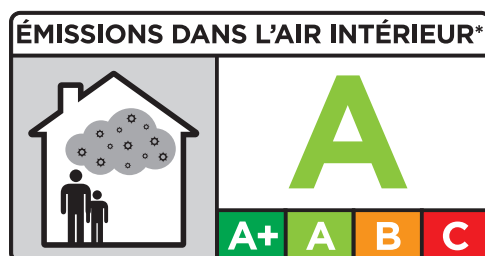


Figure 2 / Exemple d'étiquetage issu de la réglementation pour les produits de construction en contact avec l'air intérieur.

15 En 2025 seront concernés les structures sociales et médico-sociales, les structures de soins de longue durée rattachées aux établissements de santé et les établissements pénitentiaires recevant des mineurs. Les établissements d'activités physiques et sportives couverts dans lesquels sont pratiquées des activités aquatiques ne sont plus concernés par ce dispositif de surveillance, car ils sont considérés comme locaux à pollution spécifique par le Code du travail. v. Gouvernement, « Qualité de l'air intérieur », 4 avril 2023.

16 Décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène.

17 Arrêté du 19 avril 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils.

18 Pour les produits d'entretien, il existe toutefois des protocoles standardisés pour maîtriser leurs émissions ou des symboles de danger pour leur utilisation.

La portée de l'ensemble de ces textes est ainsi limitée puisqu'ils ne couvrent pas tous les polluants ni tous les espaces clos ou leurs différentes étapes de vie. Dans son avis de mai 2022, le Conseil économique, social et environnemental (CESE) considérait ainsi ces textes comme insuffisants⁽¹⁹⁾. Cette situation est un frein au déploiement de mesures d'amélioration de la qualité de l'air souvent coûteuses et contraignantes pour les entreprises et les particuliers. D'autant que, comme de nombreux enjeux liés à la santé-environnement, les impacts positifs de l'amélioration de la qualité de l'air sur la santé des employés, des occupants ou des utilisateurs sont souvent difficilement mesurables et à effet différé. À cela s'ajoute la complexité de concilier la qualité de l'air avec la performance énergétique et environnementale des bâtiments, ce dernier paramètre faisant, quant à lui, l'objet de plus de réglementations et d'incitations économiques (cf. chapitre 2).

La population développe toutefois un intérêt croissant à la préservation de sa qualité de vie et à sa santé. La croissance du marché des capteurs de CO₂ et leur déploiement dans de nombreux bâtiments résidentiels, tertiaires et scolaires depuis la pandémie ont largement contribué à accélérer une prise de conscience générale. Cela se traduit, dans certains cas, par l'amélioration et l'entretien des systèmes de ventilation des locaux et/ou

par une vigilance accrue sur le choix de certains produits du quotidien. En 2022, 60 % des Français étaient inquiets par les risques liés à la qualité de l'air intérieur dans les transports (voiture, bus, métro...), 57 % dans les crèches et les écoles, 54 % sur leur lieu de travail, et 44 % dans leur logement⁽²⁰⁾. Les attentes sociétales sur cette thématique sont donc de plus en plus exigeantes.

Par ailleurs, au-delà de la France, d'autres pays s'intéressent à la question. En Belgique, les hôtels, restaurants, cafés ou encore les cinémas ont désormais l'obligation de surveiller l'air intérieur et de déployer des plans d'actions⁽²¹⁾. Au Québec, la qualité de l'air intérieur est surveillée dans toutes les écoles⁽²²⁾. De même, aux États-Unis, l'administration Biden-Harris finance de grands plans d'amélioration de la qualité de l'air dans les bâtiments⁽²³⁾.

Ainsi, bien que l'enjeu soit encore rarement prioritaire, la qualité de l'air devient plus présente dans les réflexions et actions des entreprises. Les chapitres 2 et 3 de ce document présentent des études et mesures mises en œuvre par des entreprises membres d'EpE et d'autres afin d'améliorer la gestion de la qualité de l'air dans les bâtiments et les transports qu'elles gèrent. Le dernier chapitre s'interroge quant à lui sur la façon d'améliorer l'usage qui est fait des espaces clos.

19 CESE, « Pour une politique publique nationale de santé-environnement au cœur des territoires », Avis 2022-008, 24 mai 2022, p. 14.

20 ADEME, « Attitudes des Français à l'égard de la qualité de l'air et de l'énergie en 2022 – Vague 9 », Rapport, décembre 2022, Tableau 14, p. 15.

21 Service public fédéral, « Adoption de la loi sur la qualité de l'air Intérieur », 1^{er} décembre 2022.

22 Québec, « Qualité de l'air dans les écoles », 21 juillet 2023.

23 The White House, « Fact Sheet: Departments and Agencies Commit to Cleaner Indoor Air Across the Nation », 8 décembre 2023.

2

Améliorer la qualité de l'air dans les bâtiments

Nous passons l'essentiel de notre temps dans des bâtiments (environ 20 heures par jour), et ces derniers sont un élément déterminant de notre santé et de notre bien-être au quotidien. Plusieurs facteurs liés à la qualité de l'air intérieur influencent la santé humaine, tels qu'une ventilation inadéquate, l'étanchéité des bâtiments, une mauvaise qualité de l'air extérieur, le taux d'humidité ou la présence de substances chimiques, mais également d'autres facteurs physiques comme une température trop élevée ou trop faible, des nuisances sonores ou encore un mauvais éclairage. Certains bâtiments peuvent entraîner un « syndrome du bâtiment malsain » (SBM)^[24].

Au-delà de l'aspect sanitaire, les bâtiments représentent environ 23 % des émissions de CO₂ de la France et 43 % de sa consommation d'énergie totale. L'amélioration des bâtiments existants et neufs est ainsi un élément déterminant dans la lutte contre le changement climatique et l'amélioration de la santé publique.

Conscientes de ces enjeux, auxquels s'ajoutent des interpellations croissantes des pouvoirs publics et de leurs clients, les entreprises du secteur de la construction intègrent de plus en plus une dimension sanitaire, et particulièrement la qualité de l'air, dans leurs offres commerciales de bâtiments neufs. La question est plus complexe concernant les bâtiments existants, qui ne mobilisent pas toujours les mêmes acteurs. Des projets de recherches et retours d'expérience de mesures et offres déployées par des entreprises pour garantir une gestion de la qualité de l'air en continu ou pour intégrer ce paramètre dans la rénovation des bâtiments seront présentés dans ce chapitre.

1 La construction de nouveaux bâtiments : intégrer la qualité de l'air dès les premières phases du projet

Le marché de la construction neuve est animé par plusieurs tendances majeures :

- la réduction des émissions carbone (Zéro émission nette) ;
- la performance énergétique et la baisse des consommations des bâtiments ;
- l'économie circulaire ;
- la santé et le bien-être, pour lesquels sont autant étudiés le confort des locaux que la qualité de l'air intérieur et le retrait des substances toxiques dans les produits de construction et les bâtiments.

Sur les deux premiers volets, le secteur du neuf est soumis à la réglementation environnementale RE2020 qui impose des objectifs de résultats avec un système de mesures précis et des ambitions progressives (seuils

à atteindre en 2022, 2025, 2028 et 2031)^[25]. Ces objectifs sont axés sur la sobriété énergétique, la décarbonation de l'énergie, la diminution de l'impact carbone de la construction des bâtiments et le confort des bâtiments dans les épisodes de fortes chaleurs. Elle prévoit de même une obligation de vérification des systèmes de ventilation mécanique dans les bâtiments résidentiels neufs.

En parallèle, apparaissent, d'une part, des engagements volontaires des acteurs de la construction en matière de qualité de l'air, d'autre part, des certifications pour la construction de nouveaux bâtiments qui intègrent l'air et d'autres paramètres liés à la qualité de vie et au respect de l'environnement (certification HQE), voire qui se concentrent uniquement sur la santé et le bien-être des utilisateurs (certification *WELL Building Standard* ou label OsmoZ).

24 En 1983, ce syndrome a été défini par un groupe d'experts de l'OMS comme « une combinaison de symptômes atypiques incluant céphalées, fatigue, irritation des yeux et des narines, sécheresse de la peau, troubles de concentration chez les personnes travaillant dans des lieux confinés ».

25 Ministère de la Transition écologique, « RE2020 : Éco-construire pour le confort de tous », dossier de presse, mise à jour au 18 février 2021.

La conciliation de paramètres climatiques, énergétiques et sanitaires implique de repenser la manière dont les bâtiments sont construits. Dans les différentes phases du projet, les points clés pour une construction saine sont la préparation du chantier avec la recherche de matériaux peu émissifs et les bonnes pratiques

mis en place qui passent par la sensibilisation aux bons gestes des compagnons de chantier. Ce processus implique donc une mobilisation globale et systémique de l'ensemble des acteurs intervenant dans la conception et la construction d'un bâtiment, telle que mise en place par VINCI Construction.



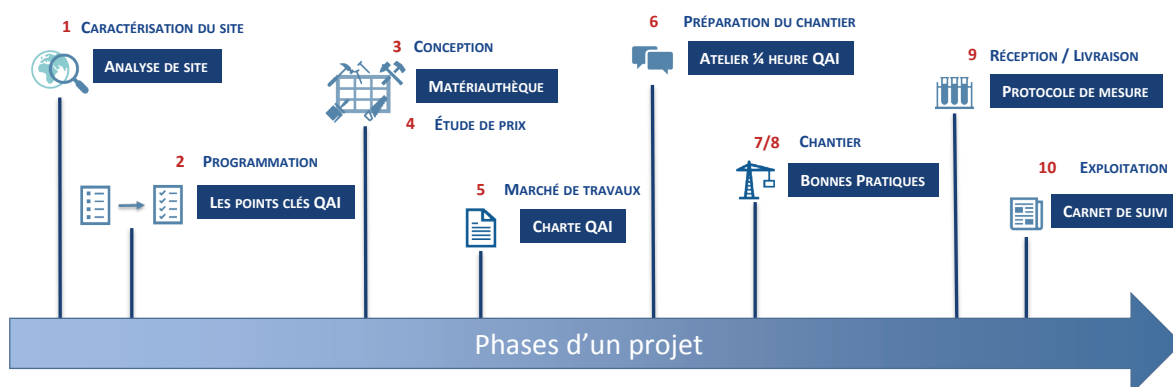
QAI Ready : la démarche pour garantir un air sain par VINCI Construction

La **démarche QAI Ready** a été développée chez VINCI Construction en 2017, dans l'objectif de garantir aux clients et habitants futurs une bonne qualité de l'air intérieur des bâtiments. Elle s'appuie sur un plan de management de la qualité de l'air intérieur, qui intègre les points clés suivants, pour atteindre les objectifs fixés à chaque phase du projet :

- **programmation** : VINCI Construction définit des objectifs clairs et mesurables selon la typologie du projet ;
- **conception** : les équipes veillent à la maîtrise des sources de pollution par le dimensionnement des équipements de renouvellement d'air, le choix des niveaux de filtration et la préconisation de matériaux faiblement émissifs ;
- **réalisation** : VINCI Construction suit le respect de ses exigences et sensibilise les compagnons aux bonnes pratiques ;

- **réception** : les équipes surveillent les indicateurs clés lors d'une précampagne de mesures réalisée par des appareils « *near reference* »²⁶. En parallèle, elles évacuent le surplus de pollution avant l'intervention des partenaires, prestataires accrédités COFRAC, en charge de la réalisation des campagnes de mesures.

La démarche **QAI Ready** peut se prolonger lors de **l'exploitation**. Afin de préserver le niveau de qualité de l'air en occupation, VINCI Construction propose en effet une instrumentation du site avec des stations de suivi en temps réel permettant l'analyse, la sensibilisation et la gestion de la qualité de l'air.



²⁶ *Near reference* est une approche plus souple que les méthodes de surveillance classiques, étayée par des instruments de hautes performances et tirant parti des technologies de mesure compactes et de faibles puissances pour en faciliter et accélérer le déploiement. Pour aller plus loin : <https://www.aeroqual.com/blog/near-reference-air-quality-monitoring>.

Garantir un air de bonne qualité dans les constructions neuves dépend ainsi de plusieurs facteurs et acteurs :

- l'intégration de la qualité de l'air intérieur dès le choix du site de construction et la conception du bâtiment, les marges de manœuvre sont ensuite beaucoup plus restreintes. Le sujet peut être complexe dans le cas de la réutilisation d'une friche industrielle ou autres ;
- la disponibilité d'informations transparentes et fiables des matériaux utilisés, de leur composition et de leurs émissions de composés organiques volatils (COV), ce sur quoi s'est engagé Saint-Gobain dans sa démarche *Health Product Transparency* ;
- la sensibilisation et la formation à ces enjeux et aux bonnes pratiques de tous les acteurs de la chaîne de valeur : maîtres d'œuvre, équipes commerciales, équipes marketing... ;
- un intérêt commercial ou économique bien perçu par le constructeur ;
- à défaut, une réglementation incitative et/ou contraignante.



La *Health Product Transparency* dans le secteur de la construction : le retour d'expérience de Saint-Gobain

Le secteur de la construction s'intéresse de plus en plus à la santé et au bien-être des utilisateurs et la composition chimique des matériaux utilisés est au cœur du sujet.

Saint-Gobain s'est engagé dans une démarche de *Health Product Transparency* qui vise à déclarer la liste des substances chimiques présentes dans un produit ainsi que les dangers relatifs à ces substances. Cette démarche présente plusieurs difficultés liées à :

- la connaissance précise de toutes les substances présentes dans les matériaux achetés et transformés par le groupe ;
- la propriété intellectuelle ;
- la traçabilité des informations ;
- les standards et méthodes qui se sont multipliés ces dernières années, différent selon les régions et ne sont pas toujours alignés avec la réglementation de l'UE. En outre, les exigences de déclaration des

substances, d'identification des substances dangereuses ou encore d'évaluation de l'impact sanitaire des produits diffèrent d'un référentiel à l'autre.

Saint-Gobain a ainsi établi un plan d'action à moyen terme pour être en capacité de caractériser la composition de ses produits, de gérer les enjeux de propriété intellectuelle, d'assurer la traçabilité de l'information, et de développer un standard adapté au contexte de l'UE.

Au-delà de la transparence, l'élimination progressive des substances toxiques est devenue une condition préalable aux projets d'innovation, grâce à la mise en place de la *Health Policy*²⁷⁾ du groupe.

Cette démarche fait partie intégrante des engagements de Saint-Gobain en tant que leader de la construction durable. Elle permet également de se différencier des concurrents et d'accéder aux marchés des bâtiments certifiés durables.

27 <https://www.saint-gobain.com/sites/saint-gobain.com/files/media/document/Health-Policy.pdf>.

Aujourd'hui, la prise en compte de la qualité de l'air intérieur dans la construction des bâtiments présente plusieurs avantages commerciaux pour les entreprises : elle répond à une demande du marché (clients et utilisateurs) ; elle confirme une image responsable et de qualité, permettant de se démarquer commercialement des concurrents (certification et label) ; elle contribue à réduire la sinistralité des bâtiments.

Ainsi, bien que ce soit un processus en démarrage, le marché des bâtiments neufs intègre progressivement cette dimension sanitaire aux autres exigences de décarbonation et de performance énergétique imposées par la réglementation. Les entreprises restent toutefois dépendantes des décisions de leurs clients dans un sujet encore peu normalisé. Sans doute une réglementation harmonisée, plus contraignante et/ou incitative dans ce domaine permettrait d'accélérer cette tendance.

2 La maintenance et l'entretien des locaux : des facteurs clés pour le maintien de la qualité de l'air intérieur

Qu'ils soient conçus et bâtis avec un cahier des charges strict en matière de qualité de l'air ou déjà existants, les bâtiments tertiaires, les ERP et les logements individuels ou collectifs doivent avoir au minimum une ventilation naturelle ou mécanique pour garantir un renouvellement de l'air approprié.

Cela étant, de nombreux bâtiments ne disposent pas toujours d'un système de renouvellement de l'air adéquat ou celui-ci est mal entretenu, nuisant à son bon fonctionnement. De plus, le suivi et les fréquences des contrôles de la qualité de l'air, ainsi que les paramètres étudiés, différents selon les bâtiments (cf. chapitre 1).

Par exemple, la grande majorité des petits commerces et restaurants n'ont aucun système d'aération (que ce soit ventilation ou fenêtre). Or, avec le plan national de sobriété énergétique, il est interdit aux commerçants de garder les portes ouvertes lorsque la climatisation ou le chauffage est en fonction^[28].

Concernant les établissements recevant du public sensible, l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur a mené, entre 2013 et 2017, une campagne nationale de mesures d'un grand nombre de polluants, dans 301 écoles maternelles et élémentaires. Dans ces ERP, 2/3 des mesures de CO₂ révélaient un confinement élevé de l'air dans les salles occupées par les enfants. L'OQAI notait de même que dans les 3/4 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, à charge des enseignants d'y penser à chaque récréation. Enfin,

cette campagne montre la présence constante de COV (aldéhydes) et de composés organiques semi-volatils (phtalates, pesticides, HAP), ainsi qu'une pollution aux particules fines PM_{2,5}^[29] omniprésente dans les écoles françaises^[30].

Pour les logements anciens, bien que l'arrêté de 1982 impose une ventilation, celle-ci n'est pas toujours existante ni appropriée. Par ailleurs, même pour les logements neufs pour lesquels le système de ventilation est contrôlé à la livraison, celui-ci n'est efficace que tant qu'il est bien entretenu.

Dans les locaux tertiaires, un air trop sec ou humide, pas assez renouvelé, des températures trop faibles ou élevées ou encore des nuisances sonores sont autant de facteurs qui peuvent conduire au développement d'un syndrome du bâtiment malsain chez certains employés et donc contribuer à une diminution de bien-être au travail, voire d'efficacité.

Afin de remédier à ces situations d'air dégradé ou tout simplement pour conserver une bonne qualité de l'air dans les locaux, la mesure de la qualité de l'air, l'identification des sources de pollution, la mise en place de système de ventilation approprié et l'utilisation et l'entretien de ces systèmes sont donc des étapes clés. C'est ce sur quoi travaillent les équipes de Veolia depuis de nombreuses années, pour proposer à leurs clients les solutions les plus adaptées à leur situation. Le respect de ces étapes permet de limiter, voire d'éviter, la mise en place de systèmes d'épuration de l'air qui peuvent être énergivores et coûteux.

28 Plan gouvernemental publié le 6 octobre 2022, visant à réduire la consommation énergétique du pays de 10 % d'ici 2024, grâce à 15 mesures phares adressées aux particuliers, aux entreprises, à l'État et aux collectivités.

29 Les particules appelées PM_{2,5} sont des particules dont le diamètre est de 2,5 microns. Celles-ci sont constituées d'un mélange de différents composés chimiques. Les particules PM₁₀ sont celles ayant un diamètre de 10 microns.

30 Pour en savoir plus : OQAI, « Qualité de l'air et confort dans les écoles en France : premiers résultats de la campagne nationale », *Bulletin de l'OQAI*, n° 11, juin 2018.



Les solutions Veolia pour garantir un air intérieur de qualité

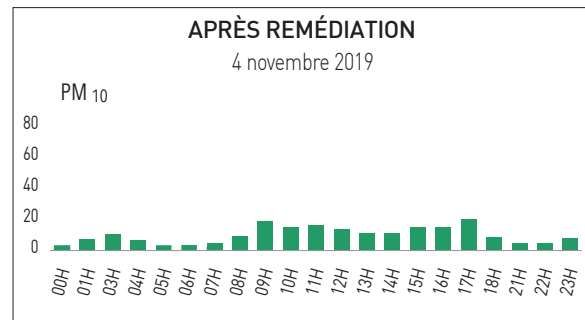
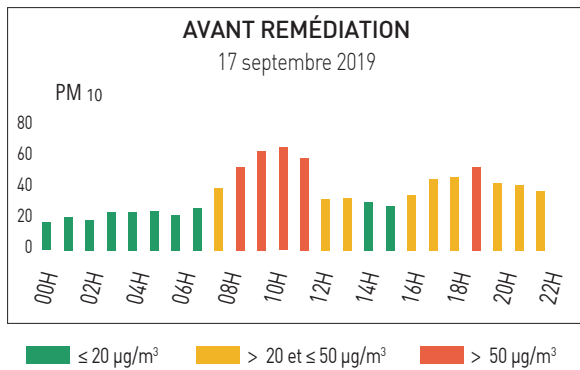
La démarche de Veolia pour garantir un air de qualité dans un bâtiment repose sur trois approches complémentaires :

- « **Air Control** » : poser un diagnostic et expliciter les phénomènes de pollution en identifiant leur nature, permanente et invisible, et en évaluant leur niveau ;
- « **Air Performance** » : traiter cette pollution en mettant en œuvre les techniques adaptées au mode de remédiation nécessaire selon le type de bâtiment ;
- « **Air Human** » : compte tenu de l'impact des comportements individuels sur la qualité de l'air, il est essentiel d'associer les différentes parties prenantes pour obtenir des résultats pérennes. Des sessions de formation/sensibilisation sont organisées et des tableaux de bord valorisent les résultats pour les occupants et les décideurs.

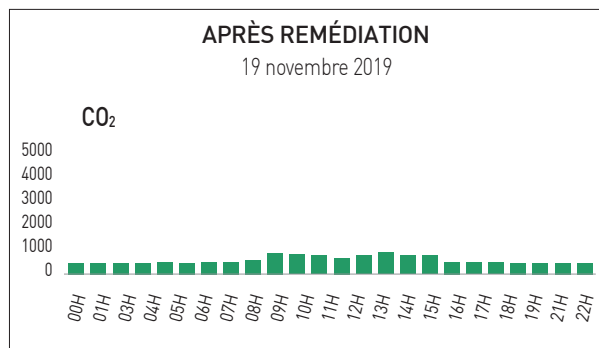
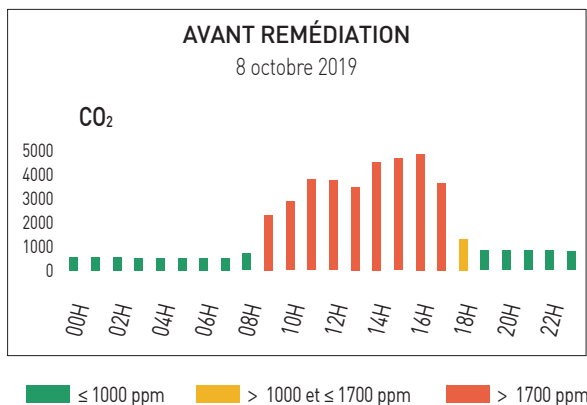
Ces solutions permettent de relever simultanément deux défis : améliorer la qualité de l'air de manière significative et pérenne, et maîtriser les consommations énergétiques liées au poste de ventilation. En effet, la problématique de gestion énergétique est intimement liée à celle de la qualité de l'air. C'est pourquoi il est crucial de disposer de la double compétence air/énergie pour mettre en œuvre des projets, neufs ou de réhabilitation, permettant de répondre aux enjeux environnementaux et sanitaires des bâtiments.

Les résultats obtenus, par exemple dans les écoles de la ville du Raincy (cf. illustration), sont transposables dans des immeubles de bureaux, des hôpitaux ou résidences de santé, des centres commerciaux, des hôtels...

Particule PM₁₀ (pollution d'origine externe)



CO₂ (pollution d'origine interne)



D'autres outils, comme les protocoles et guides développés par l'Alliance HQE-GBC³¹, existent et sont déployés pour aider les acteurs dans l'amélioration de leurs pratiques telles que la mesure de la qualité de l'air. Veolia, mais aussi certains constructeurs immobiliers comme VINCI Construction ou Nexity, proposent de même des solutions de suivi en temps réel de la qualité de l'air intérieur pour mieux en appréhender les variations.

Cela étant, toutes ces mesures de déploiement et d'entretien des systèmes de ventilation et de suivi de la qualité de l'air relèvent plutôt de la volonté des détenteurs ou des utilisateurs du bâtiment et restent rares. Le mouvement est d'autant plus compliqué à dynamiser que l'impact positif sur la santé de ces actions est encore difficilement quantifiable. Certains travaux scientifiques permettent toutefois de donner du poids à ces efforts. Par exemple, une étude conjointe des universités de Harvard et de Syracuse³² établit le lien entre la qualité de l'air intérieur et les performances cognitives des travailleurs (attention, mémoire, perception, raisonnement, etc.). Il en ressort ainsi une baisse de la productivité des travailleurs exposés à une qualité d'air dégradée. La perte de productivité des élèves dans des classes mal aérées a également été mise en évidence³³. D'autres travaux relèvent qu'une qualité d'air

dégradée peut conduire à une augmentation de jours d'arrêt déposés. Ainsi, au-delà d'une meilleure image, l'amélioration de la qualité de l'air intérieur d'une entreprise permettrait d'améliorer le bien-être et la productivité des employés, de réduire l'absentéisme et donc présenterait un intérêt économique.

Il manque toutefois des outils pour mieux appréhender les externalités positives de ces efforts. De même, ces atouts économiques et de productivités ne s'appliquent pas à tous les types de locaux. Or, sans incitation, l'installation et l'entretien des systèmes de ventilation des bâtiments peuvent être rapidement perçus comme une dépense financière sans réelle contrepartie (que ce soit pour un particulier, une collectivité ou une entreprise).

La situation est différente pour les établissements recevant du public sensible qui sont soumis à une réglementation plus stricte, les contraignant à respecter certains niveaux de polluants autres que le CO₂ et d'en garantir un suivi régulier. Cela a conduit l'entreprise Babilou à adopter une démarche multi-acteurs, qui vise autant à prévenir la dégradation de l'environnement intérieur de ses crèches par une réduction à la source des émissions de polluants, qu'à améliorer les dispositifs d'aération des locaux.



Le programme de gestion et d'amélioration de la qualité de l'air intérieur du réseau de crèches Babilou

Pour répondre aux exigences réglementaires croissantes pour les établissements recevant du public sensible et dans le cadre de son engagement pour une Éducation durable©, la démarche sur la qualité de l'air intérieur du réseau de crèches Babilou s'articule autour de deux axes principaux.

Concevoir et maintenir les bâtiments

Dans le développement de nouvelles crèches sur le territoire national, Babilou a rédigé une charte d'aménagement qui vise systématiquement des matériaux durables justifiant d'une faible, voire d'une absence d'émission de COV. Pour cela, les fournisseurs sont challengés sur les rapports d'émissions de leurs produits (sols, peintures³⁴, mobiliers, matériels pédagogiques...).

Concernant les équipements CVC (chauffage, ventilation et climatisation), Babilou privilégie la ventilation double-flux pour son impact positif sur la qualité de l'air, à laquelle est associé un contrat de maintenance afin de garantir son efficacité dans la durée. De même,

Babilou installe de plus en plus de climatisations réversibles et n'installe plus de chaudière à fuel ou gaz.

Organiser les crèches

Offrir un environnement sain pour les jeunes enfants est la priorité de Babilou. Cela s'illustre notamment par la mise en place dans chacun de ses établissements d'un protocole d'aération pluriquotidien avec une formation associée pour l'ensemble des professionnels.

Suite à une expérimentation réussie menée sur dix crèches, Babilou a choisi d'équiper l'ensemble de ses structures de produits d'hygiène et d'entretien *green* et labellisés. Cette mesure a permis d'améliorer significativement la qualité de l'air, mais aussi d'améliorer les conditions de travail des professionnels (produits moins irritants).

La bonne application de toutes ces actions est contrôlée chaque année via des audits métiers. D'autres projets sont en préparation.

31 <https://www.hqegbc.org/>.

32 Allen (J. G.) et al., « Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, Ventilation, and Volatile Organic Compound Exposures in Office Workers: A Controlled Exposure Study of Green and Conventional Office Environments », *Environmental Health Perspectives*, 2015, 124(6), pp. 805-812.

33 Par exemple : Sadrizadeh (S.), « Indoor air quality and health in schools: A critical review for developing the roadmap for the future school environment », *Journal of Building Engineering*, 2022, Vol. 57, 104908.

34 Peintures qui émettent moins de 1 g de COV par litre.

3 La rénovation des bâtiments : intégrer la qualité de l'air dans l'équation économique

La rénovation des bâtiments est cruciale tant pour des questions énergétiques, climatiques et économiques, que de santé publique. En France, sept millions de logements sont mal isolés, au sein desquels 4,8 millions peuvent être qualifiés de « passoires thermiques » (ce qui concernerait près de 10 % des ménages^[35]). Au-delà d'une consommation énergétique excessive, ces logements mal isolés ont un impact et un coût sur la santé : fatigue, pathologies chroniques, problèmes respiratoires, maladies cardiovasculaires ou encore décès prématurés. Ce manque d'isolation coûterait 750 millions d'euros chaque année au système de santé français^[36]. L'amélioration des performances thermiques et énergétiques est également un enjeu grandissant pour les bâtiments tertiaires et les ERP.

Depuis plus d'une dizaine d'années, les pouvoirs publics cherchent à lutter contre la précarité énergétique et à diminuer les émissions de gaz à effet de serre par le biais de l'amélioration et de la rénovation énergétique des bâtiments. Par exemple, la loi ELAN de 2018 a rendu obligatoire la réduction de la consommation énergétique des bâtiments tertiaires. Cette disposition a été précisée par le « décret tertiaire » de 2019^[37] qui fixe des échéances et objectifs de réduction. Plus récemment, le plan rénovation énergétique des bâtiments, publié en 2021, vise à faire de la rénovation énergétique une priorité nationale, à massifier la rénovation des logements, à accélérer la rénovation et les économies d'énergies des bâtiments tertiaires et à développer les compétences et l'innovation dans ces filières. Pour ce faire, 1,4 milliard d'euros sont alloués à ce plan avec des objectifs précis tournés vers les performances thermiques et énergétiques des bâtiments. En parallèle, la loi Climat et Résilience de 2021 rend obligatoire la réalisation et la communication du diagnostic de performance énergétique (DPE) du bâtiment. Celle-ci doit également indiquer les conditions d'aération et de ventilation.

Depuis le 1^{er} janvier 2023, les logements dont le DPE est de G+ (ayant une consommation supérieure à 450 kilowattheures par mètre carré et par an en énergie finale) ne peuvent plus être mis en location, d'autres obligations suivront : G en 2025, F en 2028 et E en 2034. Par ailleurs, les loyers des passoires thermiques sont dorénavant gelés.

Ainsi, les objectifs affichés, les outils déployés et les acteurs mobilisés visent principalement les performances énergétiques et thermiques des bâtiments.

Or, bien qu'elles soient importantes pour la santé et le bien-être, ce ne sont pas les seuls facteurs à considérer. La rénovation des bâtiments est également un moment clé pour substituer certains matériaux qui pourraient contenir des substances chimiques problématiques ou être émetteurs de COV, pour installer des systèmes d'aération adaptés et efficaces (et économes en énergie), pour réduire le taux d'humidité, pour améliorer l'isolation phonique ou encore pour accroître l'exposition à la lumière naturelle. Autant de facteurs qui contribuent à améliorer la santé et le bien-être des occupants.

Mais comment inciter les acteurs économiques et les particuliers à intégrer la santé lorsqu'il est déjà fait état, en parallèle, de 246 milliards d'euros d'investissements pour la seule rénovation **énergétique** des logements français ? Dans le cadre de la loi ELAN de 2018, le ministère des Solidarités et de la Santé a apporté de premiers éléments de réponse en demandant au HCSP d'élaborer un outil de caractérisation de l'habitat en fonction de ses impacts positifs et négatifs sur la santé et le bien-être de ses habitants. Cet outil, appelé « Domiscore », a été lancé en 2020 et prend la forme d'une grille multicritère qui peut être remplie par tous^[38]. Plusieurs thématiques sont traitées dont l'air intérieur et l'exposition aux nuisances environnementales dans l'air et les sols.

Cet outil présente toutefois plusieurs limites. D'abord, il ne concerne que les logements. Ensuite, les critères regardés sont assez sommaires (présence ou non de fenêtres et d'une ventilation dans les pièces, présence d'humidité et de moisissure, de radon ou d'amiante et présence d'équipement utilisant un combustible carboné favorisant le risque lié au monoxyde de carbone). Cette simplicité s'explique par la volonté de ses auteurs de rendre l'outil accessible et utilisable par tous. De même, puisque c'est un complément des outils existants, l'impact environnemental des bâtiments n'est pas pris en compte. Enfin, la réalisation de l'évaluation du Domiscore et la communication des résultats ne sont pas obligatoires. Il permet tout de même aux propriétaires ou locataires qui font cette évaluation d'identifier les enjeux sanitaires liés à leurs logements, voire d'impulser une démarche d'amélioration de leur habitat. La sensibilisation de la population et du secteur du bâtiment à ces enjeux sanitaires serait probablement plus grande si la réalisation de cette évaluation était systématique et intégrée dans le DPE.

35 CESE, « Pour une politique publique nationale de santé-environnement au cœur des territoires », Avis 2022-008, 24 mai 2022, p. 27.

36 Initiative Rénovons, « Coûts et bénéfices d'un plan de rénovation des passoires thermiques, énergétiques à horizon 2025 », étude économique, février 2017, p. 3.

37 Décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019 relatif aux obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans les bâtiments à usage tertiaire.

38 <https://www.hcsp.fr/domiscore.cgi/debut>.

Certaines certifications peuvent également encourager la prise en compte de la santé, notamment de la qualité de l'air, dans la rénovation des bâtiments :

- **certification WELL Building Standard³⁹⁾** : elle s'adresse aux bâtiments tertiaires en introduisant des normes liées au bien-être des salariés en entreprise. Cette certification s'adresse aussi bien aux nouveaux bâtiments qu'à ceux existants et rénovés, en étudiant sept principaux paramètres : l'air, l'eau, la lumière, l'activité physique, le confort, l'alimentation et le bien-être psychologique ;
- **certification HQE⁴⁰⁾** : elle s'adresse aux bâtiments tertiaires et résidentiels, aux quartiers et aux

infrastructures, dans les projets de construction, d'exploitation ou de rénovation. Elle se fonde sur une grille multicritère qui vise à trouver un équilibre entre respect de l'environnement, qualité de vie et performance économique. Elle repose sur une vérification par des auditeurs indépendants.

L'obtention de ces certifications est un gage de qualité pour ces bâtiments et donc présente un avantage concurrentiel. En complément, une des études des équipes R&D d'EDF est d'identifier des outils et méthodes qui permettraient d'intégrer la santé à l'équation économique de la rénovation, et en particulier la qualité de l'air intérieur, pour tous les types de bâtiments.



Des travaux de recherche aux solutions innovantes pour agir sur la qualité d'air intérieur

Garantir une bonne qualité de l'air intérieur (QAI) permettant de préserver la santé et le confort des occupants est une préoccupation majeure de santé publique, qui suscite un intérêt et un engagement important de la part du groupe EDF. En ligne avec sa raison d'être, cet engagement se traduit au niveau du groupe EDF par des travaux de recherche afin de proposer des solutions innovantes pour agir sur la qualité de l'air intérieur.

La R&D d'EDF aborde la problématique de la QAI conjointement avec la performance énergétique et environnementale des bâtiments. L'objectif de ses recherches est de se doter de méthodes et outils pour évaluer l'impact de contraintes et exigences sur la réalité énergétique, environnementale et économique des bâtiments, tout en considérant les aspects sanitaires.

À cet effet, la R&D d'EDF a un laboratoire commun avec le laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour l'Environnement (LaSIE) de l'Université de La Rochelle et le CNRS : le **laboratoire 4evLab⁴¹⁾**. Ce laboratoire porte trois principales thématiques : la qualité de l'air intérieur, la maîtrise de l'humidité, et l'énergétique urbaine.

Sur la QAI en particulier, ce laboratoire s'intéresse à la fiabilité et la complétude des approches scientifiques, ainsi qu'à l'applicabilité de ces méthodes sur terrain. Parmi les projets phares du laboratoire, le programme **CEE Smart Réno⁴²⁾** (prise en compte du confort et de la santé des occupants lors de la rénovation énergétique des bâtiments). L'une des applications est le développement d'indicateurs robustes et pertinents, qui vont au-delà du facteur énergétique, afin d'intégrer la QAI dans l'équation économique du projet de rénovation.

Dalkia, filiale d'EDF, met en œuvre des solutions globales intégrant QAI et performance énergétique. Après un diagnostic précis, des capteurs de mesure en continu adaptés aux polluants sont associés à des systèmes de ventilation adaptatifs et de récupération d'énergie. Ainsi, maintenir une bonne QAI et maîtriser les consommations énergétiques devient possible.

C'est par cette approche globale qu'EDF s'emploie à concilier **bonne qualité de l'air intérieur**, préservation de la santé des occupants dans les environnements de travail et moindre consommation énergétique.

D'autres recherches sont en cours pour concilier le sujet de la qualité de l'air et des performances énergétiques des bâtiments. Par exemple, l'Institut français pour la performance énergétique du bâtiment (IFPEB) et le Centre d'études et d'expertises sur les risques, la mobilité et l'aménagement (CEREMA) ont lancé en juin 2022, avec 11 acteurs privés et publics, le Hub Air

Energie. Cette expérimentation de 24 mois, qui porte sur 15 sites⁴³⁾, a pour objectif de « mieux comprendre le lien entre qualité de l'air intérieur et réduction des consommations d'énergie, et trouver des solutions pour concilier ces enjeux avec le confort et la santé des usagers »⁴⁴⁾.

39 <https://www.wellcertified.com/>.

40 <https://www.hqegbc.org/qui-sommes-nous-alliance-hqe-gbc/la-certification-hqe/>.

41 <https://lasie.univ-larochelle.fr/4evLab>.

42 <https://smart-reno.univ-lr.fr/>.

43 Un lycée, quatre collèges, cinq écoles et cinq bâtiments du secteur tertiaire privé (bureaux et galerie marchande).

44 <https://www.ifpeb.fr/travaux/hub-air-energie/>.

3

Améliorer la qualité de l'air dans les transports

Puisque nous passons une partie non négligeable de notre temps dans les transports en commun ou individuels (plus encore les personnes qui y travaillent), les réflexions des entreprises dans la commission Santé-Environnement se sont naturellement portées sur la gestion de la qualité de l'air intérieur de ces espaces clos. Ce chapitre présente ainsi des mesures mises en œuvre par certains membres d'Entreprises pour l'Environnement pour améliorer le contrôle et la qualité de l'air intérieur des véhicules et des enceintes ferroviaires souterraines (EFS).

1 Les habitacles de véhicules

La qualité de l'air des habitacles de véhicules peut être détériorée par diverses catégories de polluants issus de trois sources d'émissions :

- émissions intérieures (matériaux) ;
- émissions des occupants (toute personne qui entre dans le véhicule apporte des polluants) ;
- émissions provenant de l'extérieur.

La gestion de la qualité de l'air intérieur des voitures dépend de deux paramètres : les émissions des matériaux et le traitement de l'air de l'habitacle.

Concernant les matériaux, les premières analyses de la qualité de l'air ont débuté dans les années 1990, impulsées par des constructeurs allemands, avec l'essor des polymères dans l'habitacle (normes VDA). Dans les années 2000 ont été émises une série de normes ISO (12219-1 à 10) dédiées à la mesure de la qualité de l'air de l'habitacle.

D'un point de vue plus contraignant, la Corée du Sud, le Japon et la Russie ont adopté, depuis plus d'une dizaine d'années, des réglementations venant encadrer la qualité de l'air des habitacles de véhicules. Aujourd'hui, la réglementation la plus détaillée et complète est celle de la Corée du Sud. Elle teste chaque année plus d'une dizaine de véhicules⁴⁵, ce à quoi s'ajoutent depuis 2021 ceux importés. Tous les résultats sont publiés et s'il s'avère que le véhicule testé n'est pas conforme, les autorités coréennes émettent un communiqué de presse sur le manque de conformité qui ne sera retiré qu'à l'obtention de la preuve de la résolution du problème⁴⁶.

L'Union européenne n'a de son côté pas encore adopté de cadre juridique contraignant sur ce sujet, mais cherche à réglementer les émissions de formaldéhydes. La France n'encadre pas non plus juridiquement la qualité de l'air intérieur des véhicules. La Chine est quant à elle plus volatile dans ses décisions, ce qui rend compliqué l'anticipation de ses exigences.

Concernant le traitement de l'air, il n'y a aujourd'hui aucune norme ni réglementation en vigueur dans le monde. Deux groupes de travail sont toutefois en train de réfléchir à une méthodologie de test :

- *United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) vehicle interior air quality (VIAQ) Working Group*, qui devrait rendre son texte final en 2025 ;
- Comité Européen de Normalisation (CEN) *Workshop 103*, pour un texte final initialement attendu en 2022, mais retardé.

Afin d'anticiper et d'appliquer ces réglementations, et pour adopter une démarche de qualité vis-à-vis de ses clients, l'Alliance Renault Nissan Mitsubishi s'est engagée à rendre l'ensemble de ses véhicules conforme à la plus basse limite réglementaire en vigueur dans le monde pour chaque sujet. Pour ce faire, le groupe Renault a mis en place un certain nombre de mesures visant tout autant à mieux gérer les émissions des matériaux utilisés qu'à optimiser le traitement de l'air de ses véhicules.

À l'instar des systèmes de ventilation des bâtiments, ceux des véhicules doivent également faire l'objet d'un entretien régulier (changement de filtre tous les ans). Ces bonnes pratiques sont rappelées dans les manuels utilisateurs, voire, dans certains cas, par le biais de publicité.

45 Sont regardées les concentrations de formaldéhyde, d'acétaldéhyde, d'acroléine, de benzène, d'éthylbenzène, de toluène, des xylènes et de styrène.

46 Par exemple : Korea New Plus, « Mercedes car fails to keep Korea's air quality standard », 10 janvier 2023.

Un véhicule est un espace confiné évoluant dans un environnement pollué. Renault travaille à réduire les polluants présents dans l'habitacle afin de préserver la santé des occupants. Deux axes majeurs sont développés.

Choix des matériaux : cette étape permet de limiter les émissions en composés organiques volatils (COV) et les odeurs issues des matériaux. Tous les matériaux sont ainsi validés par rapport à leurs émissions et seuls ceux permettant de maintenir un niveau d'émission

respectant les réglementations internationales sont sélectionnés.

Filtration de l'air entrant dans l'habitacle : de nombreuses briques technologiques sont intégrées au système de ventilation du véhicule afin d'assurer un air sain dans l'habitacle. On retrouve notamment un filtre habitacle, des capteurs permettant d'activer le recyclage de l'air en fonction des polluants extérieurs ou encore des cycles de purification de l'air.

L'électrification en cours du parc automobile devrait affecter la gestion de la qualité de l'air des habitacles de véhicules à deux niveaux. D'une part, l'électrification va réduire les polluants extérieurs émis par les moteurs thermiques (ex : dioxyde d'azote) et donc entrant dans l'habitacle. Il restera toutefois les particules issues de l'abrasion des freins et du contact entre les pneumatiques et la chaussée. D'autre part, cela affecte le fonc-

tionnement du système de traitement de l'air puisque ce dernier consomme de l'énergie et donc réduit l'autonomie du véhicule.

Les mêmes problématiques se posent dans l'aéronautique avec une réglementation évidemment spécifique et un souci particulier de la consommation énergétique.



Projet EC2S *Clean Aviation* : diminuer la consommation d'énergie liée à la qualité de l'air dans la cabine d'un avion

L'*Environment Control System* (ECS) joue un rôle important pour garantir la qualité de l'air et le confort thermique dans la cabine de l'avion. Pour pressuriser la cabine d'un avion, l'air est prélevé à l'extérieur, au niveau des moteurs, comprimé par l'étage compresseur de ceux-ci, puis l'ECS le régule à la température demandée et le mélange avec l'air déjà présent en cabine. Néanmoins, l'ECS standard reste l'une des principales sources de consommation d'énergie dans l'avion.

Le projet *Clean Sky 2 - EC2S (Environment Control Secondary System)* est piloté par Hutchinson et mené en collaboration avec ses partenaires CEA, Tera Sensor et Tera Environnement. L'objectif de ce projet est de filtrer les polluants afin d'augmenter le taux d'air recyclé à l'intérieur de la cabine grâce à une boucle secondaire de recyclage, diminuant ainsi la consommation énergétique. Ce système vient en complément du système ECS primaire.

L'ambition d'EC2S est, d'une part, de concevoir un système de recirculation d'air *first-in-class* permettant d'aller jusqu'à 100% de recyclage et intégrant les procédés et capteurs de traitement d'air les plus avancés

et, d'autre part, de démontrer son efficacité et sa possible certification dans le démonstrateur *Clean Sky 2*. Cette solution repose sur quatre piliers :

- une approche multi-technologies pour le traitement de l'air, couvrant les plus grandes conditions température/débit d'air ;
- des capteurs de classe mondiale transférés de l'industrie automobile, garantissant fiabilité et coût ;
- un pack EC2S compact pouvant être facilement connecté à un système ECS d'avion « en service » ;
- un système de surveillance commun pour répartir la fonction ECS entre l'ECS primaire et EC2S en fonction de l'optimisation de la consommation de carburant.

Ce système innovant permet de filtrer les particules fines (PM), le CO₂ et les composés organiques volatils (COV). Ainsi débarrassé de ses polluants, cet air peut être recyclé à 100% diminuant alors la puissance prélevée sur les moteurs lors de la compression d'air frais.

Le dispositif a été testé et son principe validé en vraie grandeur au sol sur un banc cabine avion du Fraunhofer.

2 Les enceintes ferroviaires souterraines

La fréquentation des enceintes ferroviaires souterraines est en constante augmentation. Sur le réseau transilien, elle s'élève à cinq millions de voyageurs par jour⁴⁷ et plus de 25 000 salariés y intervenant. C'est pourquoi ces dernières années, les préoccupations en matière de qualité de l'air dans les EFS se sont accrues⁴⁸. L'enjeu est d'offrir aux voyageurs et aux salariés présents dans ces espaces une qualité de l'air satisfaisante. Or, si la pollution gazeuse est faible dans les espaces souterrains, l'attention est particulièrement portée aux particules grossières et fines (PM₁₀ et PM_{2,5}). Les sources principales de cette pollution sont l'usure des matériaux du fait du freinage des rames, les contacts entre le matériel roulant et la voie ferrée, la remise en suspension des poussières au passage des rames, les personnes et, pour certaines stations, la pollution de l'air extérieur. Les deux premières sources sont propres à tout transport ferroviaire en France⁴⁹ et à l'étranger. Les niveaux de pollution particulaire dépendent ainsi du type de matériel roulant, de la densité du trafic et de la fréquentation, de la configuration des stations et de la performance du système de ventilation.

L'ANSES a rendu en mai 2022 un avis qui actualise son état des lieux réalisé en 2015, sur les connaissances de la toxicité des particules et les effets sanitaires qui leur sont associés. Elle relève une concentration massique en particules fines « très supérieure » dans les EFS à celle de l'air urbain. Ces particules ont également une composition différente, avec des teneurs élevées en

métaux. Bien que les connaissances soient encore limitées, l'Agence relève que les données épidémiologiques et toxicologiques « suggèrent la possibilité d'effets sur la fonction cardiaque autonome, d'inflammation et de stress oxydant systémiques et d'inflammation des voies respiratoires, en particulier chez les populations sensibles »⁵⁰. Elle recommande ainsi de poursuivre les mesures de suivi et d'analyse des risques sanitaires, ainsi que de réduire la pollution particulaire dans les EFS. C'est pourquoi elle propose des concentrations en particules dans l'air à ne pas dépasser en fonction du temps passé dans les EFS.

De son côté, le PNSE 4 affiche pour ambition d'améliorer la qualité de l'air à l'intérieur des EFS, notamment par la mise à disposition d'un « guide de recommandations pour la réalisation de mesures des particules et des métaux qu'elles contiennent »⁵¹. Ce guide, qui a été élaboré par l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS)⁵² avec la collaboration d'opérateurs ferroviaires, constitue un appui pour les opérateurs dans leur mesure de la qualité de l'air dans les EFS.

Dans ce cadre et en l'absence de réglementations spécifiques aux EFS basées sur des effets sanitaires, la SNCF a adopté un ensemble de mesures visant à réduire la concentration en particules grossières et fines dans l'air en s'appuyant, notamment, sur les recommandations du guide de l'INERIS.



Exemple d'un dispositif de surveillance de la qualité de l'air mis en place par la SNCF.

47 ANSES, « Qualité de l'air des enceintes ferroviaires souterraines. Revue de littérature sur les effets sanitaires. Proposition de concentrations en particules dans l'air à ne pas dépasser », avis de l'Anses, rapport d'expertise collective, mai 2022, p. 6.

48 Par exemple : Le Monde, « Pollution de l'air dans le métro : une étude alerte sur le niveau de particules fines », 23 mai 2023.

49 Paris et sa banlieue, Marseille, Lyon, Lille, Toulouse et Rennes.

50 ANSES, « Qualité de l'air des enceintes ferroviaires souterraines. Revue de littérature sur les effets sanitaires. Proposition de concentrations en particules dans l'air à ne pas dépasser », avis de l'Anses, rapport d'expertise collective, mai 2022, p. 9.

51 Gouvernement, « Un environnement, une santé. 4^e Plan National Santé Environnement », avril 2021, pp. 49-50.

52 INERIS, « Recommandations pour la réalisation de mesures harmonisées de la qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines », rapport d'appui/guides, 26 novembre 2020.



De la surveillance au développement de nouvelles technologies innovantes, les actions de la SNCF pour une meilleure qualité de l'air

La SNCF a mis en place un plan d'action sur ses émissions en trois volets pour améliorer la qualité de l'air dans les trains et les enceintes ferroviaires souterraines.

Comprendre : elle applique le protocole de mesure harmonisé préconisé par l'État et réalise, en lien avec Airparif⁽⁵³⁾, un suivi continu de la qualité de l'air dans trois stations. Elle participe également à différents projets de recherche⁽⁵⁴⁾.

Réduire : elle travaille à réduire les émissions du matériel roulant en optimisant les systèmes de freinage (semelles et garnitures moins émissives, freinage électrique).

Collecter : dans les gares souterraines, elle travaille à la mise en place d'équipements de ventilation et teste des technologies innovantes de traitement de l'air de ces stations, ou des systèmes d'aspiration des particules de freinage sur le train, avec l'appui de la Région Île-de-France et d'Île-de-France Mobilités (IdFM).

Enfin, dans les trains, la SNCF surveille également les polluants chimiques et biologiques et développe de nouveaux dispositifs de filtration et d'amélioration de la qualité de l'air intérieur.

En Île-de-France, les opérateurs de transport peuvent compter sur le soutien de la Région pour la mise en place de ces mesures. À la suite de son plan « Changeons d'air » (2016-2022), la Région Île-de-France a lancé un plan « Nouvel Air » (2022-2027). Celui-ci propose de diviser par deux le niveau de pollution par rapport aux valeurs actuelles à l'horizon 2030, pour s'aligner avec les seuils recommandés par l'OMS. Pour ce faire, huit actions sont adoptées dont une portant sur l'amélioration de la qualité de l'air dans et grâce aux

transports en commun. La Région prévoit ainsi d'investir six millions d'euros pour améliorer significativement l'air des vingt stations souterraines les plus polluées d'ici 2028.

En complément, les opérateurs de transport peuvent partager leurs bonnes pratiques à travers le réseau international COMET (*the Community of Metros*)⁽⁵⁵⁾ ou encore l'Union internationale des transports publics (UITP)⁽⁵⁶⁾.

53 <https://www.airparif.asso.fr/gares-rer-et-metros>.

54 Projet Européen Europe's Rail Joint Undertaking (ERJU) sur l'amélioration de la qualité de l'air dans les gares souterraines et dans les trains ; projet ADEME ToxinTransport sur les caractérisations toxicologiques des particules prélevées dans l'air de transport en roulage ; thèse sur les mécanismes de dispersion des particules émises lors du freinage mécanique des trains en gare souterraine...

55 <https://communityofmetros.org/>.

56 <https://www.uitp.org/>.

4

Améliorer l'utilisation des espaces clos

La pollution extérieure, les matériaux de construction et d'ameublement, les produits de décoration, ainsi que les activités et comportements des occupants (appareils de combustion, équipements, ménage, bricolage, désodorisation, présence d'animaux domestiques, tabagisme, température, humidité, modalités d'aération et de ventilation...) sont les principales sources de la pollution de l'air intérieur. Parmi les actions à mener pour lutter contre sa dégradation, figurent celles précédemment mentionnées : le renouvellement de l'air des locaux et, en dernier recours et complément, l'épuration de l'air. Cela étant, même les meilleurs systèmes de ventilation et de traitement de l'air sont dépendants de leur entretien et des mesures mises en place pour réduire ou éliminer les sources de pollution. Dit autrement, la qualité de l'air intérieur est intrinsèquement liée à l'usage des bâtiments ou autres espaces clos.

Dans ce dernier chapitre sont ainsi présentées, d'un côté, les mesures mises en œuvre par différents acteurs pour sensibiliser les publics à ces enjeux et promouvoir les bonnes pratiques, et de l'autre, les informations transmises et disponibles pour les mettre en application.

1 Sensibiliser et diffuser les bonnes pratiques de gestion de la qualité de l'air

La mise en place de démarches de sensibilisation et de formation des particuliers, des salariés et des utilisateurs aux enjeux et bonnes pratiques pour améliorer la qualité de l'air intérieur dans ces espaces est fondamentale. Les actions et messages sont d'autant plus efficaces qu'ils sont adaptés à la population visée, aux infrastructures et systèmes de ventilation des bâtiments ou encore à leur localisation. Par exemple, l'aération par l'ouverture des fenêtres n'est pas la démarche la plus recommandée lorsque le bâtiment est situé à côté d'un axe routier. De même, certains messages diffusés paraissent contradictoires. C'est, par exemple, le cas du chauffage au bois domestique, plutôt encouragé pour son caractère renouvelable, mais qui peut contribuer à la pollution atmosphérique et intérieure de l'air. C'est pourquoi, le 23 juillet 2021, le ministère de la Transition écologique a lancé un plan d'actions pour diviser par deux les particules fines émises par le chauffage au bois domestique, notamment grâce au changement de 600 000 vieux appareils d'ici 2025. Dans certaines régions, l'achat d'appareils de chauffage au bois fait déjà l'objet de réglementations (ex : agglomération lyonnaise et Nord-Isère).

Ainsi, plusieurs questions se posent :

- Quels acteurs mobiliser pour diffuser l'information ?
- Quels messages et informations faut-il transmettre ?
- Comment adapter et diffuser ces informations au public cible ?

Différents acteurs peuvent intervenir. Les acteurs publics ont une place privilégiée pour diffuser des messages scientifiquement fiables à une large partie de la population. Par exemple, le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires vulgarise sur son site internet les enjeux de la qualité de l'air intérieur et recense les réglementations et politiques publiques applicables. Par ailleurs, depuis neuf ans, il organise tous les 14 octobre une Journée Nationale de la Qualité de l'Air^[57] qui a vocation à rassembler tous les acteurs publics, privés, experts, étudiants ou citoyens autour de ce sujet pour présenter les enjeux, les actions et les études menées, ainsi que pour valoriser les bonnes pratiques qui en améliorent la qualité. Le ministère de la Santé et de la Prévention vulgarise également les enjeux sanitaires liés à la pollution de l'air en mettant à disposition sur son site internet des infographies sur les bons gestes à adopter par le grand public^[58].

57 <https://www.ecologie.gouv.fr/jnqa>.

58 Ministère de la Santé et de la Prévention, « Qualité de l'air intérieur : comment agir ? Recommandations », 22 octobre 2013, mis à jour le 3 mars 2022.

Les actions publiques peuvent également être plus ciblées par la mobilisation de la recherche. À titre d'illustration complémentaire, pour faciliter la mise en œuvre des nouvelles dispositions réglementaires, le CEREMA a élaboré un guide à destination des collectivités locales et des gestionnaires de structures privées pour la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les lieux accueillant des enfants⁵⁹. Celui-ci contient aussi bien des informations liées au protocole de surveillance à mettre en œuvre, que des fiches informatives sur la sensibilisation des usagers et occupants. L'éducation nationale peut également sensibiliser les jeunes publics et par ricochet les familles. L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)

a pour ce faire publié un guide de bonnes pratiques « écol'air » à destination des collectivités, professionnels et usagers des établissements scolaires⁶⁰.

La société civile et les associations peuvent favoriser la prise de conscience du public ou de certaines populations et transmettre les bonnes pratiques. Par exemple, en rassemblant professionnels de santé, entreprises, étudiants, collectivités et experts, le Collège interdisciplinaire et intergénérationnel SEIQA (Santé, Environnement Intérieur et Qualité de l'Air)⁶¹ impulse des échanges et réflexions notamment sur la qualité de l'air intérieur pour sensibiliser et améliorer le quotidien des consommateurs.



Le collège SEIQA : un creuset de savoirs et d'expériences en santé environnement

Le collège interdisciplinaire et intergénérationnel SEIQA (Santé, Environnement Intérieur et Qualité de l'Air) a pour objectif de développer une compréhension mutuelle sur les sujets de santé environnement.

Parce que les expositions aux pollutions environnementales impactent notre santé et qu'elles doivent être mieux maîtrisées, surtout pour les plus fragiles d'entre nous, parce que nous avons le droit de vivre dans un environnement équilibré et respectueux de la santé, parce que les dérèglements du climat ont des conséquences extrêmes et que nous sommes confrontés à des crises sanitaires environnementales, nous avons le besoin de nous rencontrer pour avoir une réflexion commune, trouver des solutions appropriées et ne plus travailler isolés dans notre domaine d'activité.

Le collège SEIQA rassemble des médecins allergologues, des étudiants spécialistes en environnement et des entreprises qui proposent des solutions pour améliorer l'environnement intérieur et la qualité de l'air. Un des objectifs essentiels de ce collège est de stimuler la réflexion et l'innovation grâce aux visions croisées d'étudiants de diverses disciplines, d'entreprises et de services publics concernés par la santé, l'environnement intérieur et la qualité de l'air. Plusieurs outils sont utilisés pour réunir les savoirs et partager les expériences. La lettre mensuelle du collège, les séries de webinaires sur les métiers de la qualité de l'air et les grands témoins de la qualité de l'air, et la Matinale annuelle qui fait le point des connaissances et de diverses expériences sur un sujet d'actualité en santé environnement : le rôle et la place des citoyens pour réduire leurs expositions environnementales (2021), la qualité de l'air et la santé de l'enfant en collectivité (2022)...

59 Cerema, « Guide d'accompagnement à la mise en œuvre de la surveillance réglementaire de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public », guide pratique d'accompagnement, février 2023.

60 ADEME, « Écol'air : un établissement qui respire, c'est bon pour l'avenir – Les outils pour une bonne gestion de la qualité de l'air dans les écoles », clés pour agir, 2018.

61 <https://rlabconseil.com/college-seiqa/>.

Les professionnels de santé, les experts scientifiques et les sociétés savantes apportent et partagent des connaissances scientifiques nécessaires à la prise de décision de certains acteurs et à la pertinence des messages diffusés. C'est notamment le cas de l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (APPA)⁶² ou encore de l'Association santé environnement France (ASEF) et la Société francophone de santé et environnement (SFSE) qui mènent des actions générales sur la santé-environnement pour informer et rassembler experts, collectivités, professionnels de santé, entreprises⁶³ et grand public. Dans certaines régions, des conseillers en environnement intérieur (CEI), souvent rattachés à l'APPA, peuvent effectuer un audit de la qualité de l'air, mesurer les polluants et aider les patients asthmatiques à adopter certaines

pratiques pour améliorer l'environnement intérieur de leur domicile.

Enfin, les entreprises ont également un rôle important que ce soit pour sensibiliser leurs employés à ces enjeux, appliquer les mesures nécessaires pour réduire à la source les pollutions ou encore aider d'autres acteurs à déployer ce type de mesures. À titre d'illustration, les solutions déployées par Veolia permettent d'identifier et de comprendre les sources de pollution spécifique à un bâtiment pour adopter le protocole de réduction le plus adapté via la mise en place de systèmes de ventilation et de traitement de l'air (cf. encadré chapitre 2), mais également en impliquant et formant les parties prenantes aux bonnes pratiques.



La démarche *Air Human* de Veolia : impliquer les parties prenantes pour mieux gérer la qualité de l'air intérieur

Au-delà des enjeux techniques de mesure ou de purification de l'air, Veolia propose de rendre occupants, salariés et personnels « acteurs » de l'amélioration de la qualité de l'air intérieur.

Cette démarche « *Air Human* », qui implique l'ensemble des parties prenantes, s'appuie d'abord sur la sensibilisation des personnes concernées.

Cette approche permet de s'assurer que les parties prenantes adoptent des comportements efficaces pour améliorer la qualité de l'air. Cela peut concerner aussi bien le service achats qui peut agir sur les spécificités des produits de nettoyage utilisés dans le bâtiment (avec un impact immédiat sur les concentrations en composés organiques volatils par exemple) ou les occupants à qui il est recommandé de ne pas ouvrir les fenêtres

d'un bâtiment lorsque l'air est pollué à l'extérieur par des particules, des pollens ou des pesticides.

Des outils dédiés, application web et mobile par exemple, sont proposés afin de favoriser les interactions avec les utilisateurs et de saisir leur perception de la qualité de l'air intérieur. Il est en effet indispensable de tenir compte du ressenti des utilisateurs du bâtiment qui peuvent parfois identifier des problématiques particulières comme sur les odeurs (où le nez humain est un « capteur » très sensible). Dans certaines situations spécifiques, par exemple en cas d'incendie à proximité d'un bâtiment (feu de forêt ou incident industriel), ces outils permettent également de rassurer les occupants sur le fait que les installations de traitement de l'air fonctionnent correctement et que l'air intérieur reste de bonne qualité.



© Médiathèque VEOLIA - Julien Muguet

62 <https://www.appa.asso.fr/>.

63 Par exemple, EDF est un membre actif de la SFSE.

Ces démarches d'accompagnement en entreprise permettent aux salariés de s'approprier les connaissances, les outils et les bonnes pratiques de gestion de la qualité de l'air. Elles impulsent des réflexions qui vont même au-delà du lieu de travail et se reflètent sur les habitudes personnelles. Cela étant, une perte d'intérêt est souvent constatée quelques mois après l'installation des systèmes de ventilation ou de traitement de l'air, sauf dysfonctionnement majeur.

Les attentes sociétales sur la qualité de l'air intérieur sont croissantes et deviennent un thème de dialogue régulier. C'est toutefois un sujet sensible et sous-estimé. Une grande partie de la population pense encore ne pas être exposée à la pollution de l'air dans son logement. La dégradation de la qualité de l'air intérieur est une pollution invisible qui appelle ainsi à poursuivre les efforts pédagogiques en impliquant tous les acteurs avec une vision plus systémique pour éviter les messages contradictoires et parfois anxiogènes. C'est ce à quoi s'appliquent de plus en plus d'entreprises.

2 Accompagner le choix des produits utilisés ou apportés dans les espaces clos

Au-delà de la sensibilisation des acteurs, la disponibilité de certaines informations est nécessaire pour pouvoir mettre en application ces bonnes pratiques. Comment choisir les matériaux de construction (peinture, revêtements, vernis, colles, textiles), les meubles, les produits ménagers, les désodorisants, etc. en fonction de leur impact sur la qualité de l'air intérieur ?

Le législateur et le ministère de la Transition écologique ont apporté de premiers éléments de réponse en rendant obligatoire, pour tous les matériaux rentrant en contact avec l'air intérieur, un étiquetage indiquant leurs émissions dans l'air (cf. chapitre 1)^[64]. Cet étiquetage a encouragé les entreprises à aller vers des produits les plus performants possible et donc à assainir le marché. En outre, certaines substances cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction^[65] sont interdites d'utilisation dans les matériaux de construction et les produits de décoration depuis 2009. La loi Grenelle 2 de 2010^[66] prévoyait un étiquetage similaire pour les produits d'ameublement. Pour ce faire, l'ANSES avait publié en 2015 un rapport qui fixait une liste de 21 substances prioritaires identifiées parmi les « 661 substances [...] recensées et [...] considérées comme potentiellement émises par les produits d'ameublement »^[67]. Ceci est toutefois complexe à mettre en œuvre. C'est pourquoi malgré des projets d'arrêté et de décret mis en consultation en 2017, les textes d'application sont toujours en attente d'adoption^[68]. Pour finir, le ministère de la Transition écologique travaille sur l'information et l'étiquetage de certains produits de consommation émetteurs de polluants volatils, tels que les produits désodorisants (encens, bougies ou diffuseurs) et les produits d'entretien.

Bien qu'en cours d'évolution, la réglementation ne concerne donc pas encore tous les produits. Ainsi, les entreprises, encouragées par le développement de labels, ont commencé à contribuer à cet effort en mettant sur le marché des produits moins émissifs ou ne contenant pas certaines substances chimiques, mais également en fournissant de manière volontaire les informations nécessaires et pertinentes. C'est par exemple la démarche adoptée par Saint-Gobain pour les matériaux de construction en contact ou non avec l'air intérieur (cf. encadré chapitre 2).

En contrepartie, on voit se multiplier sur le marché les produits d'entretien dits écologiques, ayant des propriétés variées et destinés à différents types d'utilisation. C'est le cas également de certains labels tels que l'*Indoor Air Comfort*^[69], proposé par Eurofin, qui fait la promotion des produits à plus faible taux d'émission et démontre la conformité avec toutes les exigences relatives aux COV en Europe. À tous ces labels s'ajoutent ceux qui prennent plus largement en compte l'impact environnemental des produits (ex : Ecolabel de l'Union européenne^[70]). Apparaissent de même certains produits purificateurs d'air ou tout simplement des capteurs destinés à suivre la qualité de l'air intérieur.

Face à la multiplication de ces produits et labels, l'Association de recherche clinique en allergologie et asthmologie (ARCAA) a été créée en 2006, afin de répondre scientifiquement avec une parole experte aux questionnements des patients, des entreprises et des collectivités.

64 Dix polluants sont visés : formaldéhyde, acétaldéhyde, toluène, tétrachloréthylène, xylène, triméthylbenzène, dichlorobenzène, éthylbenzène, 2-butoxyéthanol, styrène, ainsi que l'émission totale en COV.

65 Trichloréthylène, benzène, phtalate de dibutyle et phtalate de bis(2-éthylhexyle).

66 Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement.

67 ANSES, « Expertise en appui à l'étiquetage des produits d'ameublement », avis de l'ANSES, rapport d'expertise collective, juin 2015.

68 Gouvernement, « Étiquetage des produits d'ameublement sur leurs émissions en polluants volatils », Consultations publiques du 18 janvier au 10 février 2017. Pour plus d'informations : Cerema, « Qualité de l'Air Intérieur : repères et cadre juridique. Logements, ERP et bâtiments tertiaires », 2021, p. 16.

69 <https://www.eurofins.com/consumer-product-testing/industries/construction-building/indoor-air-comfort/>.

70 <https://www.ecolabel.be/fr>.



Association de Recherche Clinique
en Allergologie et Asthmologie

Le processus d'approbation et de labellisation de l'ARCAA

La proportion de patients allergiques et asthmatiques est en augmentation constante et devrait selon l'OMS atteindre 50 % de la population française en 2050.

Confrontés à de nombreuses sources potentielles d'allergènes dans leur quotidien, au travail, lors de leurs loisirs, mais également au domicile, et à l'absence de label issu des pouvoirs publics, ces patients se tournent vers leur médecin pour trouver des solutions de réduction de leurs expositions.

Pour ce faire, l'ARCAA (Association de Recherche Clinique en Allergologie et Asthmologie) a développé et mis en place les labels « Allergènes contrôlés » (AC) et « Air intérieur contrôlé » (AIC), qui identifient des produits ou structures ayant diminué les concentrations d'allergènes potentiels et les polluants de l'air intérieur.

Ils s'adressent donc, d'une part, aux industriels (de produits cosmétiques, textiles, purificateurs d'air, produits ménagers) pour améliorer leurs gammes et, d'autre part, au grand public qui pourra choisir des produits validés par une entité neutre et experte. Le label AIC est proposé aux établissements recevant du public, comme les crèches, les écoles, hôtels, EHPAD, etc.

Le cahier des charges est rédigé par des médecins experts et validé par un expert hospitalier. Les critères sont choisis en fonction de la réglementation en vigueur et évoluent avec elle. Les experts n'ont pas de lien direct avec les candidats au label.

Ainsi, ces labels sont gages de qualité et de sécurité pour les patients, référence pour les médecins et atout commercial pour l'entreprise qui vend le produit ou détient l'établissement. Ils permettent en effet de concilier l'amélioration du confort de vie des personnes allergiques, tout en augmentant la confiance et la satisfaction de ces consommateurs.

Avec la participation de



La transparence des informations, leur disponibilité et leur lisibilité sont autant de facteurs indispensables pour aider les entreprises, les professionnels, les collectivités, les particuliers et les utilisateurs à faire des choix éclairés en termes de qualité de l'air intérieur. Pour autant, face à leur inflation et complexité, une harmonisation de ces standards semble nécessaire.

À ce titre, le développement de labels scientifiquement validés paraît pertinent autant comme garantie pour les particuliers que comme gage de confiance et de qualité pour les entreprises. Cela pourra de même encourager les entreprises à réduire les émissions de COV ou autre de leurs produits ainsi qu'à substituer ou réduire certaines substances chimiques.

CONCLUSION

Nous passons en moyenne 80 % de notre temps dans des espaces clos et l'air y est deux à cinq fois plus pollué qu'à l'extérieur. De nombreux travaux scientifiques démontrent que l'exposition à ces polluants a divers impacts sur la santé humaine allant d'inconvénients (difficultés de concentration, maux de tête...) à des problèmes plus graves (pathologies respiratoires, retard de croissance chez l'enfant...). En France, le coût socio-économique de la pollution de l'air intérieur serait de plus de 19 milliards d'euros par an^[71]. Ainsi, la question de la qualité de l'air est une préoccupation croissante au sein de la population, des sphères scientifiques, des pouvoirs publics et des entreprises.

Les causes de cette pollution sont multiples : sources d'émissions liées à nos habitudes, aux équipements, matériaux et décorations utilisés, étanchéité croissante des espaces clos et renouvellement de l'air inadéquat. De même, les performances énergétiques de ces espaces ont également un impact sur la santé, que ce soit par le manque d'isolation (introduction de polluants extérieurs, humidité, grandes variations de température) ou par les polluants émis par certains types de chauffage (fuel ou bois par exemple). Ainsi, l'amélioration globale des bâtiments existants et neufs est un élément déterminant aussi bien pour la lutte contre le changement climatique et la sobriété énergétique, que pour améliorer la santé publique.

L'Union européenne et la France se saisissent progressivement de ces sujets, mais les réglementations existantes ne traitent pas encore systématiquement en même temps tous les aspects. Par exemple, la question de la qualité de l'air intérieur est peu traitée dans les réglementations liées à la rénovation des bâtiments, aux véhicules individuels ou aux enceintes ferroviaires souterraines. De même, l'étiquetage sur les émissions de COV est circonscrit à certains produits.

Au sein de la commission Santé-Environnement d'EpE, une quarantaine de grandes entreprises ont mené des réflexions entre elles et avec leurs parties prenantes pour partager des bonnes pratiques et accélérer le déploiement d'actions visant à améliorer la qualité de l'air intérieur ; les principaux leviers sont :

- l'identification et la maîtrise des sources de pollution, ce qui implique une modification dans les comportements et habitudes d'achat et d'utilisation de la population, mais également dans le choix des matériaux utilisés pour la construction de bâtiment ou de véhicules ;
- le renouvellement de l'air des locaux, ce qui suppose l'existence de systèmes d'aération et de ventilation appropriés et bien entretenus dans ces espaces ou la mise en place de protocoles d'aération ;
- si besoin et en complément des actions précédentes, l'épuration de l'air...

Les enjeux pour les entreprises sont ainsi multiples. Pour celles qui construisent, entretiennent ou rénovent ces espaces clos, l'objectif est de trouver le bon équilibre entre les performances thermique, énergétique et la qualité de l'air intérieur. Pour celles qui conçoivent, produisent et mettent sur le marché des matériaux ou produits utilisés dans ces bâtiments, les enjeux résident dans la transparence et l'accessibilité des informations vis-à-vis des substances chimiques contenues, mais également dans l'intégration de considérations portant sur la qualité de l'air intérieur dans la conception des produits. Enfin, toutes les autres entreprises ont un rôle moteur pour améliorer la qualité de l'air au sein de leurs locaux et pour sensibiliser et former leurs employés aux meilleures pratiques.

L'analyse de ces dernières révèle, dans un premier temps, que l'intégration de la qualité de l'air dans la construction, l'entretien et la rénovation des bâtiments, véhicules et EFS a déjà débuté. Le niveau de maturité est toutefois différent selon le stade de vie du bâtiment ou véhicule considéré. L'intégration de la qualité de l'air intérieur dès la conception est en effet la meilleure situation, les marges de manœuvre sont ensuite beaucoup plus réduites. De plus, la prise en compte et la conciliation de la performance énergétique, des émissions de gaz à effet de serre et de la qualité de l'air dès les premières phases de conception permet d'en optimiser les coûts. C'est pourquoi les mesures d'entretien, d'amélioration ou de rénovation des anciens bâtiments et véhicules intègrent plus difficilement la qualité de l'air intérieur.

⁷¹ ANSES « Étude exploratoire du coût socio-économique des polluants de l'air intérieur », rapport d'étude, avril 2014, p. 69.

Cela étant, les entreprises du bâtiment sont encouragées à faire ces efforts, dans une certaine mesure par la réglementation ou la perspective de réglementation, mais surtout par leurs clients et le développement croissant de certifications qui intègrent l'air et d'autres paramètres liés à la qualité de vie et au respect de l'environnement. Ces mesures sont cependant encore assez limitées par le manque d'harmonisation de ces standards et labels, par le manque de connaissances transverses qui concilient les enjeux énergétiques, thermiques et sanitaires, par une évolution timide du marché sur ces sujets et par un manque de prise en compte par les maîtres d'ouvrage et les clients finaux des externalités positives liées à l'amélioration de la qualité de l'air dans les bâtiments. L'éducation des maîtres d'ouvrage et clients finaux (donc du grand public) est une clé de succès à long terme.

Dans un deuxième temps, les réflexions menées au sein de la commission d'EpE ont mis en évidence des mesures déployées par certains acteurs pour réduire la quantité de substances chimiques problématiques présentes dans des produits ou matériaux utilisés dans des espaces clos et/ou pour accroître la transparence de la composition des produits. De nombreuses connaissances sont encore parcellaires et des collaborations publiques-privées avec des experts scientifiques et d'autres parties prenantes pertinentes pourraient encourager les recherches et la transparence dans ce domaine.

En dernier lieu, le comportement des utilisateurs de ces espaces a un impact déterminant sur la qualité de l'air intérieur. Or, bien qu'étant une préoccupation montante, ce sujet est encore sous-estimé par une large part de la population et appelle ainsi à poursuivre les efforts pédagogiques. Certaines entreprises ont débuté ce travail auprès de leurs parties prenantes. La pertinence et la portée des messages seraient sans doute améliorées par une plus grande collaboration entre les acteurs publics et privés, les sphères scientifiques et la société civile.

Liste des figures

Figure 1	Infographie sur les principales sources de pollution de l'air à l'intérieur des logements.	8
Figure 2	Exemple d'étiquetage issu de la réglementation pour les produits de construction en contact avec l'air intérieur.	10

Liste des abréviations

ADEME	Agence de la transition écologique
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
APPA	Association pour la prévention de la pollution atmosphérique
ARCAA	Association de recherche clinique en allergologie et asthmologie
BPCO	Broncho-pneumopathie chronique obstructive
CEN	Comité européen de normalisation
CEREMA	Centre d'études et d'expertises sur les risques, la mobilité et l'aménagement
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
COV	Composé organique volatil
CVC	Chauffage, ventilation et climatisation
DPE	Diagnostic de performance énergétique
EFS	Enceinte ferroviaire souterraine
ERJU	<i>Europe's Rail Joint Undertaking</i>
ERP	Établissement recevant du public
HCSP	Haut Conseil de la santé publique
IdFM	Île-de-France Mobilités
IFPEB	Institut français pour la performance du bâtiment
OMS	Organisation mondiale de la santé
OQAI	Observatoire de la qualité de l'air intérieur
PNSE	Plan national santé environnement
QAI	Qualité de l'air intérieur
SBM	Syndrome du bâtiment malsain
SEIQA	Santé, Environnement Intérieur et Qualité de l'Air
UITP	Union internationale des transports publics
UNECE	<i>United Nations Economic Commission for Europe</i>
VIAQ	<i>Vehicle interior air quality</i>

Références bibliographiques

- ADEME, « Attitudes des Français à l'égard de la qualité de l'air et de l'énergie en 2022 – Vague 9 », Rapport, décembre 2022.
- ADEME, « Écol'air : un établissement qui respire, c'est bon pour l'avenir – Les outils pour une bonne gestion de la qualité de l'air dans les écoles », clés pour agir, 2018.
- ADEME, « Exposition aux polluants émis par les bougies et les encens dans les environnements intérieurs », rapport, juillet 2017.
- Allen (J. G.) et al., « Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, Ventilation, and Volatile Organic Compound Exposures in Office Workers: A Controlled Exposure Study of Green and Conventional Office Environments », *Environmental Health Perspectives*, 2015, 124(6), pp. 805-812.
- ANSES, « Étude exploratoire du coût socio-économique des polluants de l'air intérieur », rapport d'étude, avril 2014.
- ANSES, « Expertise en appui à l'étiquetage des produits d'ameublement », avis de l'ANSES, rapport d'expertise collective, juin 2015.
- ANSES, « Qualité de l'air des enceintes ferroviaires souterraines. Revue de littérature sur les effets sanitaires. Proposition de concentrations en particules dans l'air à ne pas dépasser », avis de l'Anses, rapport d'expertise collective, mai 2022.
- Bonnet (P.) et al. « VOCs in cleaning products used in age care and social facilities: Identification of hazardous substances », *AIMS Environmental Science*, n° 5(6), pp. 402-417
- Cerema, « Guide d'accompagnement à la mise en œuvre de la surveillance réglementaire de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public », guide pratique d'accompagnement, février 2023.
- Cerema, « Qualité de l'Air Intérieur : repères et cadre juridique. Logements, ERP et bâtiments tertiaires », 2021.
- CESE, « Pour une politique publique nationale de santé-environnement au cœur des territoires », Avis 2022-008, 24 mai 2022.
- Fuller (R.) et al., « Pollution and health: a progress update », *The Lancet Planetary Health*, vol. 6, pp. 535-547.
- Gouvernement, « Un environnement, une santé. 4^e Plan National Santé Environnement », avril 2021.
- Grégoire (A.) et al., « Activités domestiques et produits d'usage courant utilisés par les ménages en France », ERS, Vol. 12, n° 2, mars-avril 2013, pp. 129-138.
- Husson (J.-F.) et Aïchi (L.), « Le coût économique et financier de la pollution de l'air », Rapport fait au nom de la commission d'enquête, Sénat n° 610, 9 juillet 2015.
- INERIS, « Recommandations pour la réalisation de mesures harmonisées de la qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines », rapports d'appui/guides, 26 novembre 2020.
- Initiative Rénovons, « Coûts et bénéfices d'un plan de rénovation des passoires thermiques, énergétiques à horizon 2025 », étude économique, février 2017.
- OQAI, « Campagne nationale Logements : État de la qualité de l'air dans les logements français », rapport final, novembre 2006, mis à jour en mai 2007.
- OQAI, « Qualité de l'air et confort dans les écoles en France : premiers résultats de la campagne nationale », Bulletin de l'OQAI, n° 11, juin 2018.
- Sadrizadeh (S.), « Indoor air quality and health in schools: A critical review for developing the roadmap for the future school environment », *Journal of Building Engineering*, 2022, Vol. 57, 104908.

Remerciements

Cette brochure est issue des travaux de la commission Santé-Environnement d'Entreprises pour l'Environnement qui s'est réunie entre 2019 et 2023, sous la Présidence de Christoph Möcklinghoff, Directeur du Département Risques Environnementaux chez Marsh, puis de David Lamy, Senior Vice-Président Stratégie et Développement durable Groupe chez Suez.

Rédigée par l'équipe d'EpE, elle utilise l'expérience et les bonnes pratiques des membres de l'association et l'éclairage de nombreux experts de la qualité de l'air intérieur. EpE remercie les représentants des entreprises membres qui ont partagé leur expérience et participé aux réunions de travail. EpE remercie également les experts, scientifiques et représentants des pouvoirs publics ou d'associations pour leur contribution, reproduite pour certains dans cette publication, et pour leurs interventions en commission, qui ont stimulé les réflexions et actions des entreprises. Que Nathalie de La Falaise, David Laurent, Jean-François Mathieu et Annie Aujon-Aleksy (agence octobre-novembre) soient également remerciés de leurs apports respectifs. EpE remercie particulièrement Marie Marchand-Pilard, Responsable Santé, Juridique et Recherche-Innovation, qui a coordonné ces travaux et rédigé cette synthèse.

Claire Tutenuit

Déléguée générale d'Entreprises pour l'Environnement

À propos d'EpE

L'Association française des Entreprises pour l'Environnement (EpE), créée en 1992, rassemble une soixantaine de grandes entreprises françaises et internationales qui échangent leurs bonnes pratiques et travaillent ensemble à mieux intégrer l'environnement à leurs stratégies et à leurs opérations. Sa raison d'être, **une seule planète et un monde prospère**, résume la volonté de ses membres de conduire leur propre transition écologique et celle de la société et de construire un développement économique compatible avec les limites de la planète et socialement accepté, voire désiré. L'association est le partenaire français du World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).

Les publications d'Entreprises pour l'Environnement sont disponibles sur :

<http://www.epe-asso.org/publications-rapports/>

Photos couverture : ©Shutterstock / ©iStock

Ce document a été imprimé par une entreprise
Imprim'vert qui intègre le management
environnemental dans sa politique globale,
sur du papier PEFC.



Améliorer la qualité de l'air intérieur

