

## **AVIS**

### **de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail**

#### **Relatif à la proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur pour les particules**

Auto-Saisine Afsset (2004)

---

*L'Afsset a pour mission de contribuer à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement et du travail et d'évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.*

*Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1336-1 du Code de la santé publique).*

---

En zone tempérée, la population passe en moyenne 85 % de son temps dans des environnements clos, principalement dans l'habitat. L'environnement intérieur présente une grande diversité de situations de pollution, avec de nombreux agents physiques et contaminants chimiques ou microbiologiques, liés aux bâtiments, aux équipements, à l'environnement extérieur immédiat et au comportement des occupants.

A l'échelle internationale, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) s'est engagée à publier en 2009 des valeurs guides de qualité d'air intérieur (Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality – conclusions d'un groupe de travail lors de la conférence du 23-24 octobre 2006).

En France, les résultats du programme « Logement » de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI), publiés dans un rapport en novembre 2007, ont permis de dresser un premier état de la qualité de l'air à l'intérieur des logements français. Le rapport décrit des distributions statistiques qui montrent, pour un certain nombre de polluants, la répartition des logements en fonction des concentrations mesurées. Cette première référence sur la qualité de l'air du parc de logements français souligne la nécessité de disposer, au niveau national, de valeurs guides permettant d'asseoir des recommandations, voire d'une réglementation dans ce domaine.

### **Présentation de la question posée**

En raison de l'enjeu sanitaire que présente la qualité de l'air intérieur, l'Afsset s'est auto-saisie en 2004 pour proposer des valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAI). Ce travail d'expertise a pour objectif d'apporter aux pouvoirs publics des éléments utiles à la gestion de ce risque. Elle s'inscrit dans le cadre des conclusions du Grenelle de l'environnement en 2007 et du deuxième PNSE qui prévoit notamment plusieurs actions sur la qualité de l'air intérieur.

Les VGAI sont exprimées en concentration dans l'air d'un polluant, associées à un temps d'exposition, en-dessous desquelles aucun effet sanitaire, aucune nuisance, ou aucun effet indirect important sur la santé n'est en principe attendu au sein de la population générale. Concernant les substances présentes dans l'air intérieur dont les effets sanitaires se manifesteraient sans seuil de dose (généralement des substances cancérigènes génotoxiques), les valeurs guides sont exprimées sous la forme de niveaux de risque correspondant à une probabilité de survenue de la maladie.

## Organisation de l'expertise

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) » avec pour objectif de respecter les points suivants : compétence, indépendance, transparence et traçabilité.

L'Afsset, en collaboration avec le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), a mis en place en janvier 2005 un groupe de travail « Valeur guide de qualité d'air intérieur ». L'Afsset a confié au Comité d'experts spécialisés (CES) « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » le suivi de l'instruction de cette expertise. Le groupe de travail est constitué de représentants d'organismes et de chercheurs compétents en santé environnementale et en matière d'expertise sur l'air intérieur.

Une hiérarchisation des substances d'intérêt a été réalisée sur la base de travaux d'expertise existants (OQAI, 2003 et INDEX, 2005) qui a permis d'établir une liste de polluants prioritaires pour lesquels il est possible et pertinent, en l'état actuel des connaissances, d'élaborer des VGAI françaises. Le groupe de travail a élaboré une méthode de choix de VGAI (Afsset « Document cadre et éléments méthodologiques », 2007).

Pour définir le champ de ses travaux d'expertise sur les particules présents dans l'air intérieur, le groupe de travail a tout d'abord réalisé une partie « Identification et définitions des différents types de particules ».

Ensuite, la démarche adoptée par le groupe de travail a été suivie pour proposer les VGAI pour les particules. Celle-ci se décompose en trois étapes :

- 1<sup>ère</sup> étape : analyse des données sur la toxicité des particules chez l'homme et l'animal ;
- 2<sup>ème</sup> étape : recueil des différentes valeurs guides et valeurs toxicologiques de référence (VTR) publiées au niveau international avec le détail de leur construction et des études de référence ;
- 3<sup>ème</sup> étape : analyse des valeurs recensées et proposition de VGAI françaises.

Les travaux du groupe de travail ont été soumis régulièrement au CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques.

Les travaux sur les VGAI particules ont été examinés au cours de 8 réunions du groupe de travail entre le 9 novembre 2007 et le 27 avril 2009. Le groupe de travail a présenté ses résultats au CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » lors des séances du 2 décembre 2008 et des 5 et 30 juin 2009.

Cet avis se base sur le rapport final d'expertise collective « Propositions de Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur – Particules » adopté par le CES lors de sa séance du 30 juin 2009.

## Avis et recommandations de l'Afsset

Pour formuler son avis, l'Afsset a tenu compte des conclusions et des recommandations formulées par le groupe de travail et le CES, mais également de l'avis divergent d'un expert du CES. Cet avis divergent est mentionné dans la note d'expertise collective et en annexe du

---

\* formaldéhyde, benzène, monoxyde de carbone, particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM10), naphthalène, phtalate de di(2-éthylhexyle) (DEHP), dioxyde d'azote, acétaldéhyde, trichloréthylène, tétrachloroéthylène, ammoniac.

rapport d'expertise. Il ne concerne pas les conclusions du rapport d'expertise mais porte sur la prise en compte de certaines études d'exposition humaine contrôlée.

Dans le cadre de ces travaux, le terme « particules » désigne l'ensemble de la matière solide et/ou liquide en suspension dans l'air. Les particules sont le plus souvent réparties en différentes classes granulométriques selon leur diamètre aérodynamique (d). Selon les dispositifs d'échantillonnage, des appellations différentes sont utilisées dès lors que l'on fait référence au mesurage de différentes fractions granulométriques, pour la surveillance de la qualité de l'air ambiant, ou des atmosphères des lieux de travail.

Les fractions PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub><sup>1</sup> sont les plus communément documentées, dans la mesure où leurs niveaux de concentration dans l'air ambiant sont réglementés et où les études épidémiologiques ont mis en évidence, pour ces fractions, des effets sur la santé.

Les fractions dites submicroniques (PM<sub>1</sub>) et ultrafines (PM<sub>0,1</sub>) sont de plus en plus étudiées en raison d'une toxicité potentiellement accrue (pénétration et persistance dans l'organisme, réactivité de surface plus élevée...).

La composition chimique et biologique des particules est également un élément déterminant lorsque l'on étudie leurs effets sur la santé. Le mélange constituant les particules varie en fonction des sources, de la fraction granulométrique, de la zone géographique, de la météorologie, etc. Ce sujet est complexe et a été peu étudié, que ce soit pour les particules présentes dans l'air extérieur ou pour celles de l'air intérieur. Les études publiées traitent le plus souvent de familles chimiques (phtalates, PBDE, ...).

Les biocontaminants aéroportés ne sont pas spécifiquement considérés dans la présente expertise ainsi que les nanoparticules manufacturées.

Lors de la campagne nationale « Logements » de l'OQAI, les concentrations massiques en PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> ont été mesurées. Les résultats publiés en 2007 montrent que la médiane des concentrations en PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> dans le séjour sont respectivement égales à 31,3 µg.m<sup>-3</sup> (max. = 523 µg.m<sup>-3</sup>) et 19,1 µg.m<sup>-3</sup> (max. = 568 µg.m<sup>-3</sup>).

Les niveaux de particules dans l'air intérieur dépendent de plusieurs facteurs dont le transfert de la pollution extérieure, les activités humaines telles que la cuisson des aliments, l'entretien des locaux et le tabagisme ainsi que certains équipements du bâtiment (état des appareils de combustion domestiques, systèmes de ventilation, etc.). En l'absence de sources intérieures, les niveaux de particules dans l'air intérieur sont corrélés à ceux dans l'air extérieur. En revanche, dès lors que des sources intérieures sont activées, ces dernières contribuent de façon prépondérante aux niveaux intérieurs.

Dans l'air extérieur, les sources sont d'origine naturelle (feux de végétation, éruptions volcaniques et érosion éolienne) ou anthropique (agricultures, industries, transport, chauffage résidentiel etc.).

Les particules fines et ultrafines sont issues principalement de processus de combustion. Des réactions chimiques en phase atmosphérique peuvent aussi conduire à la formation de particules secondaires, plutôt dans la gamme des ultrafines.

Les études portant sur les effets sanitaires des particules présentes dans l'air intérieur sont peu nombreuses. La grande majorité des études chez l'Homme concerne l'exposition aux particules de l'air ambiant.

Le dépôt et la persistance des particules dans l'appareil respiratoire dépendent de leur taille. Différentes régions de dépôt sont généralement considérées :

- les particules les plus grossières (d > 5 µm) sont retenues dans la région nasopharyngée ;

<sup>1</sup> PM<sub>x</sub> : particule en suspension dans l'air, d'un diamètre aérodynamique médian inférieur à x µm (en anglais Particulate Matter)

- les particules de 1 à 5 µm peuvent atteindre la région trachéobronchique où, grâce au mécanisme de clairance mucociliaire, elles sont en grande partie rejetées;
- les particules fines, inférieures à 1 µm, peuvent atteindre les régions bronchiolaire et alvéolaire où leur persistance dans ces tissus peut être prolongée.

Ainsi, les PM<sub>10</sub> se répartissent dans toutes les régions de l'arbre respiratoire. Les PM<sub>2,5</sub> se localisent de manière privilégiée dans les régions bronchiolaire et alvéolaire.

Les effets observés chez l'Homme liés à une exposition à court terme aux particules dans l'air ambiant ont été décrits par des études d'exposition humaine contrôlée et des études épidémiologiques sur les particules diesel et les fractions PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>. Des inflammations respiratoires suivies d'atteintes de la fonction vasculaire ont été observées ainsi que des troubles du rythme cardiaque chez des volontaires en bonne santé ou souffrants de pathologies respiratoires exposés par des instillations nasales ou des inhalations de particules. Des augmentations de la mortalité, des hospitalisations pour des pathologies cardio-respiratoires, des aggravations d'asthme ont été associées à des augmentations des concentrations ambiantes en PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> dans les études épidémiologiques. Ces effets sont généralement plus marqués chez les sujets âgés (65 ans et plus).

Les études portant sur l'exposition à long terme aux particules dans l'air ambiant sont moins nombreuses. Des études de cohorte américaines ont mis en évidence des augmentations significatives de la mortalité (totale, cardio-respiratoire, cancer du poumon) et de la survenue de maladies respiratoires (asthme, broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO)...) et cardio-vasculaires.

Certaines populations sont plus sensibles que d'autres en termes d'effets sur la santé, les sous-groupes suivants peuvent être considérés : fœtus, nouveau-nés, enfants, personnes âgées, toute personne atteinte de pathologie cardiovasculaire ou respiratoire (antécédents d'infarctus du myocarde, coronaropathie, asthme, etc.), de diabète, voire d'obésité.

## Conclusions

La démarche d'élaboration des VGAI n'est pas applicable *stricto sensu* au cas des particules, dans la mesure où celles-ci ne font pas l'objet de valeurs guides basées exclusivement sur des critères sanitaires proposées par des organismes supranationaux ou nationaux, ni de VTR dans les bases de données usuellement consultées.

Ainsi, conformément avec la méthodologie d'élaboration de VGAI, **l'Afsset ne propose pas de valeur guide de qualité d'air intérieur pour des expositions aiguë et chronique aux particules présentes dans l'air intérieur**. A l'heure actuelle, il n'est pas possible de construire de telles valeurs étant donné que les particules sont un mélange très hétérogène tant en taille qu'en composition chimique et biologique. Peu de données sont disponibles pour caractériser les particules dans l'air intérieur compte tenu de la diversité des sources.

La transposition des données épidémiologiques basées sur des mesures extérieures de particules a été écartée pour le calcul d'un excès de risque unitaire (ERU) en raison des limites méthodologiques suivantes :

- difficulté pour choisir l'effet critique associé aux différentes durées d'exposition ;
- insuffisance de données établissant des risques relatifs pour les particules de l'air intérieur qui permettraient de calculer des ERU.
- insuffisance de données concernant la composition chimique et biologique des particules dans l'air intérieur. Celle-ci est potentiellement différente de celle des particules dans l'air extérieur.

Des valeurs guides à des fins de gestion ont été proposées par l'OMS pour l'air ambiant (air extérieur) dans la mise à jour de ses *Air Quality Guidelines*, en 2005 :

- Sur 24 heures : 25  $\mu\text{g.m}^{-3}$  pour les  $\text{PM}_{2,5}$  et 50  $\mu\text{g.m}^{-3}$  pour les  $\text{PM}_{10}$
- Sur le long terme : 10  $\mu\text{g.m}^{-3}$  pour les  $\text{PM}_{2,5}$  et 20  $\mu\text{g.m}^{-3}$  pour les  $\text{PM}_{10}$

Cependant, sur la base des données toxicologiques et épidémiologiques disponibles, l'OMS estime qu'il ne peut être établi de seuil en deçà duquel aucun effet sanitaire néfaste n'est attendu à l'échelle de la population. Des troubles sanitaires ont été rapportés jusqu'à de faibles concentrations en  $\text{PM}_{2,5}$ , de l'ordre de 3 à 5  $\mu\text{g.m}^{-3}$ , voisines du bruit de fond éloigné de toute source, aux États-Unis et en Europe. Compte tenu de la variabilité des niveaux d'exposition de la population et de la variabilité inter-individuelle, il apparaît peu probable qu'une valeur limite à seuil puisse garantir la protection de tous les individus vis-à-vis de tous les effets toxicologiques des particules. L'OMS estime aussi que  $\text{PM}_{10}$  et  $\text{PM}_{2,5}$  sont tous deux les traceurs à considérer et que pour chacun d'eux, des valeurs guides protégeant des effets à court terme d'une part, et des effets à long terme d'autre part, sont utiles.

Dans l'attente d'acquisition de données, **l'Afsset recommande la mise en œuvre par les politiques publiques des valeurs guides de l'OMS pour l'amélioration de la qualité de l'air intérieur** considérant que :

- des concentrations intérieures en particules peuvent être élevées (de l'ordre de plusieurs centaines de  $\mu\text{g.m}^{-3}$ ) liées à la présence de sources intérieures (combustion, système de freinage...)
- une partie des particules de l'air intérieur provient de la pollution atmosphérique ambiante, dont les effets sur la santé sont bien documentés.

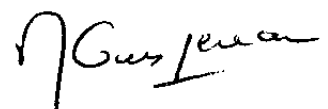
Cette recommandation s'inscrit dans la continuité de l'avis de l'Afsset du 20 mars 2009 relatif à une synthèse des éléments sanitaires en vue d'un appui à l'élaboration de seuils d'information et d'alerte du public pour les particules dans l'air ambiant. L'agence a estimé que des mesures de gestion devraient prioritairement viser l'abaissement des niveaux moyens de particules qui sont responsables de l'essentiel de l'impact sanitaire.

L'agence recommande donc de donner **la priorité à la réduction des pollutions à la source en agissant sur les émissions de particules dans l'air intérieur mais aussi dans l'air ambiant** (combustion du bois, du charbon et du fuel, industries, transports, agriculture...).

Compte tenu de l'insuffisance des données, l'Afsset encourage la réalisation de travaux sur la composition des particules intérieures et sur les effets sur la santé du mélange de particules présent dans les lieux clos.

Enfin, l'Afsset recommande la réalisation de travaux de recherches permettant de mieux caractériser la toxicité et l'exposition aux particules fines et ultrafines.

**Le Directeur général**



Martin GUESPEREAU