



QUALITE DE L'AIR ET SANTE

REVUE DE LA LITTERATURE

En préparation du séminaire de travail des Villes-Santé

Réseau des Villes-Santé de l'OMS

Mai 2015

Sommaire

Introduction.....	1
La qualité de l'air intérieur	2
Les principaux polluants et leurs effets sur notre santé	3
Valeurs repères de gestion de la qualité de l'air intérieur	6
Bâtiments recevant du jeune public	7
Comment améliorer la qualité de l'air intérieur ?.....	8
La qualité de l'air extérieur	9
Les principaux polluants et leurs effets sur notre santé	9
Textes politiques et cadre légal.....	11
Comment améliorer la qualité de l'air extérieur ?	13
Quel lien entre le changement climatique, la qualité de l'air et la santé ?	16
Références.....	18

Annexes Disponible dans un document sur www.villes-sante.com Rubrique Activités du Réseau > Colloque et Séminaires > Qualité de l'Air (www.villes-sante.com/qualite-air)

Annexe I. Principaux polluants de l'air extérieur et impacts sur la santé

Annexe II. Documents cadres français

Annexe III. La réglementation et les recommandations de l'OMS en vigueur

Annexe IV. Sources d'émissions de polluants atmosphériques dans le cadre d'un projet d'aménagement urbain

Annexe V. Qualité de l'air ambiant: mesure, suivie et analyse dans le cadre d'un projet d'aménagement urbain

Annexe VI. Nuisances olfactives: sources et moyens d'analyse dans le cadre d'un projet d'aménagement urbain

Annexe VII. Allergies: sources et moyens d'actions dans le cadre d'un projet d'aménagement urbain

Les auteurs

Rédigé par **Anna Lloyd**, étudiante à la Faculté d'Ingénierie et Management de la Santé à Lille, en stage au Réseau Français des Villes-Santé début 2015. Edité par **Zoë Heritage**, coordinatrice du Réseau.

Le réseau remercie chaleureusement **Arnaud Dallongeville**, doctorant en santé environnement et **Mélanie Bertin**, doctorante en épidémiologie à l'EHESP pour leurs précieux conseils et leur aide dans la rédaction de ce rapport.

Et également **Hugues Fradet**, Ville de Grenoble et **Guillaume Fauvel et ses collègues** de La Rochelle pour leurs remarques pertinentes.

INTRODUCTION

La pollution de l'air est la première cause environnementale de mortalité en France et Europe.

En France, pour la **pollution de l'air extérieur** :

42 000 décès prématurés par an (estimation) liés à l'exposition aux particules fines (PM 2,5) [1],

20 à 30 milliards d'euros par an, le montant global des coûts associés à une mauvaise santé, la perte de bien-être, de qualité et d'espérance de vie dus à la pollution de l'air extérieur [2],

25 à 30% de la population présente une allergie respiratoire,

Et pour la **pollution de l'air intérieur** en France [3] :

20 000 décès par an,

28 000 nouveaux cas de pathologies par an,

19 milliards d'euros de coût par an.

Au vu de ces chiffres, il est indispensable que les pouvoirs publics prennent des mesures afin de diminuer les impacts de la pollution de l'air sur notre état de santé.

Une mauvaise qualité de l'air va avoir des répercussions sur l'état de santé des populations. Ainsi, des pathologies telles que le cancer des poumons, l'asthme et les maladies cardio-vasculaires vont voir leur nombre augmenter suite à une exposition accrue à ces polluants.

Cependant, il est important de souligner que certaines personnes sont plus sensibles à cette pollution de l'air que d'autres. Il s'agit en particulier :

- des enfants de moins de 12 ans car leur système respiratoire et immunitaire est immature et pas encore totalement formé ;
- des personnes âgées. Leur hypersensibilité serait due au vieillissement de leurs tissus respiratoires, ainsi qu'à la diminution de leurs défenses respiratoires ;
- des enfants et adultes souffrant de pathologies respiratoires (personnes asthmatiques) ou cardio-vasculaires chroniques ;
- des fumeurs, dont l'appareil respiratoire est déjà irrité par le tabac ;
- des femmes enceintes (risques pour le fœtus).

En conséquence, il sera du devoir des pouvoirs publics de limiter l'exposition de la population, et plus particulièrement des personnes fragiles, à ces polluants en agissant sur les sources de cette pollution.

De plus, en vue de la 21ème Conférence des Parties de la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (COP 21) qui aura lieu à Paris fin 2015, il est essentiel de mettre en lumière les effets du changement climatique sur la qualité de l'air et sur la santé.

LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR

A la différence de la pollution de l'air extérieur, davantage connue et médiatisée, celle de l'air intérieur est restée relativement méconnue du grand public jusqu'aux débats du Grenelle de l'environnement. Pourtant, les individus passent près de 90 % de leur temps dans des environnements clos : habitats, locaux de travail ou destinés à recevoir du public, moyens de transports, dans lesquels ils peuvent être exposés à de nombreux polluants. Quand le sujet a émergé, on pensait que la pollution intérieure des locaux était uniquement due au transfert de l'air extérieur. Depuis, tous les travaux démontrent que les polluants présents dans l'air intérieur sont bien typiques de cet environnement, qu'ils sont nombreux et doivent être pris en compte dans leur globalité. Les problèmes de santé dus à cette pollution sont multiples et recouvrent des manifestations cliniques très diverses, qui, pour la plupart, ne sont pas spécifiques des polluants détectés.

Généralement, on distingue les effets liés à de **courtes expositions aux concentrations élevées** de polluants, de ceux **consécutifs d'expositions de longue durée aux faibles doses**.

Les premiers rassemblent notamment des symptômes d'irritations de la peau, des muqueuses ou du tractus respiratoire, des nausées ou des céphalées, pouvant même aller jusqu'à la mort dans certains cas d'intoxication au monoxyde de carbone (CO). Les seconds regroupent des pathologies respiratoires, neurologiques ou cardio-vasculaires par exemple, et peuvent aller jusqu'au développement de certains cancers [3].

Néanmoins, les effets de la pollution intérieure sur la santé ne sont que partiellement connus : les liens entre l'exposition aux polluants et le développement d'une maladie ou d'un symptôme n'ont en effet pas encore été suffisamment étudiés, de plus nous sommes confrontés à des multi-expositions sans connaître les potentielles synergies entre polluants.

Afin d'améliorer la connaissance des polluants présents dans l'air intérieur et d'apporter aux pouvoirs publics les éléments nécessaires à l'évaluation et à la gestion des risques, un Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) a été créé en 2001.

En 2010, cet observatoire a établi une classification de tous les polluants présentant un risque sanitaire. Cette hiérarchisation a permis de définir plusieurs classes en fonction de la typologie des locaux concernés (logements, écoles et bureaux), mais elle a été restreinte aux polluants chimiques puisqu'il est nécessaire de disposer de valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour l'effectuer.

Pour les écoles, 6 substances sont classées « Hautement Prioritaires » : formaldéhyde, benzène, acétaldéhyde, PM 10 et PM 2,5 et chrome.

Pour les logements, 15 substances sont classées « Hautement Prioritaires » : formaldéhyde, benzène, monoxyde de carbone, di-2-éthylhexylphtalate (DEHP), acroléine, plomb, acétaldéhyde, PM 10 et PM 2,5, cadmium, arsenic, benzo[a]pyrène, benzo[a]anthracène, 1,4-dichlorobenzène et chloroforme [4].

Les principaux polluants de l'air intérieur et leurs effets sur notre santé

Les principaux polluants de l'air intérieur sont des :

- **Polluants chimiques** : composés organiques volatils (COV), oxydes d'azote (NOx), monoxyde de carbone (CO), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), phtalates, etc.

- **Bio contaminants** : moisissures, allergènes d'acariens, d'animaux domestiques et de blattes, pollens etc.

- **Particules et fibres** : amiante, fibres minérales artificielles, les particules, etc.

Un polluant de l'air intérieur inclus tout polluant présent dans l'air des environnements clos indépendamment de sa source, qu'il soit endogène à cet environnement (matériaux de construction de décoration et de bricolage, mobiliers, produits d'entretien) et à ses occupants (modes de vie), ou bien extérieur à celui-ci (pollution atmosphérique extérieure, sol, pesticides, etc.).

❖ Composés organiques volatils (COV)

Les composés organiques volatils sont un ensemble de composés chimiques dont le point commun est de s'évaporer, plus ou moins vite, à température ambiante. Ils peuvent provenir de matériaux de construction ou de décoration, de mobiliers, de produits d'entretien, de la cuisson des aliments, de la fumée de tabac, de la colle des meubles et des parfums d'ambiance [5].

Effets sur la santé

L'exposition ponctuelle ou prolongée à certains COV peut présenter des risques pour la santé humaine. Les effets des COV sont le plus souvent mal connus mais on attribue à certains composés la faculté de causer des irritations de la peau, des muqueuses et du système pulmonaire, mais aussi des nausées, des maux de tête, des vomissements, voire des cancers, des altérations de la fertilité ainsi que des troubles du développement de l'embryon comme du futur adulte [6].

Certains de ces polluants (benzène, formaldéhyde) sont classés comme cancérigènes, mais ces effets ne se rencontrent qu'en exposition professionnelle et à des concentrations très largement supérieure à celles rencontrées dans les locaux (logements, écoles).

❖ Composés organiques semi volatils (COSV)

Les composés organiques semi volatils sont des molécules chimiques peu volatiles à température ambiante. Cependant, lorsqu'elles sont en présence d'une source de chaleur, elles deviennent gazeuses. Ainsi, les COSV peuvent se retrouver à la fois sur les particules solides de poussière et dans l'air ambiant [7].

Les principaux COSV ayant des effets néfastes sur la santé sont les phtalates. Les phtalates se trouvent surtout dans les sols en PVC et dans le plastique souple. On trouve aussi des COSV dans les parfums d'ambiance et dans les détergents.

Effets sur la santé

Les phtalates sont considérés comme des perturbateurs endocriniens [8].

❖ Monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone ou CO est un gaz incolore, inodore et mortel. Il est produit par la combustion incomplète d'un combustible (gaz, fioul, charbon, bois, etc.).

En recrudescence dès les premiers grands froids, les intoxications au monoxyde de carbone sont souvent dues à un dérèglement, un mauvais entretien ou une mauvaise installation d'appareils de chauffage à combustion, à l'utilisation d'appareils dangereux dans des espaces mal ou pas ventilés. Au cours de la période de chauffe 2013-2014, 3050 personnes ont été impliquées et 25 personnes sont décédées.

Effets sur la santé

Une intoxication au CO peut avoir de nombreuses répercussions sur la santé. Ainsi, elle entraîne des maux de têtes, nausées, vertiges, mais peut aussi mener à une perte de connaissance transitoire. Des complications neurologiques, psychiatriques ou cardiologiques peuvent survenir, nécessitant ainsi une prise en charge médicale définitive. Dans les cas les plus graves, la personne peut décéder suite à l'intoxication [9].

❖ Particules

Les particules sont un mélange de composés solides et liquides en suspension dans l'air, faisant partie de la famille des aérosols. En milieu intérieur, elles sont principalement émises par les activités de combustion telles que la cuisson des aliments, les appareils de chauffage, mais aussi par le tabagisme, l'encens ou les bombes aérosols. Elles proviennent également du milieu extérieur [10].

Effets sur la santé

Une exposition aux particules entraîne principalement des pathologies respiratoires et cardiovasculaires [6].

❖ Allergènes

Les allergènes sont des substances microscopiques présentes dans l'air et entraînant des allergies chez certains individus sensibles à ces allergènes. Les principaux allergènes présents dans l'air intérieur sont ceux produits par les acariens, les poils d'animaux, les blattes, mais également les pollens provenant de l'extérieur.

Un Français sur quatre est aujourd'hui allergique, cependant tous n'ont pas pleinement conscience des causes de ces allergies, et donc de la place importante qu'occupe l'environnement intérieur dans l'apparition de celles-ci.

Effets sur la santé

Atteinte de la sphère ORL principalement (rhinite, conjonctivites, asthme, etc.) [11].

❖ Moisissures

Les moisissures sont l'une des sources les plus fréquentes de pollution dans les logements. Ce sont des champignons microscopiques qui vont coloniser des milieux humides. Ces moisissures peuvent libérer des spores et des substances odorantes voire toxiques.

Elles sont surtout présentes dans des pièces humides (salle de bain), mal ventilées, sur des murs mal isolés ou ayant des défauts d'étanchéité [12].

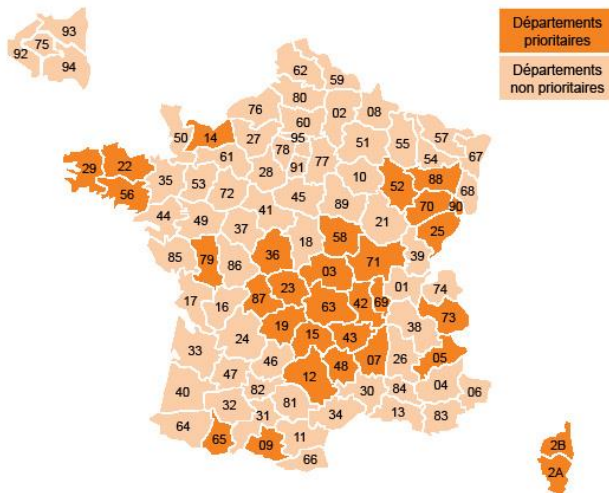
Effets sur la santé

Les principaux effets sur la santé des moisissures sont les allergies, l'asthme, une irritation des muqueuses et parfois des infections pulmonaires chez les personnes ayant des défenses immunitaires diminuées [13].

❖ Radon

Le radon est un gaz radioactif d'origine naturelle provenant de la désintégration du radium, lui-même issu de la désintégration de l'uranium contenu dans la croûte terrestre. Il est inodore et incolore.

Suite à une campagne nationale de mesure du radon dans des locaux, les pouvoirs publics français ont dressé par arrêté une liste de zones prioritaires face au radon. Celles-ci sont le Massif Central, la Bretagne, les Vosges, les Alpes, la Corse et les Pyrénées.



Source : Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie

L'exposition au radon se fait par voie respiratoire. Le radon provient du sol et se trouve, par effet de confinement, à des concentrations plus élevées à l'intérieur des bâtiments qu'à l'extérieur.

La présence de radon dans les bâtiments résulte de nombreux paramètres et plus particulièrement :

- des caractéristiques propres au sol sous-jacent (concentration dans le sol, perméabilité et humidité du sol, présence de fissures ou de fractures dans la roche sous-jacente),
- des caractéristiques propres au bâtiment (procédé de construction, fissuration de la surface en contact avec le sol, système d'aération, etc.),
- du comportement des occupants vis-à-vis de l'aération des locaux.

Effets sur la santé

Le radon est responsable de cancers du poumon chez les personnes exposées régulièrement au radon durant de nombreuses années. Ce risque est proportionnel au temps d'exposition et à sa concentration dans l'air expiré. En cas d'exposition simultanée à la fumée de cigarette et au radon, le risque de développer un cancer du poumon est majoré [3].

Valeurs repères de gestion de la qualité de l'air intérieur

Les valeurs guides de l'air intérieur (VGAI) ont été définies par l'ANSES comme des concentrations dans l'air d'une substance chimique en dessous desquelles aucun effet sanitaire n'est attendu pour la population générale en l'état des connaissances actuelles. Les VGAI se trouvent dans le tableau ci-dessous.

Substances	Valeurs guides de l'air intérieur (VGAI)	
Benzène	VGAI court terme : pour une exposition de 1 à 14 jours	30 µg/m ³
	VGAI intermédiaire : une exposition de 14 jours à 1 an	20 µg/m ³
	VGAI long terme : pour une exposition > 1 an	10 µg/m ³
	VGAI long terme : pour une exposition vie entière correspondant à un niveau de risque 10 ⁻⁶	0,2 µg/m ³
	VGAI long terme : pour une exposition vie entière correspondant à un niveau de risque 10 ⁻⁵	2 µg/m ³
Formaldéhyde	VGAI court terme : pour une exposition de 2 heures	50 µg/m ³
	VGAI long terme : pour une exposition > 1 an	10 µg/m ³
Monoxyde de carbone	VGAI court terme :	
	- Pour une exposition de 8 heures	10 µg/m ³
	- Pour une exposition de 1 heure	30 µg/m ³
	- Pour une exposition de 30 minutes	60 µg/m ³
- Pour une exposition de 15 minutes	100 µg/m ³	
Particules PM 2,5 et PM10	Pas de VGAI proposées – Valeurs guides OMS pour 24 heures :	
	- PM 2,5	25 µg/m ³
	- PM 10	50 µg/m ³
	Pas de VGAI proposées – Valeurs guides OMS pour le long terme :	
- PM 2,5	10 µg/m ³	
- PM 10	20 µg/m ³	
Tétrachloroéthylène	VGAI court terme : pour une exposition de 1 à 14 jours	1380 µg/m ³
	VGAI long terme : pour une exposition > 1 an	250 µg/m ³
Trichloroéthylène	VGAI intermédiaire : pour une exposition de 14 jours à 1 an	800 µg/m ³
	VGAI long terme : pour une exposition vie entière correspondant à un niveau de risque de 10 ⁻⁶	2 µg/m ³
	VGAI long terme : pour une exposition vie entière correspondant à un niveau de risque 10 ⁻⁵	20 µg/m ³

Source : [14]

Bâtiments recevant du jeune public

Aujourd'hui, environ la moitié des enfants de moins de six ans passent 20% de leur temps dans une crèche ou un autre lieu de garde collectif dans lequel ils peuvent être exposés à un grand nombre de polluants. Du fait d'une multitude de sources de pollution concentrées dans un espace restreint, la qualité de l'air dans ces établissements n'est souvent pas très bonne. Le bas âge de ces enfants est un facteur de vulnérabilité, puisque leurs systèmes respiratoire et immunitaire ne sont pas encore matures. De plus, ils sont plus exposés à ces polluants que les adultes, car ils nécessitent un apport plus important d'oxygène de par leurs besoins physiologiques. Les enfants inspirent jusqu'à deux fois plus d'air que les adultes (Volume inspiré/kg). Enfin, l'élimination des polluants inhalés se fait aussi plus lentement, donc il y aura une plus grande accumulation de substances nocives dans l'organisme.

Les polluants principaux présents dans les crèches sont les COV, en particulier le benzène et le formaldéhyde, le radon (dans les départements concernés), les allergènes et les particules [17].

Afin de définir les conditions de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du jeune public de moins de six ans, un décret a été publié le 2 décembre 2011. Celui-ci instaure l'obligation de devoir surveiller périodiquement la qualité de l'air intérieur dans les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans et les écoles maternelles [18].

L'application de l'ensemble des textes réglementaires publiés en 2011 et 2012 sur la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public (ERP) a été suspendue en septembre 2014. De nouveaux textes et de nouvelles procédures devraient être disponibles dans le courant de l'année 2015. Ces textes laissent une plus grande latitude d'intervention aux collectivités territoriales à condition qu'une démarche permanente d'amélioration de la qualité de l'air intérieur des ERP soit mise en œuvre.

Comment améliorer la qualité de l'air intérieur ?

- ✓ Ventiler son logement. Ne jamais boucher les entrées d'air, les grilles d'aération ou les bouches d'extraction (même l'hiver) et les entretenir tous les ans
- ✓ Toujours sortir à l'extérieur pour fumer
- ✓ Réduire les besoins en chauffage en isolant son logement¹
- ✓ Maintenir une température de 19°C et une humidité entre 40 et 60 %
- ✓ Lors de la préparation des repas, faire fonctionner la hotte et l'entretenir régulièrement. Ne jamais bloquer la Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) et la faire vérifier régulièrement par un spécialiste
- ✓ Limiter l'utilisation de parfums d'intérieur, d'encens et d'aérosols
- ✓ Aérer pendant les travaux et le bricolage. Porter des protections adaptées (un masque). Choisir des produits respectueux de l'environnement et de la santé
- ✓ Limiter la quantité d'allergènes présents dans le logement. Eliminer régulièrement les poussières, nettoyer et aérer fréquemment la literie. Limiter la circulation des animaux dans les chambres
- ✓ Utiliser raisonnablement les produits ménagers
- ✓ Choisir des produits et des matériaux moins émissifs grâce à l'étiquetage des produits de construction et de décoration selon leur niveau d'émission (A+ : très faibles émissions ; C : fortes émissions) [15] ; [16]
- ✓ Chaque année, faire vérifier les appareils à combustion par un professionnel qualifié. Respecter les consignes d'utilisation indiquées dans le mode d'emploi de l'appareil. Ne jamais utiliser en continu des appareils de chauffage d'appoint mobiles. Annuellement, faire ramoner mécaniquement les conduits de fumée par un professionnel qualifié
- ✓ Si chauffage au bois, veiller à utiliser un combustible de bonne qualité et exempt de produits chimiques et s'équiper d'un appareil performant labellisé (flamme verte 5 étoiles)

¹ NB : Un isolement trop important peut nuire à la qualité de l'air par diminution du renouvellement d'air

LA QUALITE DE L'AIR EXTERIEUR

Un rapport récent du Haut Conseil de la Santé Publique suggère que l'exposition chronique à certains polluants entraîne des impacts sanitaires plus élevés que l'exposition à court terme, par exemple lors de pics de pollution ; aussi une réduction de ces impacts ne peut être obtenue qu'à condition de parvenir à une amélioration durable de la qualité de l'air [19].

De nombreuses études épidémiologiques et toxicologiques [20] mettent en évidence le rôle de plusieurs polluants de l'air dans l'apparition ou l'aggravation d'un grand nombre de pathologies, notamment des maladies respiratoires et cardiovasculaires, de l'asthme et de certains cancers. Ces effets sont généralement décrits polluant par polluant car il est difficile actuellement de mettre en évidence les effets induits par l'exposition au mélange de polluants présents dans l'air. Ces polluants proviennent principalement du secteur domestique et tertiaire. Les catégories de personnes sensibles à la pollution de l'air extérieur sont les même que pour l'air intérieur.

Afin de promouvoir un environnement sain et favorable à la santé en agissant sur les sources d'émissions de polluants, le gouvernement a publié plusieurs Plans Nationaux Santé Environnement (PNSE), déclinés au niveau de chaque région en Plan Régionaux Santé Environnement (PRSE). L'un des axes majeurs de ces plans est de renforcer la dynamique en santé environnement dans les territoires en favorisant l'implication de la population dans les décisions liées à la santé environnement en mettant à leur disposition un certain nombre d'outils, et en poursuivant les efforts en matière d'éducation, de formation et d'information dans ce domaine.

Les principaux polluants et leurs effets sur notre santé

Les polluants majeurs de l'air extérieur ayant des effets néfastes sur la santé sont les matières particulaires (PM), le dioxyde d'azote (NO₂), le dioxyde de soufre (SO₂), l'ozone (O₃) et les métaux lourds.

❖ Matières particulaires (PM)

Les matières particulaires sont les polluants qui ont le plus d'effets néfastes sur la santé. Les principaux composants sont les sulfates, les nitrates, l'ammonium, le chlorure de sodium, le carbone, les matières minérales et l'eau. Elles se composent d'un mélange de substances organiques et minérales, sous forme solide ou liquide. Les particules les plus nuisibles pour la santé sont celles dont le diamètre n'excède pas 10 microns (\leq PM10); elles peuvent pénétrer et se loger en profondeur dans les poumons.

Même à faible concentration, la pollution aux petites particules a une incidence sanitaire; en effet, on n'a identifié aucun seuil au-dessous duquel elle n'affecte en rien la santé. C'est pourquoi il est préconisé d'œuvrer à limiter au maximum les niveaux de concentration en particules en suspension.

Il faut savoir que cette pollution aux matières particulaires affecte fortement les villes en développement ; cependant même dans l'Union Européenne, où un grand nombre de villes observent les limites recommandées par l'OMS, on estime que l'espérance de vie moyenne est amputée de 8,6 mois en raison de l'exposition de la population aux particules fines issues de l'activité humaine.

Effets sur la santé Une exposition aux matières particulaires peut donner lieu à des accidents vasculaires cérébraux, des cardiopathies, des cancers du poumon ou encore des affections respiratoires dont l'asthme [21].

❖ **Dioxyde d'azote (NO₂)**

Le dioxyde d'azote est un gaz brun-rouge toxique suffocant à l'odeur âcre et piquante.

C'est le principal agent responsable de la formation des aérosols de nitrates (qui représentent une proportion importante des PM 2,5) et d'ozone, en présence de rayons ultraviolets.

Le dioxyde d'azote se forme dans l'atmosphère à partir du monoxyde d'azote (NO) qui est produit lors de la combustion de combustibles fossiles, et qui va être oxydé.

Effets sur la santé Le NO₂ est responsable d'une hyperréactivité bronchique chez les personnes asthmatiques, une inflammation des voies respiratoires et une diminution des fonctions pulmonaires [21].

❖ **Dioxyde de soufre (SO₂)**

Le dioxyde de soufre est un gaz incolore qui irrite les yeux et les voies respiratoires. Il est produit par la combustion des énergies fossiles (charbon et pétrole) et la fonte des minerais de fer contenant du soufre. La source anthropique principale de SO₂ est la combustion des énergies fossiles contenant du soufre pour le chauffage domestique, la production d'électricité ou les véhicules à moteur.

Effets sur la santé Le dioxyde de soufre peut donner lieu à une irritation de l'appareil respiratoire, notamment à une gêne chez les personnes sensibles. Des complications cardiovasculaires peuvent aussi être observées [22].

❖ **Ozone (O₃)**

L'ozone troposphérique (basse atmosphère) est créé lors de réactions photochimiques complexes entre des oxydes d'azote (NO_x) et des composés organiques volatiles (COV) en période ensoleillée. Sa formation va dépendre du niveau d'ensoleillement et du taux de polluants précurseurs (NO_x, COV, CO) dans l'air. En Europe, l'ozone est considéré comme l'un des polluants atmosphériques les plus préoccupants.

Effets sur la santé Une trop grande exposition à l'ozone est susceptible de causer une toux sèche, un gêne respiratoire, des maladies respiratoires et des problèmes cardiovasculaires, mais aussi une augmentation de la fréquence des crises d'asthme chez les personnes asthmatiques, et des décès prématurés dans les cas les plus graves [23].

❖ **Métaux lourds**

Les métaux lourds sont des éléments métalliques qui peuvent être émis par des activités humaines telles que la métallurgie, les combustions et les transports, notamment routiers. Parmi ces substances figurent le plomb, l'arsenic, le cadmium, le nickel et le mercure.

Effets sur la santé Les métaux lourds peuvent entraîner des pathologies nerveuses, hépatiques, respiratoires, rénales et dans certains cas des cancers [24].

Textes politiques et cadre légal

Les pouvoirs publics ont de nombreux textes à leur disposition pour les guider dans le développement de politiques qui soient favorables à une bonne qualité de l'air, et donc à un bon état de santé de la population. Certains de ces textes s'inscrivent dans un contexte national, d'autres dans un contexte européen.

❖ Documents cadres français

Les principaux documents cadres français concernant la qualité de l'air extérieur sont présentés ci-dessous, pour plus d'informations voir le document avec l'Annexe II.

Plan d'Urgence pour la Qualité de l'Air (PUQA)

Au niveau national, un Plan d'Urgence pour la Qualité de l'Air a été annoncé en 2013. Ce plan est issu du Comité Interministériel pour la Qualité de l'Air (CIQA) qui réunissait les représentants de l'Etat, les collectivités et les organismes publics du secteur des transports. Il s'articule principalement autour du secteur des transports vu le rôle significatif qu'ils jouent dans la pollution atmosphérique.

Schéma Régional Climat, Air et Energie (SRCAE)

Les Schémas Régionaux Climat Air Energie (SRCAE), créés par la Loi Grenelle 2, ont pour objectif de répondre aux enjeux du changement climatique de manière globale et cohérente à l'échelon régional, en définissant les orientations et objectifs en matière de demande énergétique, de lutte contre la pollution atmosphérique, de développement des énergies renouvelables, de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'adaptation aux effets probables du changement climatique à long terme (2020 et 2050) [25].

Plan Climat Energie Territorial (PCET)

Un Plan Climat Energie Territorial est un projet territorial de développement durable dont la finalité est la lutte contre le changement climatique et l'adaptation du territoire. Le résultat visé est un territoire résilient, robuste, adapté, au bénéfice de sa population et de ses activités.

Il constitue un cadre d'engagement pour le territoire. Les PCET sont aujourd'hui obligatoires pour les collectivités de plus de 50 000 habitants. Il est élaboré pour chaque échelon de collectivité (régional, départemental, intercommunal et communal si plus de 5000 habitants). En outre, il doit être compatible avec le Schéma Régional Climat-Air-Energie et respecter les orientations de réduction de la pollution de l'air prévues par celui-ci.

Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA)

Les Plans de Protection de l'Atmosphère définissent les objectifs et les mesures, réglementaires ou portées par les acteurs locaux, permettant de ramener, à l'intérieur des agglomérations de plus de 250 000 habitants et des zones où les valeurs limites réglementaires sont dépassées ou risquent de

l'être, les concentrations en polluants atmosphériques à un niveau inférieur aux valeurs limites réglementaires.

Le dispositif des plans de protection de l'atmosphère est régi par le code de l'environnement [26].

Plan de déplacements urbains (PDU)

Les plans de déplacements urbains définissent les principes d'organisation du transport et du stationnement des personnes et des marchandises. Ils sont obligatoires pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants. Ils servent à coordonner des politiques sectorielles portant sur les modes alternatifs à la voiture, la voirie et le stationnement en intégrant plusieurs enjeux transversaux : la protection de l'environnement, l'intégration entre politiques urbaines et de mobilité, l'accessibilité des transports pour tous ou encore la sécurité des déplacements. L'un des objectifs majeurs de ces plans est de diminuer le trafic automobile, et donc la pollution de l'air [27].

Agenda 21

Le programme Agenda 21 a été lancé lors du Sommet de la terre, à Rio, en 1992, avec pour objectif l'élaboration d'un plan d'action pour le 21e siècle. L'Agenda 21 local est un projet de développement durable pour un territoire. C'est une démarche globale initiée par une collectivité locale, conduite avec la population et les acteurs locaux, avec l'ambition collective de faire du développement durable le nouveau modèle de développement du territoire. L'Agenda 21 est à la fois un diagnostic partagé, une stratégie sur la base d'enjeux clairement identifiés et un plan d'action pluriannuel.

Depuis que la qualité de l'air est devenue une problématique non négligeable, plusieurs lois ont été votées, tant au niveau national qu'europpéen. Elles sont détaillées dans le document Annexe III.

Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE)

En France, la préservation d'une bonne qualité de l'air repose sur la loi du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE) présente dans le code de l'environnement. Cette loi cadre vise à rationaliser l'utilisation de l'énergie et à définir une politique publique intégrant l'air en matière de développement urbain. Le droit de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé est reconnu à chacun [28].

❖ Cadre et Règlementation européenne

Directive n° 2008/50/CE du 21 mai 2008

La présente directive fixe des mesures dans le but de définir et fixer des objectifs relatifs à la qualité de l'air ambiant, afin de réduire les effets nocifs pour la santé et l'environnement ; évaluer la qualité de l'air ambiant dans les États membres, sur la base de critères et de méthodes communs ; réunir des informations sur la qualité de l'air ambiant afin notamment de surveiller les tendances à long terme ; faire en sorte que les informations sur la qualité de l'air soient tenues à la disposition du public ; préserver la qualité de l'air ambiant lorsqu'elle est bonne et l'améliorer lorsqu'elle ne l'est pas ; et promouvoir la coopération entre les États membres en vue de réduire la pollution

atmosphérique. Cette directive concerne l'anhydride sulfureux, le dioxyde d'azote et les oxydes d'azote, les particules PM 10 et PM 2,5, le plomb, le benzène, le monoxyde de carbone et l'ozone. Elle a été transposée par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air [29].

Directive n° 2004/107/CE du 15 décembre 2004

La directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004 fixe des valeurs cibles pour les concentrations dans l'air ambiant de l'arsenic, du cadmium, du nickel et de certains hydrocarbures aromatiques polycycliques, qui sont des agents carcinogènes toxiques pour l'Homme, et pour lesquels qu'il n'existe pas de seuil identifiable au-dessous duquel ces substances ne présentent pas de risque pour la santé des personnes [30].

Lignes directrices de l'OMS

Les lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air visent à offrir des conseils sur la façon de réduire les effets sanitaires de la pollution de l'air. Ces lignes directrices sont basées sur l'évaluation par des experts des données scientifiques du moment.

Elles concernent quatre polluants de l'air : les particules, l'ozone, le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre. Elles sont destinées à être utilisées partout dans le monde mais ont été élaborées pour soutenir les actions menées en vue d'atteindre une qualité de l'air permettant de protéger la santé publique dans différents contextes [31].

Comment améliorer la qualité de l'air extérieur ?

❖ Transports

En 2012, le secteur des transports représentait 16 % des émissions nationales de particules fines PM10, 19 % des émissions nationales de particules fines PM 2,5 et 59 % des émissions nationales de NOx [33].

Les mesures phares selon le Ministère de l'Ecologie [33] :

- Réduire le nombre de véhicules polluants
 - Accélérer le renouvellement des voitures pour privilégier les nouveaux véhicules moins polluants
 - Installer des systèmes Rétrofit qui permet de diminuer l'émission de particules par les véhicules anciens
- Agir sur le trafic
 - Restreindre la circulation par la mise en place de zones de circulation restreinte ou de la circulation alternée en cas de pics de pollution
 - Réduire la vitesse de circulation
- Favoriser les mobilités douces
 - Développer les transports en communs

- Développer la marche à pied et le vélo
- Développer le covoiturage
- Développer l'utilisation des véhicules électriques en ville

❖ Résidentiel – tertiaire

En 2012, le secteur domestique représentait 33% des émissions de PM10 en France métropolitaine et 48 % des PM 2,5. De plus, la combustion de bois contribue à hauteur de 90 % des émissions du secteur résidentiel – tertiaire [32].

Les mesures phares [33] :

- Agir sur les appareils de chauffage domestique
 - Renouveler les appareils de chauffage au bois
 - Inciter au renforcement des exigences des nouveaux appareils
- Interdire le brûlage des déchets verts à l'air libre

❖ Industrie

Le secteur industriel représentait en 2012, 84 % des émissions de SO₂, 41 % des émissions de COV et 31 % des émissions de PM10 [32].

Les mesures phares [33]:

- Renforcer les exigences
- Modification de la composante air de la taxe générale sur les activités polluantes
- Réduction des valeurs limites d'émissions pour toutes les installations de combustion dès 0,1 MW

❖ Agriculture

En 2011, le secteur agricole représentait 97 % des émissions d'ammoniac, 53 % des poussières totales en suspension (TSP) et 20 % des émissions de PM10 [32].

Les mesures phares [33] :

- Améliorer les appareils d'épandage
- Couvrir les fosses à lisier
- Limiter le brûlage des résidus agricoles à l'air libre

❖ Projets d'aménagements urbains

La mise en place d'un projet d'aménagement urbain nécessite une évaluation préalable de ses impacts sur l'environnement et sur la santé. C'est à cet effet que les études d'impacts ont été instaurées il y a quarante ans. Elles servent à analyser les effets sur l'environnement d'un projet d'aménagement, d'un programme de développement ou d'une action stratégique, de mesurer leur acceptabilité environnementale et d'éclairer les décideurs. Leur but est d'améliorer la décision par une prise en compte explicite et sélective des considérations environnementales, fournir une base solide pour la gestion des conséquences sur l'environnement des actions d'aménagement, permettre

aux citoyens de s'exprimer sur les modifications prévisibles de leur cadre de vie, et favoriser l'intégration des objectifs fondamentaux que sont la protection de l'environnement et le développement durable. Concernant la qualité de l'air, celle-ci est abordée dans le volet air et santé de l'étude d'impact.

Les études d'impact sur la santé (EIS) sont beaucoup plus récentes que les études d'impact environnemental mais commencent à être plus fréquentes en France [40].

Pour plus d'informations au sujet de la surveillance de la qualité de l'air lors de l'élaboration d'un projet d'aménagement urbain, se référer au document avec les Annexes IV à VII [34].

❖ **Espaces verts**

Certains travaux de recherche ont montré que, par ses propriétés physico-chimiques, biologiques et sa fonction paysagère, la végétation pouvait avoir des impacts environnementaux et sanitaires non négligeables. Sa réelle efficacité, son coût et les espèces qui supportent notre climat sont en cours de discussion.

Les polluants gazeux pénètrent majoritairement dans les feuilles via les stomates, puis se diffusent dans les espaces intercellulaires. Certains peuvent s'accumuler sur les feuilles et y pénétrer ensuite ou être dégradés par les microorganismes présents en surface. Après accumulation dans les tissus foliaires, selon leur nature, les polluants peuvent être stockés, biodégradés ou métabolisés et éventuellement exercer des effets toxiques sur les végétaux.

Les particules se déposent sur les feuilles par gravité ou sous l'effet du vent. Elles peuvent être retenues en surface grâce à la texture rugueuse des feuilles, mais aussi grâce à la présence de poils et de cires sur celles-ci. Par la suite, certaines peuvent pénétrer à l'intérieur des feuilles. D'autres seront remises en suspension dans l'air, la végétation n'étant alors qu'un site de rétention temporaire.

L'entrée des polluants gazeux et particulaires est influencée par des paramètres environnementaux (vent, température, humidité, lumière), les propriétés physico-chimiques des polluants, ou encore les caractéristiques végétales (espèce, âge, stade physiologique, état sanitaire de la plante).

Les mesures phares :

- Créer plus d'espaces verts
- Implanter des arbres ayant une bonne capacité d'accumulation des polluants
 - Privilégier des espèces telles que le magnolia de Kobé, le gommier blanc et le peuplier noir près des routes, car elles ont une forte capacité d'assimilation pour le dioxyde d'azote émis par les véhicules. De façon générale, les arbres à feuilles caduques auraient de plus fortes capacités d'assimilation par rapport aux espèces à feuilles pérennes, mais leur effet disparaît en hiver avec la chute des feuilles.
 - Favoriser les conifères (pins, cyprès, épicéa) pour l'accumulation des particules PM10 par rapport aux arbres à feuilles, en raison de leur surface foliaire plus adhésive.
- Privilégier un feuillage dense mais suffisamment accessible qui favorise le piégeage des particules [35].

QUEL LIEN ENTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE, LA QUALITE DE L'AIR ET LA SANTE ?

La recherche mondiale constate aujourd'hui l'importance des influences réciproques entre la pollution atmosphérique et le changement climatique. En s'appuyant sur les avancées scientifiques, les instances nationales, européennes et internationales envisagent de faire évoluer les politiques environnementales, qui traitent actuellement ces deux questions de manière séparée. L'objectif est de mettre en place des politiques combinées tenant compte de ces interactions pour améliorer l'efficacité, voire le coût des mesures de réduction des émissions [36].

❖ Impact de la pollution atmosphérique sur le changement climatique

L'évolution du climat dépend de nombreux facteurs, dont la concentration atmosphérique en polluants, dont les aérosols d'origine anthropique. Ces polluants vont avoir soit un effet de forçage positif, c'est-à-dire qu'ils vont provoquer une augmentation de la température, soit de forçage négatif, donc une diminution de la température.

Les effets de ces polluants peuvent être :

- Directs : les particules interagissent avec l'énergie solaire incidente et le rayonnement terrestre. Elles captent l'énergie radiative, puis la diffusent ou l'absorbent, en provoquant respectivement une diminution ou une augmentation de la température de l'air.
- Semi-directs : les aérosols absorbants, en influant sur la température de l'air, vont avoir des impacts sur les conditions de formation des nuages. L'augmentation de la température peut entraîner leur dispersion par évaporation ou modifier leur extension géographique.
- Indirects : les aérosols peuvent interagir directement avec les nuages, qui ont eux-mêmes un fort impact radiatif sur le bilan énergétique terrestre. Lorsque des nuages se forment, les aérosols servent de noyaux de condensation. A contenu en eau fixe, un nuage issu d'une masse d'air fortement chargée en aérosols comporte un nombre de gouttelettes plus important qu'un nuage issu d'une masse d'air faiblement chargée en aérosols. De ce fait, le nuage a un fort pouvoir réfléchissant (effet de refroidissement). Les aérosols ont un second effet indirect : les gouttelettes qui forment le nuage, en général plus petites, n'atteignent pas la taille critique au-delà de laquelle se déclenchent les précipitations. La durée de vie du nuage se trouve donc augmentée ; la couverture nuageuse moyenne de la Terre est également plus importante. Cette présence accrue de nuages a un impact refroidissant ou réchauffant selon leur altitude [36].

❖ Impact du changement climatique sur la pollution atmosphérique

Vagues de chaleur :

Les effets du réchauffement climatique sur la pollution de l'air, et donc sur la santé humaine, sont complexes. De nombreux facteurs de risques entrent en jeu, dont la durée et l'intensité d'exposition, mais aussi la catégorie de population observée.

Le changement climatique devrait se traduire par une augmentation de l'intensité et la fréquence des vagues de chaleur. De plus, la concentration des populations dans les zones urbaines et le vieillissement de la population vont conduire à une augmentation du nombre de personnes vulnérables à la chaleur. Les zones urbaines sont particulièrement sensibles du fait de l'amplification des températures, notamment nocturnes, par l'îlot de chaleur urbain. Les personnes vulnérables en milieu urbain devront donc bénéficier d'une plus grande surveillance sanitaire [37].

L'augmentation de la température va avoir des effets sur la formation de polluants secondaires, en particulier d'ozone. En effet, les rayonnements solaires vont agir sur les polluants primaires et provoquer leur transformation en polluants secondaires. L'ozone est une molécule provoquant des effets néfastes surtout chez les personnes fragiles, par exemple chez les insuffisants cardiaques ou respiratoires en accentuant les symptômes cardiovasculaires et respiratoires. Cependant, les effets à long terme, dont la survenue de cancers, sont encore difficiles à mettre en évidence [38].

Enfin, les concentrations en pollen et autres aéroallergènes sont également plus élevées en cas de chaleur extrême. Elles peuvent alors déclencher des crises d'asthme, une maladie dont souffrent environ 300 millions de personnes. L'accroissement des températures devrait augmenter cette charge de morbidité [39].

Vagues de froid

Suite au réchauffement climatique, la population pourrait s'habituer à des niveaux moyens de température plus élevés et se montrer plus sensible qu'à présent pour un même niveau de température, que ce soit par une diminution de son adaptation physiologique au froid ou par une moindre adaptation comportementale. De ce fait, on pourrait constater un surchauffage des lieux de vie, donc une mauvaise utilisation des appareils à combustion, et donc une augmentation du risque d'intoxications au monoxyde de carbone [37].

RÉFÉRENCES

- [1] *The Clean Air for Europe (CAFE) Programme: Towards a Thematic Strategy for Air Quality*, European Commission, 2005
- [2] Rapport de la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement – « Santé et qualité de l'air extérieur », juillet 2012
- [3] Etude exploratoire du coût socio-économique des polluants de l'air intérieur – ANSES Avril 2014 / Kopp P et al « Une première estimation des coûts sociaux économiques des polluants de l'air intérieur » ADSP n°90, mars 2015 p4-8
- [4] : Alméras C., *Hiérarchisation sanitaire des polluants de l'environnement intérieur : mise à jour pour le cas des logements et extrapolation à d'autres environnements intérieurs*, Observatoire de la qualité de l'air intérieur, rapport n° ESE/Santé – 2010-095, septembre 2010, 111p.)
- [5] : *Avis de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'environnement et du travail relatif à une procédure de qualification des émissions de composés organiques volatils par les matériaux de construction et produits de décoration*, AFSSET (ANSES), 2009
- [6] : *Effets sanitaires et valeurs guides pour l'air intérieur*, Ministère des Affaires sociales, de la Santé et des Droits des femmes, 2013
- [7] : Cicoella A., *Les composés organiques volatils (COV) : définitions, classification et propriétés*, Rev Mal Respir 2008 ; 25
- [8] : *Les phtalates : effets sur la santé et exposition*, RES (Réseau Environnement Santé), mars 2012
- [9] : *Monoxyde de carbone et collectivités, Pourquoi et comment y contribuer ?*, Les carnets de l'APPA n°3, 2014
- [10] : *Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos : les particules*, Haut Conseil de la Santé Publique, 2013
- [11] : Ministère des Affaires sociales, de la Santé et des Droits des Femmes : www.sante.gouv.fr
- [12] : Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur : www.oqai.fr
- [13] : *Meilleure connaissance de l'exposition aux moisissures et de leurs effets respiratoires*, Anses, 2009
- [14] : *Tableau des Valeurs Guides pour l'Air Intérieur (VGAI)*, www.anses.fr/fr/documents/VGAIPublieesjuillet2014.pdf
- [15] : *Les bons gestes pour un bon air - Quelques conseils pour améliorer la qualité de l'air à l'intérieur des logements*, OQAI
- [16] : *10 conseils pour améliorer la qualité de l'air intérieur*, Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique, 2014
- [17] : *La qualité de l'air intérieur des crèches - Comprendre et agir*, Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique
- [18] : Décret n°2011-1728 du 2 décembre 2011 relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains bâtiments recevant du public, Légifrance
- [19] : *Pollution par les particules dans l'air ambiant – Recommandations pour protéger la santé*, HCSP, 2012

- [20] : Krishnan RM, Kaufman JD, Hoek G: *Chronic effects of air pollution on cardiovascular health. In Cardiovascular effects of inhaled ultrafine and nanosized particles*. Edited by Cassee FR, Mills NL, Newby D. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc; 2011
- [21] : *Qualité de l'air ambiant (extérieur) et santé*. Aide-mémoire N°313, OMS, 2014
- [22] : *Dioxyde de soufre*, Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, 2015
- [23] : *Ozone*, Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, 2014
- [24] : *Métaux lourds*, Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, 2014
- [25] : Conseil Régional de Lorraine, Climat Air Energie en Lorraine : <http://transitionenergetique.lorraine.eu/fr>
- [26] : *Améliorer la qualité de l'air extérieur : Agir dans tous les secteurs*, Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, 2014
- [27] : *Le Plan de Déplacements Urbains - Pour une intégration des politiques de mobilité*, Certu, Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, 2013 (« outils2aménagement... »)
- [28] : Fédération des Associations de surveillance de la Qualité de l'Air
- [29] : Europa, synthèse de la législation de l'UE, Union Européenne, 2008
- [30] : *Synthèse des travaux du LCSQA menés sur les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques*, Laboratoire de surveillance de la qualité de l'air, 2011
- [31] : *Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre - Synthèse de l'évaluation des risques*, OMS, Mise à jour mondiale 2005
- [32] : Données SECTEN, Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (Citepa), avril 2014
- [33] : *Améliorer la qualité de l'air extérieur : Agir dans tous les secteurs*, Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, 2014
- [34] : *L'étude d'impact sur l'environnement, Objectifs – Cadre réglementaire – Conduite de l'évaluation*, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, 2001
- [35] : *Végétation en ville : quels enjeux pour l'environnement et la santé ?*, Air pur Environnement et santé, n°3, pp4-11, APPA, 2013
- [36] : *Rapport « Interactions entre pollution atmosphérique et changement climatique »*, Ineris, juin 2009
- [37] : *Impacts sanitaires du changement climatique en France, quels enjeux pour l'InVS ?*, Institut de Veille Sanitaire, 2013
- [38] : *Réchauffement climatique et qualité de l'air : des liaisons dangereuses*, Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, mai 2013
- [39] : *Changement climatique et santé*, Aide-mémoire n° 266, OMS, aout 2014
- [40] : ROUE-LE GALL A., LE GALL J., POTELON J-L. et CUZIN Y., 2014. « *Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils* » ; Guide EHESP/DGS, 107 – 117

ANNEXES

Les Annexes de ce document ainsi que des fiches action des Villes-Santé sont disponibles sur le site www.villes-sante.com Rubrique : Actions du Réseau > Colloque et Séminaires > Qualité de l'Air www.villes-sante.com/qualite-air