

**22/01/2026 : Actualisation de la méthode d'élaboration de valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAI)**

La méthode d'élaboration des VGAI est à présent décrite dans le guide d'élaboration et de choix de valeurs de référence (Saisine n°2020-SA-0019, Anses 2025) en ligne sur le site de l'Anses.

Les évolutions apportées par ce nouveau guide visent la production et le choix de nouvelles VGAI établies par l'Anses.

Elles n'entraînent pas une mise à jour des VGAI précédemment établies par l'Anses selon la méthode du présent rapport.

**anses**  
agence nationale de sécurité sanitaire  
alimentation, environnement, travail



# Proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur

**Évolution de la méthode  
d'élaboration des valeurs guides  
de qualité d'air intérieur**

Avis de l'Anses  
Rapport d'expertise collective

Avril 2011

Édition scientifique



# Proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur

Évolution de la méthode  
d'élaboration des valeurs guides  
de qualité d'air intérieur

Avis de l'Anses  
Rapport d'expertise collective

Avril 2011

Édition scientifique

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 26 avril 2011

## **AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail**

### **Relatif à l'évolution de la méthode d'élaboration de valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAI)**

#### **Auto-Saisine Anses**

*L'Anses a pour mission de contribuer à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'alimentation, 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.1313-1 du Code de la santé publique).*

#### **1. CONTEXTE ET PRÉSENTATION DE LA QUESTION POSÉE**

La qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments constitue une préoccupation de santé publique en France. Chaque individu passe en moyenne, en climat tempéré, 85 % de son temps dans des environnements clos dont une majorité dans l'habitat. L'environnement intérieur offre une grande diversité de situations de pollutions par de nombreux agents physiques et contaminants chimiques ou microbiologiques. La prévalence de l'exposition aux polluants de l'environnement intérieur est donc élevée et peut avoir des conséquences sur la santé publique, même si elles ne sont pas toutes quantifiables avec précision et s'il est souvent difficile de s'accorder sur la part des déterminants génétiques, sociaux et environnementaux dans l'apparition et le développement des pathologies.

Depuis quelques années, une attention croissante est portée en France à la qualité de l'air intérieur. Les pouvoirs publics ont créé en 2001 l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI), qui a pour vocation de dresser un état des lieux des expositions aux polluants de l'air intérieur et de leurs déterminants. Une volonté d'approfondissement des connaissances dans ce domaine a été demandée dans le premier Plan National Santé Environnement (PNSE I, 2004-2008). Celle-ci a été confirmée dans le cadre du **Grenelle de l'environnement** lancé en juillet 2007 et réunissant différents collèges (État, collectivités locales, entreprises, syndicats et organisations non gouvernementales). **Plusieurs propositions concernant la qualité de l'air intérieur ont été reprises dans le PNSE II (2009-2013).** Cette thématique constitue à présent l'une des priorités des lois 2009-967 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement (article 37 et 40) et 2010-788 portant engagement national pour l'environnement (article 180).

Pour faire face à l'enjeu sanitaire que représente la qualité de l'air intérieur et apporter aux pouvoirs publics des éléments utiles à la gestion de ce risque, l'Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail (Anses)<sup>1</sup> s'est autosaisie en 2004 afin d'élaborer des valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAI), fondées sur des critères sanitaires.

Les VGAI ont été définies comme des concentrations dans l'air d'une substance chimique en dessous desquelles aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé n'est attendu pour la population générale, en l'état des connaissances actuelles. Elles visent à préserver la population de tout effet néfaste lié à l'exposition aérienne à cette substance. Cette définition est directement applicable aux valeurs guides construites pour protéger d'effets à seuil de dose. Dans le cas d'effets sans seuil de dose identifiés, les VGAI sont exprimées sous la forme de concentrations correspondant à des probabilités de survenue d'un effet morbide ou d'une pathologie.

Au vu du retour d'expérience sur la précédente méthode et des observations formulées par les parties prenantes lors d'échanges ou de réunions de présentation, l'Anses a souhaité proposer des évolutions quant à la méthode d'élaboration des VGAI telle que proposée par l'Afsset en 2007 (rapport Afsset «Document cadre et éléments méthodologiques», 2007). Dans le cadre des travaux d'expertise 2004-2009, le groupe de travail se limitait, après rédaction du profil toxicologique et sélection de l'effet critique et du mécanisme d'action, à sélectionner les valeurs guides ou les VTR satisfaisantes au regard de critères de qualité prédéfinis. Dorénavant, l'exercice ne se limite plus à la sélection de valeurs existantes et autorise la construction de VGAI.

Certaines parties prenantes ont par ailleurs, interpellé l'agence sur l'applicabilité et l'utilisation des VGAI, notamment sur la manière de mesurer les polluants afin de vérifier le respect des VGAI dans un environnement intérieur donné et d'évaluer le bénéfice sanitaire lié au respect des VGAI. Ainsi, pour la poursuite de cette expertise, il a été décidé de compléter l'accompagnement des VGAI, notamment par des préconisations sur la ou les méthodes de mesure disponibles pour la substance étudiée ainsi que sur la stratégie d'échantillonnage.

Le présent avis de l'Anses a pour objet de présenter les grandes lignes de la méthode de travail du GT « VGAI II » ainsi que les perspectives de travail, en insistant sur les évolutions depuis le précédent mandat.

## 2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

Un groupe de travail « VGAI II », placé sous l'égide du CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens », a été nommé en décembre 2009 pour une période de 3 ans en vue de l'instruction de cette saisine.

Les travaux d'expertise du groupe de travail ont été soumis régulièrement au CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens ». Le rapport produit par le groupe de travail tient compte des observations et éléments complémentaires transmis par les membres du CES. Il a été adopté par le CES lors de la séance du 4 février 2011.

Ces travaux sont ainsi issus d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires. Ils sont réalisés dans le respect de la norme NF X 50-110 « qualité en expertise » avec pour objectif de respecter les critères de compétence, d'indépendance et de transparence tout en assurant la traçabilité.

<sup>1</sup> L'Anses a été créée le 1<sup>er</sup> juillet 2010, agence reprenant les missions de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'alimentation (Afssa) et l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset)

### 3. NOUVELLE METHODE D'ELABORATION DE VALEURS GUIDES DE QUALITE D'AIR INTERIEUR

La méthode d'élaboration de VGAI s'applique aux substances dont l'exposition est majoritairement par inhalation.

La nouvelle méthode d'élaboration des VGAI diffère selon l'existence ou non d'une VGAI OMS (Organisation mondiale pour la santé) :

#### 1. *Substances faisant l'objet d'une VGAI OMS : analyse critique de la valeur proposée par l'OMS*<sup>2</sup>

L'OMS, organisme de référence international concernant la proposition de valeurs guides, a engagé en 2006 l'élaboration de valeurs guides dédiées à l'air intérieur. De telles valeurs guides ont été publiées par l'OMS en décembre 2010 pour certains polluants chimiques sélectionnés. Afin de pouvoir prendre en compte ces nouveaux éléments, une analyse préalable de ces données sera conduite pour la substance étudiée.

L'analyse critique sera articulée autour du choix de l'effet critique, du mécanisme d'action, puis de l'étude source en évaluant les justifications et l'argumentaire développés. En cas d'accord avec les valeurs guides de qualité d'air intérieur de l'OMS, seul un document synthétisant et retraçant les choix et la méthode d'élaboration sera rédigé. Si le groupe de travail estime par ailleurs qu'une durée d'exposition supplémentaire de celle considérée par l'OMS est pertinente, il procédera à la construction d'autres VGAI pour les durées d'exposition *ad hoc*.

En cas de désaccord avec la proposition de l'OMS, le groupe de travail suivra la méthode qu'il a retenue pour l'élaboration de VGAI et justifiera l'exclusion des valeurs guides proposées par l'OMS.

#### 2. *Substances ne faisant pas l'objet d'une VGAI OMS : élaboration d'une VGAI*

En premier lieu, une synthèse des données disponibles relatives à la substance est nécessaire incluant des informations générales telles que l'identification de la substance et de ses propriétés physico-chimiques, la réglementation encadrant la substance, les sources d'émissions (intérieures et extérieures), les données de concentrations dans l'environnement et la contribution des différentes voies et sources d'exposition dans l'exposition globale. Un recueil des valeurs guides et valeurs toxicologiques de référence existantes est réalisé et les éléments ayant permis de construire ces valeurs sont synthétisés en précisant les méthodes de construction choisies et les hypothèses prises.

Dans un second temps, les experts procèdent à une analyse critique des données recueillies lors des étapes précédentes et se prononcent sur le choix d'un ou de plusieurs effets critiques, du ou des mécanismes d'action et des durées d'exposition pertinentes, en s'assurant de la convergence des études (effet corroboré par des données épidémiologiques ou expérimentales, des observations cliniques, histologiques ou biologiques, etc.) et d'un consensus international sur la nature des effets et le mode d'action associé.

Enfin, le groupe de travail propose la construction d'une ou de plusieurs VGAI selon les principes développés dans les guides méthodologiques pour l'élaboration des VTR déjà publiés par l'agence. Le groupe de travail devra sélectionner l'étude source pour le ou les effet(s) critique(s) (mécanisme d'action à seuil ou sans seuil) et les durées d'exposition associées. Le document devra développer, de manière approfondie, le choix et la qualité de l'étude source en justifiant l'adéquation des voies

<sup>2</sup> Indoor air quality guidelines (IAQG)

d'exposition, des durées d'exposition et la forme chimique. Il renseignera également les études les plus pertinentes relatives aux effets critiques retenus et durées d'exposition associées.

**Au final, des VGAI sont proposées pour le ou les effets critiques retenus, le ou les mécanisme(s) d'action établi(s) et la ou les durée(s) d'exposition pertinente(s).**

Concernant les substances pour lesquelles une proposition de VGAI a été formulée par l'agence dans le cadre du premier mandat du groupe de travail (2005-2009), une veille bibliographique sera entreprise par le groupe de travail VGAI II. Ainsi, toute publication d'une valeur guide OMS ou d'une nouvelle étude d'intérêt sur les effets sur la santé liés à une exposition à un des polluants déjà étudiés fera l'objet d'une analyse critique afin d'évaluer l'opportunité de réviser la VGAI recommandée, notamment en cas de divergence entre les valeurs.

#### **4. ACCOMPAGNEMENT DES VALEURS GUIDES DE QUALITE D'AIR INTERIEUR**

Pour répondre aux observations des parties prenantes formulées dans le cadre des travaux d'expertise 2004-2009, la partie relative à l'accompagnement des VGAI est enrichie sur plusieurs volets.

##### 1 Recommandations pour les méthodes de mesure et la stratégie d'échantillonnage

En vue d'élaborer les prochaines VGAI, un recensement des méthodes de mesure disponibles pour l'air intérieur sera réalisé en considérant d'abord les méthodes normalisées, puis les méthodes de mesure pour l'air intérieur (et éventuellement pour l'air ambiant) publiées dans la littérature scientifique et enfin les méthodes normalisées pour l'air des lieux de travail. Une évaluation de ces méthodes de mesure recensées sera réalisée sur la base des critères et exigences de la norme NF EN 482<sup>3</sup>, afin de comparer et de sélectionner la ou les méthode(s) recommandée(s) pour la comparaison des niveaux de concentration mesurés avec les VGAI établies, ainsi que les critères qui ont conduit à ce choix.

Des orientations concernant la stratégie d'échantillonnage seront proposées pour chaque polluant étudié afin de renseigner pour chaque VGAI le pas de temps de prélèvement, la (ou les) période(s) et fréquence de prélèvement et la notion de représentativité spatio-temporelle de la mesure.

##### 2 Mise en perspective des VGAI construites et premiers éléments pouvant permettre la quantification de l'impact sanitaire

Les VGAI proposées, ainsi que les relations doses-effets relevées dans la littérature, seront comparées aux concentrations mesurées, notamment à l'échelle nationale (exemple des données de l'OQAI disponibles pour le parc de logements français). En considérant toutes les limites et les incertitudes liées à cet exercice, l'objectif est d'identifier tous les effets attendus au niveau de la population française, et ainsi d'orienter les actions de gestion éventuelles.

Les résultats de l'expertise pourront attirer l'attention du gestionnaire sur l'identification éventuelle de situations à risque telles que des populations sensibles à un polluant étudié, des environnements intérieurs accueillant des populations spécifiques (écoles, maisons de retraite, hôpitaux...) ou des sources bien identifiées (par exemple : magasin de nettoyage à sec et logements à proximité).

Par ailleurs, l'expertise discutera la part attribuable associée à l'exposition dans les environnements intérieurs par rapport à l'exposition globale. Ces données permettront éventuellement de souligner l'existence d'autres contributeurs à l'exposition de la population générale (pollution extérieure, ...).

<sup>3</sup> Norme NF EN 482 (Novembre 2006) Atmosphères des lieux de travail - Exigences générales concernant les performances des modes opératoires de mesurage des agents chimiques. AFNOR (Indice de classement : X43-277)

Enfin, si les données disponibles pour la substance étudiée le permettent, les travaux d'expertise proposeront des éléments semi-quantitatifs ou quantitatifs du gain sanitaire que pourrait permettre le respect des VGAI élaborées.

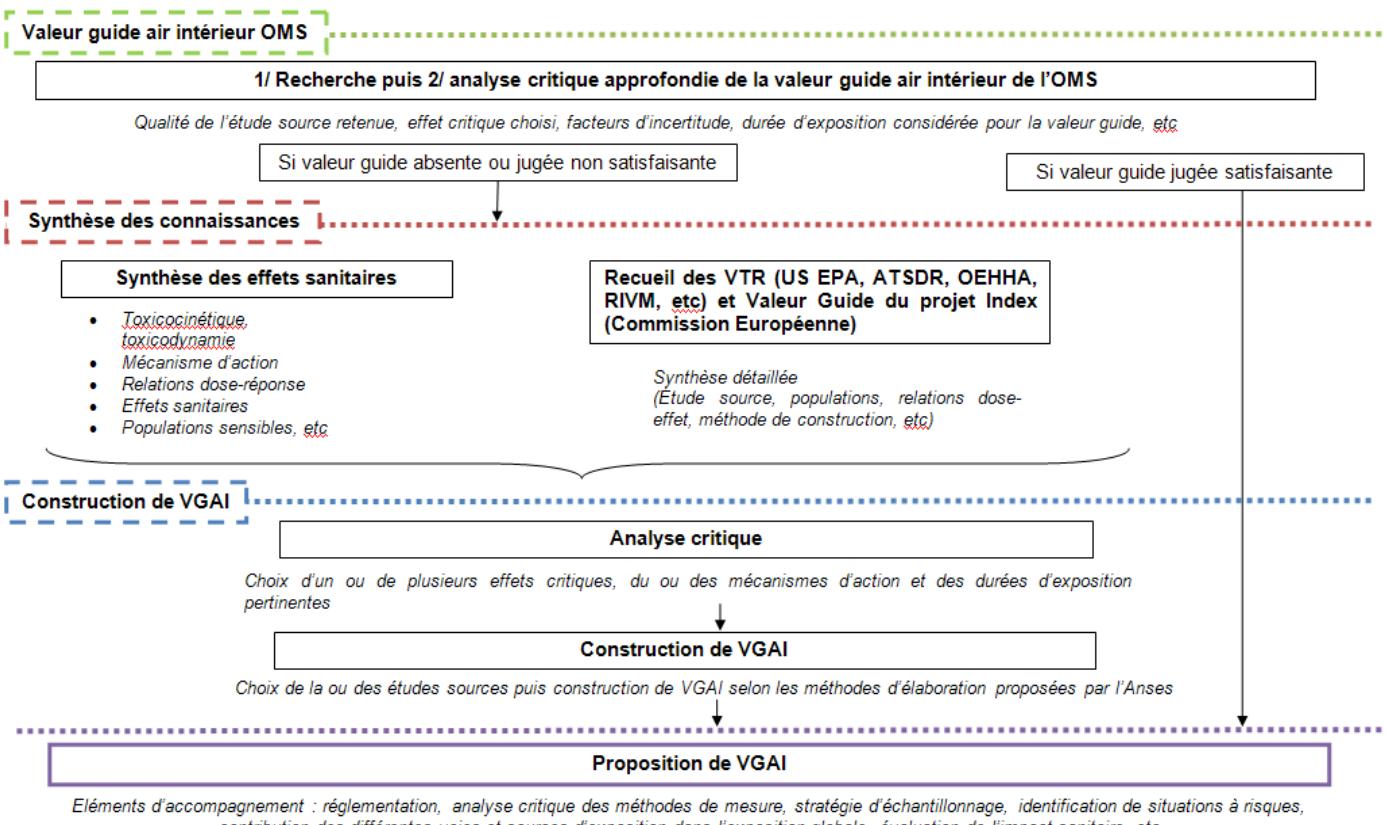
## 5. CONCLUSIONS

Une valeur guide de qualité d'air intérieur vise avant tout à définir et proposer un cadre de référence destiné à protéger la population des effets sanitaires liés à une exposition à la pollution de l'air par inhalation. Il s'agit de contribuer à l'élaboration de recommandations visant *in fine* à éliminer, ou à réduire à un niveau acceptable du point de vue sanitaire, les contaminants ayant un effet néfaste sur la santé humaine et le bien-être, que cet effet soit connu ou supposé. Sur la base du retour d'expérience des travaux d'expertise 2004-2009 et des observations formulées par les parties-prenantes, la méthode d'élaboration des VGAI a été actualisée dans le cadre de ce rapport.

Les évolutions suivantes sont proposées :

- Concernant les substances faisant l'objet d'une VGAI OMS, une analyse critique de la VGAI proposée sera réalisée en première intention ;
- Concernant les substances ne faisant pas l'objet d'une VGAI OMS, ou si la VGAI proposée par l'OMS n'est pas jugée pertinente par le groupe de travail, la construction de VGAI sera réalisée sur la base de l'identification des effets sanitaires liés à une exposition au polluant étudié et de la revue des valeurs de références existantes ;
- Dans tous les cas, les VGAI proposées par le GT seront accompagnées :
  - 1/ d'une analyse des méthodes de mesure disponibles,
  - 2/ d'éléments d'orientation pour la stratégie d'échantillonnage et
  - 3/ d'une mise en perspective des valeurs établies, de l'identification des situations à risque et d'une proposition, lorsque cela est disponible, d'éléments pouvant permettre la quantification du gain sanitaire lié au respect de la VGAI ;
- Une mise à jour des VGAI déjà publiées après analyse de nouvelles valeurs OMS ou de nouvelle(s) étude(s) d'intérêt sur les effets sur la santé liés à une exposition à un des polluants déjà étudiés.

La démarche de proposition de VGAI est présentée schématiquement ci-dessous :



## 6. PERSPECTIVES

Dans le cadre de la poursuite des travaux d'expertise, une actualisation des substances d'intérêt a été réalisée par l'Anses sur la base de la nouvelle hiérarchisation des composés d'intérêt dans les environnements intérieurs proposée par l'OQAI en 2010. La hiérarchisation est fondée sur :

- des indices de risque sanitaire aigu (croisement de valeurs repères toxicologiques court terme et de données d'exposition de la population),
- des indices de risque sanitaire chronique (croisement de valeurs repères toxicologiques long terme et de données d'exposition de la population ainsi que du classement cancérogène de la substance),
- un indice de fréquence de détection dans les logements et
- des indicateurs de qualité établis selon l'origine des données d'entrée précédemment décrites.

Les substances hiérarchisées et classées prioritaires pour lesquelles l'exposition par inhalation est majoritaire (après exclusion des substances ayant déjà été étudiées dans le cadre des travaux d'expertise 2004-2009) sont les suivantes :

- |                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| - acroléine           | - Fluorène         |
| - 1,4-dichlorobenzène | - Furfural         |
| - Acétaldéhyde        | - éthylbenzène     |
| - Chloroforme         | - dioxyde d'azote. |

Il n'est pas envisagé dans l'immédiat l'élaboration de VGAI pour le furfural compte tenu de la qualité insuffisante des connaissances disponibles. En effet, sa hiérarchisation repose sur une valeur repère sanitaire dérivée d'une valeur limite d'exposition professionnelle et de données d'exposition limitées et non françaises.

La hiérarchisation réalisée en 2010 par l'OQAI a porté plus largement sur les composés d'intérêt présents dans les environnements intérieurs incluant les substances en phase gazeuse, phase particulaire et déposées dans les poussières. Pour certaines de ces substances, l'exposition orale via les poussières pourrait ne pas être négligeable, en particulier pour certaines populations comme les jeunes enfants du fait de fréquents contacts main-bouche. Aussi, les experts envisagent, pour une meilleure prise en compte de l'exposition globale dans les environnements intérieurs, de proposer des valeurs guides spécifiques aux poussières intérieures (VGPI) pour ce type de substances. Les substances prioritaires hiérarchisées par l'OQAI pour lesquelles l'exposition par ingestion de poussières est majoritaire sont l'arsenic, le di-2-éthylhexylphthalate (DEHP), le plomb, le benzo[a]pyrène et le chrome.

Les questions méthodologiques sur l'élaboration d'une VGPI et son articulation avec la VGAI restent complexes et font l'objet d'un exercice pratique pour le phthalate de di(2-éthylhexyle) (DEHP). Par ailleurs, l'exposition à ces substances peut aussi être liée à la contamination d'autres milieux (sols, alimentation, etc.). Ces éléments posent la question de la prise en compte des différentes voies et sources d'exposition dans la proposition d'une VGAI ou d'une VGPI afin de protéger la santé de la population. Des travaux prospectifs de construction de VGAI et VGPI ont déjà été initiés par le groupe pour le DEHP et seront soumis à l'avis de la communauté scientifique et d'autres acteurs tels que les gestionnaires de risque avant d'asseoir une méthode spécifique pour la construction de VGPI.

Enfin, une réflexion sera initiée sur la possibilité de construire des VGAI pour des substances appartenant à une même famille chimique et présentant des effets ou des mécanismes d'action communs (phthalates, aldéhydes, etc.).



Le Directeur général de l'ANSES,  
Marc MORTUREUX

---

## **Proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur**

**Evolution de la méthode d'élaboration des valeurs guides de qualité d'air intérieur**

---

**Autosaisine**

## **RAPPORT d'expertise collective**

**Comité d'experts spécialisé « Evaluation des risques liés aux milieux aériens »**

**Groupe de travail « Valeurs guides de qualité d'air intérieur II (VGAI II) »**

**Février 2011**

## Mots clés

---

Valeur guide, air intérieur, méthodologie, hiérarchisation, substances.

## Présentation des intervenants

---

### GROUPE DE TRAVAIL

---

**Président**

Mme Corinne MANDIN – coordinatrice de programmes Air intérieur CSTB – évaluation des risques sanitaires - expologie

**Membres**

M. Michel AUBIER – professeur des universités - praticien hospitalier Inserm et APHP – médecine - pneumologie - qualité de l'air (démission le 18 novembre 2010)

M. Hafid BELHADJ-TAHAR – praticien hospitalier CAP-TV Toulouse – toxicologie - qualité de l'air

Mme Myriam BLANCHARD – chargée de projet PSAS – InVS – épidémiologie - chimie et biologie de l'atmosphère

Mme Nathalie BONVALLOT – enseignant-chercheur EHESP – pharmacie - toxicologie - construction des VTR (intégration le 14 septembre 2010)

M. Pierre-André CABANES – adjoint au directeur du SEM EDF – médecine - évaluation des risques sanitaires

M. Denis CAILLAUD – chef de service CHU Clermont-Ferrand – pneumo-allergologie - épidémiologie - biocontaminants

Mme Brigitte ENRIQUEZ – enseignant-chercheur ENVA – vétérinaire -toxicologie expérimentale

Mme Ghislaine GOUPIL – responsable de la section air et mesures LCPP – métrologie - qualité de l'air

Mme Frédérique GRIMALDI – chef de département Faculté de pharmacie de Marseille – pharmacie – toxicologie - qualité de l'air intérieur

Mme Gaëlle GUILLOSSOU – évaluation des risques santé environnement SEM EDF – évaluation des risques sanitaires - études d'impacts sanitaires

Mme Juliette LARBRE – ingénieur de recherche Ineris – pharmacie – qualité de l'air intérieur

Mme Nathalie LECLERC – responsable projet air intérieur ASPA – métrologie - qualité de l'air intérieur

Mme Caroline MARCHAND – ingénieur à l'Ineris – métrologie - qualité de l'air intérieur (intégration le 14 septembre 2010)

M. Maurice MILLET – professeur des universités à l'Université de Strasbourg – chimie analytique - chimie atmosphérique

M. Luc MOSQUERON – chef de projet évaluation sanitaire Veolia Environnement Recherche et Innovation – pharmacie - toxicologie - évaluation des risques sanitaires

Mme Corinne SCHADKOWSKI – directrice de l'APPA Nord-Pas-de-Calais – physico-chimie de l'atmosphère - chimie analytique - épidémiologie

M. Ludovic TUDURI – enseignant chercheur à l'Université de Bordeaux – chimie analytique - systèmes de prélèvement

---

**ADOPTION DU RAPPORT PAR LE COMITE D'EXPERTS SPECIALISE**

---

Ce rapport a été soumis pour commentaires au CES :

- Evaluation des risques liés aux milieux aériens – le 8 juin et 9 décembre 2010

**Président**

M. Christophe PARIS – Professeur des universités, praticien hospitalier (Université de Lorraine – Centre hospitalier universitaire de Nancy – Institut national de la santé et de la recherche médicale). Spécialités : épidémiologie des risques professionnels, pathologies professionnelles.

**Vice-présidente**

Mme Séverine KIRCHNER – Responsable du pôle Expologie des environnements intérieurs (Centre scientifique et technique du bâtiment), coordinatrice de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur – Spécialités : chimie et pollution de l'atmosphère, air intérieur, expologie.

**Membres**

Mme Armelle BAEZA – Maître de conférence, Habilitation à diriger des recherches Toxicologie (Université Paris Diderot) – Spécialités : toxicologie.

M. Olivier BLANCHARD – Enseignant chercheur (Ecole des hautes études en santé publique) – Spécialités : évaluation des risques sanitaires, pollution atmosphérique, qualité de l'air intérieur.

Mme Céline BOUDET-DEVIDAL – Docteur en sciences (Institut national de l'environnement industriel et des risques) – Spécialités : évaluation des risques sanitaires, pollution atmosphérique, agents polluants, toxicologie.

M. Patrick BROCHARD – Professeur des universités, praticien hospitalier (Université Bordeaux II – Centre hospitalier universitaire de Bordeaux) – Spécialités : médecine du travail, évaluation des risques sanitaires, agents polluants.

Mme Christine BUGAJNY – Responsable du groupe Air (Centre d'études techniques de l'équipement de Nord-Picardie) – Spécialités : pollution atmosphérique et transports, métrologie, évaluation des risques sanitaires.

M. Denis CHARPIN – Professeur des universités, praticien hospitalier (Université de la Méditerranée) – Spécialités : médecine, agents polluants et allergènes, épidémiologie des risques liés à l'environnement.

M. Christophe DECLERCQ – Coordonnateur du Programme de surveillance air et santé (Institut de veille sanitaire) – Spécialités : médecine (santé publique et travail), épidémiologie, statistique, évaluation des risques.

M. Guillaume GARÇON – Maître de conférences, Habilitation à diriger des recherches (Université du Littoral-Côte d'Opale) – Spécialité : toxicologie.

M. Michel GIROUX – Docteur en pharmacie (Institut national de la santé et de la recherche médicale) – Spécialités : toxicologie, épidémiologie, santé publique, environnement et travail.

M. Philippe GLORENNEC – Enseignant chercheur (Ecole des hautes études en santé publique – Institut de recherche sur la santé, l'environnement et le travail – Institut national de la santé et de la recherche médicale) – Spécialités : expologie, évaluation des risques sanitaires.

M. Horacio HERRERA – Chef de département (Institut universitaire romand de santé au travail) – Spécialités : santé travail (hygiéniste), surveillance des ambiances de travail (métrologie, chimie analytique).

M. Eddy LANGLOIS – Ingénieur, responsable de laboratoire (Institut national de recherche et de sécurité) – Spécialités : métrologie des polluants, air des lieux de travail (santé travail), surveillance et méthode d'analyse.

M. Loïc PAILLAT – Ingénieur, responsable technique (Laboratoire central de la préfecture de police) – Spécialités : pollution de l'air intérieur, de l'air ambiant et de l'air des lieux de travail, métrologie des polluants.

M. Christian SEIGNEUR – Directeur du Centre d'enseignement et de recherche en environnement atmosphérique (Ecole nationale des ponts et chaussées) – Spécialités : modélisation environnementale, chimie atmosphérique, évaluation et caractérisation des expositions.

M. Fabien SQUINAZI – Médecin biologiste, directeur (Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris) – Spécialités : air intérieur, microbiologie, pathologies professionnelles induites par la qualité de l'air.

Après prise en compte des commentaires, le rapport a été approuvé par les membres du groupe de travail.

Il a été adopté par le CES le 4 février 2011.

## PARTICIPATION ANSES

---

### Coordination scientifique

M. Guillaume BOULANGER – DER  
Mme Marion KEIRSBULCK – DER

### Contribution scientifique

M. Guillaume BOULANGER – DER  
Mme Marion KEIRSBULCK – DER  
Mme Valérie PERNELET-JOLY – DER  
M. Christophe ROUSSELLE – DER

### Secrétariat administratif

Mme Véronique QUESNEL – DER

## CONTRIBUTION EXTERIEURE AU GROUPE

---

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. Septembre 2010.

## SOMMAIRE

Présentation des intervenants .....	3
<b>EXPERTISE COLLECTIVE : SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS.....</b>	<b>8</b>
Liste des tableaux.....	19
Liste des figures .....	19
<b>1    Contexte, objet et modalités de traitement de la saisine.....</b>	<b>20</b>
Contexte .....	20
Objet de la saisine et mandat du premier groupe de travail .....	21
Mandat du nouveau groupe de travail, moyens mis en œuvre et organisation .....	22
Contenu du présent document .....	23
<b>2    Définition, utilités et finalités des valeurs guides de qualité d'air intérieur .....</b>	<b>25</b>
Définition des Valeurs Guides de Qualité d'Air Intérieur .....	25
Distinction avec d'autres valeurs de référence .....	26
2.1.1 Valeurs limites d'exposition professionnelle .....	26
2.1.2 Valeurs toxicologiques de référence.....	27
2.1.3 Valeurs réglementaires ou valeurs guides de qualité de l'air ambiant .....	27
2.1.4 Valeurs de gestion françaises pour la qualité de l'air intérieur .....	27
2.1.5 Valeurs guides de qualité d'air intérieur dans les autres pays .....	28
Finalités des VGAI .....	30
Evolutions de la démarche d'élaboration des valeurs guides de qualité d'air intérieur .....	31
2.1.6 Propositions de VGAI par le groupe de travail.....	31
2.1.7 Prise en compte des méthodes de mesure .....	31
2.1.8 Premiers éléments pouvant permettre la quantification de l'impact sanitaire .....	32
<b>3    Elaboration des Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur.....</b>	<b>33</b>
Méthode générale appliquée pour l'élaboration des VGAI françaises .....	33
3.1.1 Synthèse et organisation des connaissances.....	33
3.1.1.1 Informations générales.....	33
3.1.1.2 Effets sanitaires.....	34
3.1.1.3 Recueil des valeurs guides et valeurs toxicologiques de référence .....	35
3.1.2 Etude critique et choix du groupe de travail.....	36
3.1.3 Construction d'une VGAI .....	36
Eléments d'accompagnement de la VGAI .....	37
3.1.4 Evaluation des méthodes de mesure .....	38
3.1.5 Préconisations sur la stratégie d'échantillonnage .....	40
3.1.6 Mise en perspective des VGAI construites et premiers éléments pouvant permettre la quantification de l'impact sanitaire .....	41
Mise à jour des VGAI proposées en 2007-2009.....	43

<b>4 Perspectives .....</b>	<b>44</b>
L'environnement intérieur pris au sens large .....	44
Choix des composés d'intérêt à étudier .....	45
4.1.1 Première hiérarchisation (2007) .....	45
4.1.1.1 Méthode de hiérarchisation .....	45
4.1.1.2 Bilan « Choix des polluants » .....	46
4.1.2 Mise à jour de la hiérarchisation des composés d'intérêt (2010) .....	46
4.1.2.1 Méthode de travail et évolutions par rapport à la première hiérarchisation .....	46
4.1.2.2 Résultats globaux pour les logements, les écoles et les bureaux .....	47
4.1.2.3 Résultats détaillés par voie d'exposition .....	50
4.1.3 Bilan des substances retenues .....	54
<b>5 Conclusion .....</b>	<b>55</b>
<b>6 Bibliographie .....</b>	<b>58</b>
Publications .....	58
Normes .....	61
Législation et réglementation .....	61
<b>ANNEXES .....</b>	<b>62</b>
Annexe 1 : Synthèse des déclarations publiques d'intérêts des experts par rapport au champ de la saisine .....	63
Annexe 2 : Grille de lecture des études toxicologiques et épidémiologiques .....	73
Annexe 3 : Evaluation des méthodes de mesures - description de la méthode et des données de validations - Grille de lecture .....	74
Annexe 4 : Evaluation des méthodes de mesures - principaux critères et exigences de la norme NF EN 482 .....	77
Annexe 5 : Hiérarchisation des polluants d'intérêt retenus par le précédent groupe de travail VGAI .....	78
Notes .....	79



## EXPERTISE COLLECTIVE : SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS

### Relatives à l'évolution de la méthode d'élaboration de valeurs guides de qualité d'air intérieur

#### Auto-Saisine Anses

Ce document synthétise d'une part les travaux du groupe de travail Valeurs guides de qualité d'air intérieur et présente d'autre part les éventuels compléments du Comité d'Experts Spécialisés.

#### 1. CONTEXTE ET PRÉSENTATION DE LA QUESTION POSÉE

La qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments constitue une préoccupation de santé publique en France. Chaque individu passe en moyenne, en climat tempéré, 85 % de son temps dans des environnements clos dont une majorité dans l'habitat. L'environnement intérieur offre une grande diversité de situations de pollutions par de nombreux agents physiques et contaminants chimiques ou microbiologiques. La prévalence de l'exposition aux polluants de l'environnement intérieur est donc élevée et peut avoir des conséquences sur la santé publique, même si elles ne sont pas toutes quantifiables avec précision et s'il est souvent difficile de s'accorder sur la part des déterminants génétiques, sociaux et environnementaux dans l'apparition et le développement des pathologies.

Depuis quelques années, une attention croissante est portée en France à la qualité de l'air intérieur. Les pouvoirs publics ont créé en 2001 l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI), qui a pour vocation de dresser un état des lieux des expositions aux polluants de l'air intérieur et de leurs déterminants.

Une volonté d'approfondissement des connaissances dans ce domaine a été demandée dans le premier Plan National Santé Environnement (PNSE I, 2004-2008). Celle-ci a été confirmée dans le cadre du **Grenelle de l'environnement** lancé en juillet 2007 et réunissant différents collèges (État, collectivités locales, entreprises, syndicats et organisations non gouvernementales). **Plusieurs propositions concernant la qualité de l'air intérieur ont été reprises dans le PNSE II (2009-2013).** Cette thématique constitue à présent l'une des priorités des lois 2009-967 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement (article 37 et 40) et 2010-788 portant engagement national pour l'environnement (article 180).

Pour faire face à l'enjeu sanitaire que représente la qualité de l'air intérieur et apporter aux pouvoirs publics des éléments utiles à la gestion de ce risque, l'Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail (Anses)<sup>1</sup> s'est autosaisie en 2004 afin d'élaborer des valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAI), fondées sur des critères sanitaires.

<sup>1</sup> L'Anses a été créée le 1<sup>er</sup> juillet 2010, agence reprenant les missions de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'alimentation (Afssa) et l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset)

**Anses – Saisine « VGAI »**

Les VGAI ont été définies comme des concentrations dans l'air d'une substance chimique en dessous desquelles aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé n'est attendu pour la population générale en l'état des connaissances actuelles. Elles visent à préserver la population de tout effet néfaste lié à l'exposition aérienne à cette substance. Cette définition est directement applicable aux valeurs guides construites pour protéger d'effets à seuil de dose. Dans le cas d'effets sans seuil de dose identifiés, les VGAI sont exprimées sous la forme de concentrations correspondant à des probabilités de survenue d'un effet morbide ou d'une pathologie.

**2. HISTORIQUE**

Un premier groupe de travail co-piloté par l'Anses et le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) avait été mis en place sur la période 2004 – 2009 sous l'égide du Comité d'experts spécialisé (CES) « Evaluation des risques liés aux milieux aériens ».

L'expertise du premier groupe de travail s'est traduite par la publication en 2007 d'un rapport décrivant la méthode d'élaboration de VGAI (rapport Afsset « Document cadre et éléments méthodologiques », 2007).

La démarche anciennement adoptée en vue de proposer des VGAI s'articulait alors en trois grandes étapes :

- 1<sup>ère</sup> étape : recueil et analyse des données toxicologiques et épidémiologiques en vue de la rédaction du profil toxicologique de la substance ;
- 2<sup>ème</sup> étape : recueil et étude critique des différentes valeurs guides (VG) et valeurs toxicologiques de référence (VTR) avec le détail de leur construction et des études de référence ;
- 3<sup>ème</sup> étape : sélection d'une de ces valeurs pour proposition de VGAI française associée à un pas de temps, répondant au mieux aux critères de qualité définis par le groupe de travail. A défaut d'une VG ou VTR jugée satisfaisante par le groupe, aucune VGAI n'était proposée mais des recommandations d'études ou d'expertises étaient formulées.

Les VGAI proposées étaient présentées avec des éléments d'information générale utiles à leur mise en perspective (relations doses-effets, sources d'émissions, concentrations dans les environnements intérieurs, etc.).

Par ailleurs, une hiérarchisation des substances d'intérêt avait été réalisée sur la base des travaux de l'OQAI de 2003 et du projet européen INDEX de 2005. Cette hiérarchisation avait permis d'établir une liste de 12 polluants prioritaires<sup>2</sup> pour lesquels il était pertinent, en l'état des connaissances au moment de l'expertise, d'élaborer des VGAI françaises. Entre 2007 et 2010, sur la base de la méthode établie, l'Anses a proposé des VGAI pour le formaldéhyde (2007), le monoxyde de carbone (2007), le benzène (2008), le naphtalène (2009), le trichloroéthylène (2009) et le tétrachloroéthylène (2010). Pour les particules, aucune VGAI n'a pu être proposée en 2010 pour des expositions aiguës et chroniques conformément à la méthode d'élaboration de VGAI.

A la fin de ce premier mandat, un nouveau groupe de travail « VGAI II », toujours placé sous l'égide du CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens », a été nommé en décembre 2009 pour une période de 3 ans en vue de l'instruction de cette saisine.

Au vu du retour d'expérience sur la précédente méthode et des propositions formulées par les parties prenantes, le nouveau groupe de travail a souhaité proposer des évolutions quant à la méthode d'élaboration des VGAI telle que proposée par l'Anses en 2007. Dans la première phase

<sup>2</sup> Formaldéhyde, Benzène, Monoxyde de carbone, Particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM10), Naphtalène, Phtalate de di(2-éthylhexyle) (DEHP), Dioxyde d'azote, Acétaldéhyde, Trichloroéthylène, Tétrachloroéthylène, Radon, Ammoniac

**Anses – Saisine « VGAI »**

d'expertise, le groupe de travail se limitait, après la rédaction du profil toxicologique, après le choix de l'effet critique et du mécanisme d'action, à sélectionner les valeurs guides ou les VTR satisfaisantes au regard de critères de qualité prédéfinis. Le groupe de travail souhaite dorénavant se donner la possibilité de construire des VGAI. Par ailleurs, certaines parties prenantes ont interpellé l'agence sur l'applicabilité et l'utilisation des VGAI, notamment sur la manière de mesurer les polluants afin de vérifier le respect des VGAI dans un environnement intérieur donné et d'évaluer le bénéfice sanitaire lié au respect des VGAI. Ainsi, pour la poursuite de cette expertise, il a été décidé de compléter l'accompagnement des VGAI, notamment par des préconisations sur la ou les méthodes de mesure disponibles pour la substance étudiée ainsi que sur la stratégie d'échantillonnage.

Cette note d'expertise a pour objet de présenter les grandes lignes de la méthode de travail du groupe de travail « VGAI II » ainsi que les perspectives de travail, en insistant sur les évolutions depuis le précédent mandat.

**3. ORGANISATION DE L'EXPERTISE**

Les travaux d'expertise du groupe de travail sont soumis régulièrement au CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens ». Le rapport produit par le groupe de travail tient compte des observations et éléments complémentaires transmis par les membres du CES.

Afin d'assurer une cohérence sur la construction de valeurs de référence à l'agence (VGAI, VTR et valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP)), le profil toxicologique des substances étudiées est également soumis au CES « Evaluation des risques liés aux substances chimiques » pour avis.

Ces travaux sont ainsi issus d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires. Ils sont réalisés dans le respect de la norme NF X 50-110 « qualité en expertise » avec pour objectif de respecter les critères de compétence, d'indépendance et de transparence tout en assurant la traçabilité.

**4. NOUVELLE METHODE D'ELABORATION DE VALEURS GUIDES DE QUALITE D'AIR INTERIEUR**

La méthode d'élaboration de VGAI s'applique aux substances dont l'exposition est majoritairement par inhalation.

La nouvelle méthode d'élaboration des VGAI diffère selon l'existence ou non d'une VGAI OMS (Organisation Mondiale pour la Santé) :

1. Pour les substances faisant l'objet d'une VGAI OMS : Analyse critique de la valeur proposée par l'OMS<sup>3</sup>

L'OMS, organisme de référence international concernant la proposition de valeurs guides, a engagé en 2006 l'élaboration de valeurs guides dédiées à l'air intérieur. De telles valeurs guides ont été publiées par l'OMS en décembre 2010 pour certains polluants chimiques sélectionnés. Afin de pouvoir prendre en compte ces nouveaux éléments, une analyse préalable de ces données sera conduite pour la substance étudiée.

L'analyse critique sera articulée sur le choix de l'effet critique, du mécanisme d'action, puis de l'étude source en évaluant les justifications et l'argumentaire développés. En cas d'accord avec les valeurs guides de qualité d'air intérieur de l'OMS, seul un document synthétisant et retracant les choix et la méthode d'élaboration sera rédigé. Si le groupe de travail estime par ailleurs qu'une

<sup>3</sup> Indoor air quality guidelines (IAQG)

**Anses – Saisine « VGAI »**

durée d'exposition supplémentaire de celle considérée par l'OMS est pertinente, il procédera à la construction d'autres VGAI pour les durées d'exposition *ad hoc*.

En cas de désaccord avec la proposition de l'OMS, le groupe de travail suivra la méthode qu'il a retenue pour l'élaboration de VGAI et justifiera l'exclusion des valeurs guides proposées par l'OMS.

**2. Pour les substances ne faisant pas l'objet d'une VGAI OMS : Elaboration d'une VGAI**

En premier lieu, une synthèse des données disponibles relatives à la substance est réalisée incluant des informations générales telles que l'identification de la substance et de ses propriétés physico-chimiques, la réglementation liée à la substance, les sources d'émissions (intérieures et extérieures), les données de concentrations dans l'environnement et la contribution des différentes voies et sources d'exposition dans l'exposition globale. Ensuite un recueil des valeurs guides et valeurs toxicologiques de référence existantes est réalisé. Les éléments ayant permis de construire ces valeurs guides et ces VTR sont synthétisés en précisant les méthodes de construction choisies et les hypothèses prises.

Dans un second temps, les experts procèdent à une analyse critique des données collectées lors des étapes précédentes et se prononcent sur le choix d'un ou de plusieurs effets critiques, du ou des mécanismes d'action et des durées d'exposition pertinentes, en s'assurant de la convergence des études (effet supporté par des données épidémiologiques ou expérimentales, des observations cliniques, histologiques ou biologiques, etc.) et d'un consensus international sur la nature des effets et le mode d'action associé.

Enfin, le groupe de travail propose la construction d'une ou de plusieurs VGAI selon les principes développés dans les guides méthodologiques publiées par l'Agence pour l'élaboration des VTR. Le groupe de travail devra sélectionner l'étude source pour le ou les effets critiques (mécanisme d'action à seuil ou sans seuil) et les durées d'exposition associées. Le document doit développer de manière approfondie le choix et la qualité de l'étude source en justifiant de l'adéquation des voies d'exposition, des durées d'exposition et de la forme chimique. Il renseignera également les études les plus pertinentes relatives aux effets critiques retenus et durées d'exposition associées.

**Au final, des VGAI sont proposées pour le ou les effets critiques retenus, le ou les mécanismes d'action établis et la ou les durées d'exposition pertinentes.**

Concernant les substances pour lesquelles une proposition de VGAI a été formulée par l'agence dans le cadre du premier mandat du groupe de travail (2005-2009), une veille bibliographique est entreprise par le nouveau groupe de travail. Ainsi, toute publication d'une valeur guide OMS ou d'une nouvelle étude d'intérêt sur les effets sur la santé liés à une exposition à un des polluants déjà étudiés fera l'objet d'une analyse critique afin d'évaluer l'opportunité de réviser la VGAI recommandée, notamment en cas de désaccord entre les valeurs.

**5. ACCOMPAGNEMENT DES VALEURS GUIDES DE QUALITE D'AIR INTERIEUR**

Pour répondre aux attentes des parties prenantes formulées à l'issue de la première phase d'expertise, la partie relative à l'accompagnement des VGAI est enrichie sur plusieurs volets.

**1 Recommandations pour les méthodes de mesure et la stratégie d'échantillonnage**

Pour les prochaines VGAI, un recensement des méthodes de mesure disponibles pour l'air intérieur sera réalisé en considérant en premier niveau les méthodes normalisées, puis les méthodes de mesure pour l'air intérieur (et éventuellement pour l'air ambiant) publiées dans la littérature scientifique et enfin les méthodes normalisées pour l'air des lieux de travail. Une évaluation de ces

**Anses – Saisine « VGAI »**

méthodes de mesure recensées sera réalisée sur la base des critères et exigences de la norme NF EN 482, afin de faire ressortir la ou les méthodes recommandées pour la comparaison des niveaux de concentrations mesurés avec les VGAI établies, ainsi que les critères qui ont conduit à ce choix.

De même, concernant la stratégie d'échantillonnage, des orientations pour chaque polluant étudié seront fournies afin de renseigner pour chaque VGAI le pas de temps de prélèvement, la (ou les) période(s) et fréquence de prélèvement et la notion de représentativité spatio-temporelle de la mesure, sans décliner des protocoles spécifiques par typologie de lieu et par objectif (surveillance, recherche d'une source, investigation dans le cas d'une plainte, etc.) qui sont traités par d'autres instances.

## 2 Mise en perspective des VGAI construites et premiers éléments pouvant permettre la quantification de l'impact sanitaire

Tout d'abord, les VGAI proposées, ainsi que les relations doses-effets relevées dans la littérature, seront comparées aux concentrations observées, notamment à l'échelle nationale (exemple des données de l'OQAI disponibles pour le parc de logements français). En considérant toutes les limites et les incertitudes liées à cet exercice, l'objectif est d'identifier tous les effets attendus au niveau de la population française, et ainsi d'orienter les actions de gestion éventuelles.

Les résultats de l'expertise pourront attirer l'attention du gestionnaire sur l'identification éventuelle de situations à risque telles que des populations sensibles au polluant étudié, des environnements intérieurs accueillant des populations spécifiques (écoles, maisons de retraite, hôpitaux...) ou des sources bien identifiées (par exemple, magasin de nettoyage à sec et logements à proximité).

Par ailleurs, l'expertise discutera également de la part attribuable associée à l'exposition dans les environnements intérieurs par rapport à l'exposition globale. Ces données permettront d'élargir la réflexion sur l'importance de l'exposition associée aux environnements intérieurs et de souligner l'existence d'autres contributeurs à l'exposition de la population générale (pollution extérieure, ...).

Enfin, si les données disponibles pour la substance étudiée le permettent, les travaux d'expertise proposeront des éléments semi-quantitatifs ou quantitatifs du gain sanitaire que pourrait permettre le respect des VGAI fixées.

## **6. CONCLUSIONS**

Le principal objectif d'une valeur guide de qualité d'air intérieur est de proposer un cadre de référence afin de protéger la population des effets sanitaires liés à une exposition à la pollution de l'air par inhalation et ainsi servir à des actions visant *in fine* à éliminer, ou à réduire à un niveau acceptable du point de vue sanitaire, les contaminants ayant un effet néfaste sur la santé humaine et le bien-être, que cet effet soit connu ou supposé.

Sur la base du retour d'expérience de la première phase d'expertise (2004-2009) et des propositions formulées par les parties-prenantes, la méthode d'élaboration des VGAI a été actualisée dans le cadre de ce rapport.

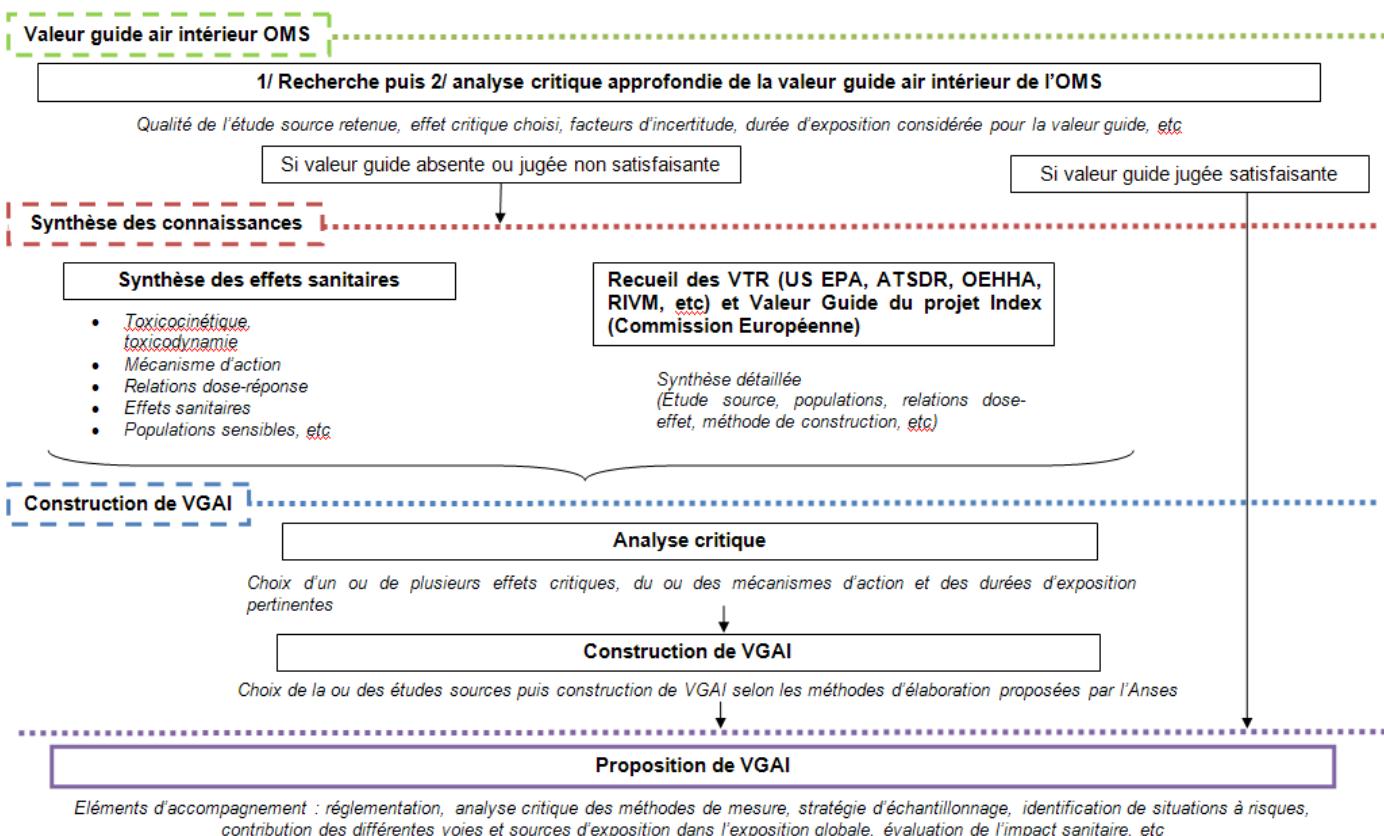
Les évolutions suivantes sont proposées :

- Pour les substances faisant l'objet d'une VGAI OMS, une analyse critique de la VGAI proposée sera réalisée en première intention ;
- Pour les substances ne faisant pas l'objet d'une VGAI OMS, ou si la VGAI proposée par l'OMS n'est pas jugée pertinente par le groupe de travail, la construction de VGAI sera réalisée sur la base de l'identification des effets sanitaires liés à une exposition au polluant étudié et de la revue des valeurs de références existantes ;

## Anses – Saisine « VGAI »

- Dans tous les cas, les VGAI proposées par le GT seront accompagnées :
  - 1/ d'une analyse des méthodes de mesure disponibles,
  - 2/ d'éléments d'orientation pour la stratégie d'échantillonnage et
  - 3/ d'une mise en perspective des valeurs établies, de l'identification des situations à risque et d'une proposition, lorsque cela est disponible, d'éléments pouvant permettre la quantification du gain sanitaire lié au respect de la VGAI ;
- Une mise à jour des VGAI déjà publiées après analyse de nouvelles valeurs OMS ou nouvelle étude d'intérêt sur les effets sur la santé liés à une exposition à un des polluants déjà étudiés.

La démarche de proposition de VGAI est présentée schématiquement ci-dessous :



## 7. PERSPECTIVES

Le précédent groupe de travail missionné par l'Anses avait déterminé une liste de polluants prioritaires pour lesquels il serait pertinent, en l'état actuel des connaissances, d'élaborer une VGAI française.

Dans le cadre de la poursuite des travaux d'expertise, une actualisation des substances d'intérêt a été réalisée sur la base de la nouvelle hiérarchisation des composés d'intérêt dans les environnements intérieurs proposée par l'OQAI en 2010. La hiérarchisation est fondée sur :

- des indices de risque sanitaire aigu (croisement de valeurs repères toxicologiques court terme et de données d'exposition de la population),
- des indices de risque sanitaire chronique (croisement de valeurs repères toxicologiques long terme et de données d'exposition de la population ainsi que du classement cancérogène de la substance),

**Anses – Saisine « VGAI »**

- un indice de fréquence de détection dans les logements et
- des indicateurs de qualité établis selon l'origine des données d'entrée précédemment décrites.

Les substances hiérarchisées et classées prioritaires pour lesquelles l'exposition par inhalation est majoritaire (après exclusion des substances ayant déjà été étudiées dans le cadre de la première phase d'expertise) sont les suivantes :

- acroléine
- 1,4-dichlorobenzène
- Acétaldéhyde
- Chloroforme
- Fluorène
- Furfural
- éthylbenzène
- dioxyde d'azote.

Il n'est pas envisagé dans l'immédiat l'élaboration de VGAI pour le furfural compte tenu de la qualité insuffisante des connaissances disponibles. En effet, sa hiérarchisation repose sur une valeur repère sanitaire dérivée de valeur professionnelle et de données d'exposition limitées et non françaises.

La hiérarchisation de l'OQAI a porté plus largement sur les composés d'intérêt présents dans les environnements intérieurs incluant les substances en phase gazeuse, phase particulaire et déposées dans les poussières. Pour certaines de ces substances, l'exposition orale *via* les poussières pourrait ne pas être négligeable, en particulier pour certaines populations comme les jeunes enfants. Parmi les perspectives identifiées, les experts envisagent, pour une meilleure prise en compte de l'exposition globale dans les environnements intérieurs, de proposer des valeurs guides spécifiques aux poussières intérieures (VGPI) pour ce type de substances. Les substances prioritaires hiérarchisées par l'OQAI pour lesquelles l'exposition par ingestion de poussières est majoritaire sont l'arsenic, le di-2-éthylhexylphthalate (DEHP), le plomb, le benzo[a]pyrène et le chrome.

Les questions méthodologiques sur l'élaboration d'une VGPI et son articulation avec la VGAI restent complexes et font l'objet d'un exercice pratique pour le phthalate de di(2-éthylhexyle) (DEHP). Par ailleurs, l'exposition à ces substances peut aussi être liée à la contamination d'autres milieux (sols, alimentation, etc.). Ces éléments posent la question de la prise en compte des différentes voies et sources d'exposition dans la proposition d'une VGAI ou d'une VGPI afin de protéger la santé de la population. Des travaux prospectifs de construction de VGAI et VGPI ont été initiés par le groupe pour cette substance et seront soumis à l'avis de la communauté scientifique et d'autres acteurs tels que les gestionnaires de risque avant d'asseoir une méthode spécifique pour la construction de VGPI.

Enfin, une réflexion sera initiée sur la possibilité de construire des VGAI pour des substances appartenant à une même famille chimique et présentant des effets ou des mécanismes d'action communs (phthalates, aldéhydes, etc.). Ces thématiques ne sont pas abordées dans le document méthodologique objet de la présente note d'expertise collective et centré sur l'actualisation et l'évolution de la méthode d'élaboration des VGAI pour les substances dont l'exposition est majoritairement par inhalation.

**Anses – Saisine « VGAI »**

Maisons-Alfort, le 4 février 2011,

Au nom des experts du CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens »,



**Le président du CES,  
Christophe PARIS**

## ABREVIATIONS

AFNOR	Association Française de NORmalisation
Anses	Agence Nationale de SEcurité Sanitaire : alimentation, environnement et travail
APPA	Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique
ASPA	Association pour la Surveillance et l'étude de la Pollution atmosphérique en Alsace
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BaA	Benzo[a]anthracène
BaP	Benzo[a]pyrène
BMD	Benchmark dose
CAP-TV	Centre Anti-Poison et Toxicovigilance
CES	Comité d'Experts Spécialisé
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CLI	Concentration Limite d'Intérêt
CMR	Cancérogènes, Mutagènes et/ou toxiques pour la Reproduction
CO	Monoxyde de carbone
COMEAP	Committee on the Medical Effects of Air Pollutants
COV	Composé organique volatil
COSV	Composé organique semi-volatil
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
DALY	Disability adjusted life years
DEHP	Phtalate de di(2-éthylhexyle)
DER	Direction de l'Evaluation des Risques
DG SANCO	Direction de la Santé et de la Consommation de la Commission Européenne
EBD	Environmental burden of disease
EDF	Electricité de France
EHESP	Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique
ENVA	Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort
ERI	Excès de risque individuel
ERU	Excès de risque unitaire
HCSP	Haut Conseil de la Santé Publique
HQE	Haute Qualité Environnementale
IA	Indice de potentiel de risque aigu
IC	Indice de potentiel de risque chronique
IEH	Institut for Environment and Health, UK (en français : institut pour l'environnement et la santé, Royaume-Uni)
IF	Indice de fréquence de détection intérieure

IH	Indice de hiérarchisation
INDEX	Critical Appraisal of the Setting and Implementation on Indoor Exposure Limits in European Union
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
IRIS	Integrated Risk Information System
ISO	International Standard Organisation
InVS	Institut de Veille Sanitaire
JRC	Joint Research Center
LOAEL	Lowest Observed Adverse Effect Level (en français : dose la plus faible pour laquelle est observé un effet indésirable)
LCPP	Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris
NO <sub>2</sub>	Dioxyde d'azote
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level (en français: Dose Maximale Sans Effet Néfaste Observé)
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OQAI	Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur
PB/PK	Pharmacocinétique/Pharmacodynamique
PCB	Polychlorobiphényles
PM <sub>10/2,5</sub>	Particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à 10/2,5 µm
PNSE	Plan National Santé Environnement
PSAS	Programme de Surveillance Air et Santé
Q <sub>global</sub>	Indice de qualité global
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Institut National de Santé Publique et Environnement (Pays-Bas))
RR	Risque relatif
SEM	Service des Etudes Médicales
SBS	Sick building syndrom (en français : syndrôme du bâtiment malsain)
TP	Type de Produit
VLEP	Valeur Limite d'Exposition Professionnelle
VG	Valeur Guide
VGAI	Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur
VGPI	Valeurs Guides dans les Poussières Intérieures
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
UBA	Umweltbundesamt (en français : agence fédérale pour l'environnement, Allemagne)

US EPA

US Environmental Protection Agency (Agence américaine de l'environnement)

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Synthèse des VGAI proposées dans le cadre de la première phase d'expertise de 2004 à 2009	22
Tableau 2 : Hiérarchisation des substances pour lesquelles $IH \geq 10$	48
Tableau 3 : Hiérarchisation des substances présentes dans l'air des logements : sélection des dix substances en tête de liste (sans compter celles disposant déjà de VGAI – grisées)	51
Tableau 4 : Hiérarchisation des substances présentes dans les poussières des logements : sélection des dix substances en tête de liste	53

## Liste des figures

Figure 1 : méthode d'élaboration de VGAI proposée par l'Anses (2011).....	57
---	----

# 1 Contexte, objet et modalités de traitement de la saisine

## Contexte

La qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments constitue une préoccupation de santé publique en France, comme l'est la qualité de l'air extérieur. Chaque individu passe en moyenne, en climat tempéré, 85 % de son temps dans des environnements clos dont une majorité de ce temps dans l'habitat. L'environnement intérieur offre une grande diversité de situations de pollutions par de nombreux agents physiques et contaminants chimiques ou microbiologiques, liées notamment à la nature des matériaux de construction, aux équipements, à l'environnement extérieur immédiat et aux activités des occupants. Or ces pollutions peuvent avoir des conséquences importantes sur l'état de santé des individus, même si elles ne sont pas toutes quantifiables avec précision et s'il est souvent difficile de s'accorder sur la part des déterminants génétiques, sociaux et environnementaux dans l'apparition et le développement des pathologies observées : irritations, maladies allergiques, pathologies dermatologiques d'origine immunitaire, affections broncho-pulmonaires, intoxications aiguës, cancers, syndrome des bâtiments malsains (SBS), etc.

Depuis quelques années, une attention croissante est portée en France sur ce sujet, avec, en particulier, la mise en place par les pouvoirs publics, en 2001, de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) dont la vocation est de dresser un état des lieux des expositions aux polluants de l'air dans les lieux de vie intérieurs et d'en identifier les déterminants, afin d'apporter les informations pour l'évaluation et la gestion des risques sanitaires associés. Les données collectées ont confirmé **la nécessité de disposer, au niveau national, et par polluant, de valeurs de référence** permettant de situer les niveaux de concentrations mesurés dans les environnements clos et d'instaurer des mesures de réduction des émissions proportionnées notamment au risque potentiel encouru. Par ailleurs, le manque de niveaux de référence pour la qualité de l'air intérieur limite le développement de référentiels utiles pour la qualification, en termes sanitaires, des émissions de composés par les produits de construction, de décoration ou de consommation. Ces éléments manquent également pour la conception de protocoles en vue de la spécification de bâtiments à Haute Qualité Environnementale (HQE).

A l'échelle internationale, des valeurs guides de qualité d'air intérieur sont proposées dans certains pays et par des organismes reconnus. Le rapport du projet européen INDEX<sup>4</sup>, financé par la Direction Générale de la Commission Européenne pour la santé et la protection des consommateurs (DG SANCO) et publié en 2005, a dressé une liste de polluants chimiques prioritaires des environnements intérieurs susceptibles d'être réglementés dans le futur et a proposé des valeurs guides de qualité d'air intérieur. Par ailleurs, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) s'est engagée en 2006 à proposer des valeurs guides de qualité de l'air intérieur (OMS, 2006) en distinguant trois groupes : substances chimiques, agents biologiques et polluants émis par la combustion intérieure. Une liste de neuf substances ou familles de substances chimiques a été dressée, dont les valeurs guides ont été publiées fin 2010 (OMS, 2010). Les travaux de l'OMS relatifs à l'humidité et aux moisissures ont été publiés en 2009 (OMS, 2009).

En France, une volonté d'approfondissement des connaissances dans ce domaine a été demandée dans le cadre du premier Plan National Santé Environnement (PNSE, 2004-2008). En

<sup>4</sup> Critical Appraisal of the Setting and Implementation on Indoor Exposure Limits in European Union. The Index Project. Final Report. January, 2005. European Commission.

effet, l'une des douze actions prioritaires visant à répondre à l'un des trois objectifs majeurs du plan, « garantir un air et une eau de bonne qualité », était de « mieux connaître les déterminants de la qualité de l'air intérieur » (Action 14).

En juillet 2007, le **Grenelle de l'environnement** a été engagé afin de réunir différents collèges (État, collectivités locales, entreprises, syndicats et organisations non gouvernementales) pour définir une feuille de route en faveur de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables. **Plusieurs propositions concernant la qualité de l'air intérieur ont été émises et reprises dans le PNSE II.** Cette volonté constitue à présent l'une des priorités des lois 2009-967 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement (articles 37 et 40) et 2010-788 portant engagement national pour l'environnement (article 180).

## Objet de la saisine et mandat du premier groupe de travail

**Pour faire face à l'enjeu sanitaire que représente la qualité de l'air intérieur et apporter aux pouvoirs publics des éléments utiles à la gestion de ce risque,** l'Agence nationale de sécurité sanitaire : alimentation-environnement-travail (Anses)<sup>5</sup> s'est autosaisie en 2004 afin d'élaborer des valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAI) en France, fondées sur des critères sanitaires. L'agence avait mis en place un premier groupe de travail co-piloté avec le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) pour un mandat de 5 ans durant la période 2004 – 2009. Ce groupe de travail était placé sous l'égide du Comité d'experts spécialisé (CES) « évaluation des risques liés aux milieux aériens ».

L'expertise du premier groupe de travail s'est traduite par la publication d'un rapport décrivant une méthode de sélection de VGAI (Afsset, 2007). Par ailleurs, 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 était possible et pertinent, en l'état actuel des connaissances, d'élaborer des VGAI françaises. La liste incluait 12 substances : formaldéhyde, benzène, monoxyde de carbone (CO), particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM<sub>10</sub>), naphtalène, phtalate de di(2-éthylhexyle) (DEHP), dioxyde d'azote, acétaldéhyde, trichloroéthylène, tétrachloroéthylène, ammoniac et radon.

Par la suite, sur la base de la méthode retenue, l'Anses a proposé des VGAI pour le formaldéhyde (2007), le monoxyde de carbone (2007), le benzène (2008), le naphtalène (2009), le trichloroéthylène (2009), les particules (2010) et le tétrachloroéthylène (2010). Le Tableau 1 récapitule les valeurs publiées à ce jour.

<sup>5</sup> L'Anses a été créée le 1<sup>er</sup> juillet 2010, agence reprenant les missions de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'alimentation (Afssa) et l'agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset).

**Tableau 1 : Synthèse des VGAI proposées dans le cadre de la première phase d'expertise de 2004 à 2009**

Substances	VGAI proposées		Année de parution
Formaldéhyde	VGAI court terme : pour une exposition de 2 heures	50 µg.m <sup>-3</sup>	2007
	VGAI long terme : pour une exposition > 1 an	10 µg.m <sup>-3</sup>	
Monoxyde de carbone (CO)	VGAI court terme - Pour une exposition de 8 heures - Pour une exposition de 1 heure - Pour une exposition de 30 minutes - Pour une exposition de 15 minutes	10 mg.m <sup>-3</sup> 30 mg.m <sup>-3</sup> 60 mg.m <sup>-3</sup> 100 mg.m <sup>-3</sup>	2007
Benzène	VGAI court terme : pour une exposition de 1 à 14 jours	30 µg.m <sup>-3</sup>	2008
	VGAI intermédiaire : pour une exposition de 14 jours à 1 an	20 µg.m <sup>-3</sup>	
	VGAI long terme : pour une exposition > 1 an	10 µg.m <sup>-3</sup>	
	VGAI long terme : pour une exposition vie entière correspondant à un niveau de risque de 10 <sup>-6</sup>	0,2 µg.m <sup>-3</sup>	
	VGAI long terme : pour une exposition vie entière correspondant à un niveau de risque de 10 <sup>-5</sup>	2 µg.m <sup>-3</sup>	
Naphtalène	VGAI long terme : pour une exposition > 1 an	10 µg.m <sup>-3</sup>	2009
Trichloroéthylène	VGAI intermédiaire : pour une exposition de 14 jours à 1 an	800 µg.m <sup>-3</sup>	2009
	VGAI long terme : pour une exposition vie entière correspondant à un niveau de risque de 10 <sup>-6</sup>	2 µg.m <sup>-3</sup>	
	VGAI long terme : pour une exposition vie entière correspondant à un niveau de risque de 10 <sup>-5</sup>	20 µg.m <sup>-3</sup>	
Tétrachloroéthylène	VGAI court terme : pour une exposition de 1 à 14 jours	1380 µg.m <sup>-3</sup>	2010
Particules <sup>6</sup> (PM <sub>2,5</sub> et PM <sub>10</sub> )	pas de VGAI proposées		2010

## Mandat du nouveau groupe de travail, moyens mis en œuvre et organisation

Afin d'assurer la continuité de l'expertise en l'étendant aux aspects métrologiques ainsi qu'à l'approche des impacts sanitaires associés aux substances qui seront étudiées, l'Anses a nommé un nouveau groupe de travail « VGAI II » pour une période de 3 ans avec les missions suivantes :

- contribuer à actualiser les substances d'intérêt prioritaire pour la proposition de VGAI ;
- proposer des VGAI pour les substances d'intérêt ;
- faire évoluer le document méthodologique au vu notamment du retour d'expérience sur les premières substances traitées ;
- mettre à jour les fiches existantes pour lesquelles des données nouvelles nécessitent une révision des valeurs proposées ;
- contribuer à la veille scientifique sur la qualité de l'air intérieur ;

<sup>6</sup> L'Anses ne propose pas de VGAI pour des expositions aiguës et chroniques aux particules présentes dans l'air intérieur mais elle 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 :

- Sur 24 heures : 25 µg.m<sup>-3</sup> pour les PM<sub>2,5</sub> et 50 µg.m<sup>-3</sup> pour les PM<sub>10</sub>
- Sur le long terme : 10 µg.m<sup>-3</sup> pour les PM<sub>2,5</sub> et 20 µg.m<sup>-3</sup> pour les PM<sub>10</sub>

- répondre ponctuellement à des sollicitations de l'agence sur des questions en lien avec la thématique du groupe de travail.

Le groupe de travail ainsi formé au mois de décembre 2009 compte 17 experts<sup>7</sup>. Il se réunit environ tous les 2 mois en séance plénière. Un fonctionnement en sous-groupe a été proposé sur les axes suivants :

- Métrologie - Exposition : évaluer pour chaque substance inscrite au programme de travail les méthodes de référence applicables pour la mesure des niveaux d'exposition dans l'air intérieur et les orientations en termes de stratégie d'échantillonnage ;
- Effets sur la santé : réaliser le profil toxicologique pour chaque substance à travers une revue des données toxicologiques et épidémiologiques (choix des études clefs, des effets critiques, mécanisme d'action, durées d'exposition pertinentes...), faire la revue des valeurs guides et VTR existantes, puis construire une ou des VGAI.

L'agence a confié au CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » l'instruction de cette saisine. Les travaux d'expertise du groupe de travail sont soumis régulièrement au CES (tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques). Le rapport produit par le groupe de travail tient compte des observations et éléments complémentaires transmis par les membres du CES. Ces travaux sont ainsi issus d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires.

Afin d'assurer une cohérence sur le profil toxicologique des substances traitées dans le cadre de la construction de VGAI, de VTR et de VLEP, le CES « Evaluation des risques liés aux substances chimiques » est consulté et procède à une relecture critique de la partie relative aux effets sanitaires.

Par ailleurs, le groupe de travail « VGAI » pourra s'appuyer ponctuellement sur l'expertise du groupe de travail « VTR » de l'Anses afin de construire la valeur de référence.

L'expertise est réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « qualité en expertise » avec pour objectif de respecter les points suivants : compétence, indépendance, transparence, traçabilité.

## Contenu du présent document

Le présent rapport constitue une actualisation de la méthode d'élaboration de VGAI proposée par le premier groupe de travail et s'appliquant aux substances dont l'exposition est majoritairement par inhalation. Cette actualisation s'inspire directement du rapport publié en 2007 (Afsset, 2007). La rédaction d'un nouveau rapport autoporteur a été préférée à l'élaboration d'un addendum complétant le premier rapport méthodologique. L'évolution de la méthode tient évidemment compte du retour d'expérience du précédent groupe de travail. Par ailleurs, la liste des polluants a été actualisée sur la base des travaux publiés depuis 2007.

Le rapport est construit en trois parties :

- la première introduit la notion de valeur guide de qualité d'air, la définition adoptée par les experts du groupe de travail dans le cadre des travaux et son application potentielle en santé publique, en France comme à l'étranger ;
- la deuxième décrit l'actualisation de la méthode développée pour l'élaboration des VGAI et s'appliquant aux substances dont l'exposition est majoritairement par inhalation ;

---

<sup>7</sup> A noter qu'en novembre 2010, un membre du groupe a présenté sa démission et que deux nouveaux membres ont rejoint le GT.

- la troisième rappelle la démarche qui a conduit au choix des polluants à traiter en priorité et propose une actualisation de cette liste sur la base des travaux publiés depuis 2007.

## 2 Définition, utilités et finalités des valeurs guides de qualité d'air intérieur

### Définition des Valeurs Guides de Qualité d'Air Intérieur

En se basant sur la définition de l'OMS<sup>8</sup>, une VGAI est définie comme une valeur numérique associée à un temps d'exposition correspondant à une concentration dans l'air d'une substance chimique en dessous de laquelle aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé (dans le cas de composés odorants) ne sont en principe attendus pour la population générale. Cette définition est généralement applicable dans le cadre de valeurs guides construites pour protéger d'effets à seuil de dose.

Dans le cas d'effets sans seuil de dose identifié, tels que les effets cancérogènes pour lesquels un mode d'action génotoxique est évoqué, les valeurs guides sont exprimées sous la forme de niveaux de risque correspondant à une probabilité de survenue de la maladie.

Les populations dites sensibles sont intégrées dans les populations pour lesquelles les VGAI sont proposées. Une valeur guide ne garantit néanmoins pas l'exclusion absolue d'effet à des concentrations inférieures à la valeur proposée. Des personnes présentant une sensibilité particulière peuvent être affectées à des niveaux de concentration égaux ou inférieurs aux valeurs guides. Par ailleurs, les valeurs guides étant élaborées pour des substances évaluées individuellement, il ne peut être exclu que des effets puissent également survenir à des niveaux inférieurs aux valeurs guides du fait d'expositions simultanées à plusieurs polluants ou d'une exposition au même polluant par de multiples voies (cutanée et/ou orale).

Les effets de polluants de l'air intérieur sur la santé sont différents selon la durée d'exposition :

- les effets liés à une exposition de courte durée (de quelques heures à quelques jours). Il s'agit dans la plupart des cas de pathologies ou symptômes survenant dans des délais brefs (quelques minutes, jours ou semaines) après l'exposition ; par exemple des symptômes d'irritation des muqueuses ou du tractus respiratoire, des nausées, des céphalées, des lésions cutanées, etc. ;
- les effets liés à une exposition intermédiaire. Ce sont des symptômes apparaissant après une exposition sur une période, de quelques semaines à moins d'un an ;
- les effets liés à une exposition de longue durée (plus d'un an). Il peut s'agir de pathologies respiratoires, neurologiques, etc., voire de certains cancers.

Il est généralement observé une certaine hétérogénéité des typologies de pollution (niveaux, composition) parmi les différents milieux intérieurs de vie fréquentés au quotidien par les français (par exemple logement, restaurant, piscine, magasin, transport). Afin de prendre ce critère en considération et permettre le développement d'objectifs de qualité de l'air adaptés à l'exposition de la population générale, le groupe de travail a décidé de proposer, lorsque cela est pertinent, des VGAI établies sur des pas de temps courts permettant de considérer indépendamment la qualité de l'air de chaque milieu clos ou semi-clos traversé, et des VGAI établies sur des pas de temps plus longs, représentatives d'une continuité de l'exposition dans ces différents environnements intérieurs.

<sup>8</sup> "A guideline value is a particular form of guideline. It has a numerical value expressed either as a concentration in ambient air (...), which is linked to an averaging time. In the case of human health, the guideline value provides a concentration below which no adverse effects or (in the case of odorous compounds), no nuisance or indirect health significance are expected, although it does not guarantee the absolute exclusion of effects at concentrations below the given value" (OMS, 2000).

En fonction des durées d'exposition considérées et en s'inspirant de définitions généralement admises sur ce sujet, le groupe de travail propose de construire des VGAI selon la terminologie suivante :

- **VGAI court terme** si l'effet critique apparaît après une courte durée d'exposition (15 min à quelques jours), généralement unique et à un niveau de concentration élevé. Ce type de valeur permet la protection de la population générale d'effets immédiats.
- **VGAI long terme** si l'effet critique apparaît suite à une exposition continue à long terme ou s'il est observé suite à une accumulation de la substance dans l'organisme. Ce type de valeur permet la protection de la population générale exposée en continu (plus d'une année) dans les environnements intérieurs en tenant compte des variations des concentrations d'exposition.
- **VGAI intermédiaire** : proposé par certains organismes, ce type de valeur permet la protection de la population dans le cadre d'une situation particulière d'exposition à une substance pendant une durée supérieure à quelques jours mais inférieure à un an.

En fonction du polluant considéré, des effets qu'il engendre et des données disponibles dans la littérature scientifique, la VGAI peut être construite pour protéger soit :

- d'un effet à seuil de dose : dans ce cas, les valeurs sanitaires correspondantes sont généralement construites à partir d'une dose critique observée à l'issue d'études épidémiologiques chez l'homme ou d'études toxicologiques chez l'animal, ajustée, le cas échéant, par des facteurs d'incertitudes appropriés afin d'obtenir un niveau d'exposition acceptable pour l'homme. Pour protéger la population générale de ce type d'effet, une VGAI peut alors être exprimée comme une concentration dans l'air associée à un pas de temps d'exposition ;
- d'un effet sans seuil de dose tel que proposé pour les substances cancérogènes dont le mode d'action est génotoxique. Les valeurs sanitaires associées sont généralement construites suite à la détermination d'un équivalent de dose pour l'homme, d'une modélisation de données expérimentales et de l'extrapolation vers le domaine des faibles doses. Dans le cadre d'une proposition de VGAI, celle-ci est alors exprimée sous la forme de concentrations correspondant à différentes probabilités de survenue de l'effet : niveau de risque de  $10^{-5}$  et  $10^{-6}$ .

## Distinction avec d'autres valeurs de référence

Les VGAI élaborées ne ciblent pas de milieu intérieur spécifique ; elles visent à protéger l'ensemble de la population générale, notamment les personnes les plus sensibles. Les VGAI long terme sont établies en considérant une exposition continue 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7 dans les environnements intérieurs. Elles ne tiennent pas compte du budget espace-temps-activité, mais intègrent un continuum dans les environnements intérieurs fréquentés au quotidien. Elles peuvent éventuellement être utilisées dans des environnements intérieurs où d'autres valeurs repères s'appliquent pour certains groupes de population (cas des piscines ou des bureaux, par exemple, pour les travailleurs, en respect de la réglementation du travail). Il convient dès lors de préciser que les VGAI n'ont pas vocation à se substituer à des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP).

### 2.1.1 Valeurs limites d'exposition professionnelle

Dans le contexte des risques professionnels, des VLEP sont proposées. Les valeurs limites réglementaires peuvent être soit contraignantes (fixées par décret), soit indicatives (fixées par arrêté) afin de protéger la santé des travailleurs en application des articles R. 4412-149 ou R. 4412-150 du code du travail.

Une VLEP est définie comme la concentration dans l'air que peut respirer la quasi-totalité des travailleurs pendant un temps déterminé sans risque connu à la date de l'expertise d'altération

pour la santé. Selon la durée d'exposition considérée, différents types de valeurs peuvent être proposés :

- la valeur limite d'exposition professionnelle (8 heures) ou VLEP-8h ;
- la valeur limite court terme (15 minutes) ou VLCT-15min<sup>9</sup> ou VLEP-15min ;
- la valeur plafond (concentration atmosphérique dans les lieux de travail qui ne doit être dépassée à aucun moment de la journée).

Dans l'établissement des VLEP, seule la voie respiratoire est prise en compte comme vecteur d'exposition des travailleurs aux substances potentiellement toxiques (Afssset, 2010c).

### **2.1.2 Valeurs toxicologiques de référence**

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) sont construites pour une voie d'exposition (inhalation, ingestion ou contact cutané), un effet critique et une durée d'exposition. Il peut ainsi exister plusieurs VTR associées à une même substance pour une exposition chronique contrairement à la VGAI pour laquelle l'effet le plus sensible sert de base à l'élaboration de la valeur protégeant la population générale de toute pathologie. Pour les effets sans seuil de dose et contrairement à la VGAI, la VTR se définit comme un excès de risque unitaire (ERU) qui correspond à la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu développe une pathologie s'il est exposé pendant sa vie entière à une unité de dose de la substance (pente de la droite représentant la relation dose-réponse dans le domaine des faibles doses) (Afssset, 2010d ; 2010e ; 2010f).

### **2.1.3 Valeurs réglementaires ou valeurs guides de qualité de l'air ambiant**

Même s'il est possible d'utiliser les valeurs guides élaborées pour la qualité de l'air ambiant pour évaluer, selon des critères sanitaires, les niveaux de pollution relevés en intérieur, certains composés sont néanmoins assez spécifiquement retrouvés dans l'air intérieur (cas du formaldéhyde par exemple). Par ailleurs, il existe des valeurs réglementaires pour l'air ambiant établies au niveau communautaire qui font parfois l'objet d'un échéancier afin de prendre en considération des contraintes externes (technologiques par exemple) et ne sont ainsi pas toutes basées exclusivement sur des critères sanitaires.

### **2.1.4 Valeurs de gestion françaises pour la qualité de l'air intérieur**

Suite à la publication par l'Anses des rapports proposant des VGAI pour différents polluants, le Haut Conseil de la santé publique (HCSP) a reçu du Directeur général de la santé une saisine en date du 29 juillet 2008 sollicitant son expertise pour « l'établissement de valeurs de référence pour les polluants de l'air des espaces clos » (HCSP, 2009). En s'appuyant notamment sur l'expertise réalisée par l'Anses, le HCSP formule des propositions afin d'éclairer les gestionnaires du risque sur les niveaux de concentration à partir desquels des actions sont à entreprendre. Ces propositions sont appelées à prendre en compte « des considérations pratiques, réglementaires, juridiques, économiques et sociologiques ». La définition de valeurs repères a pour objet d'inciter à l'action en vue de tendre au respect à terme des VGAI. Ainsi, lorsqu'elles sont, provisoirement, différentes des VGAI, ces valeurs repères ne doivent pas être interprétées comme indiquant un niveau de risque durablement acceptable (ni *a fortiori* un niveau sans risque sanitaire), mais comme des valeurs à partir desquelles l'action des pouvoirs publics et des autres parties concernées doit être engagée.

Enfin, des valeurs « réglementaires » peuvent être fixées par décret après avis de l'Anses (article L221-1 du code de l'Environnement).

<sup>9</sup> Dans le présent document la valeur limite d'exposition professionnelle court terme sera nommée VLCT-15min.

## 2.1.5 Valeurs guides de qualité d'air intérieur dans les autres pays

Les expériences étrangères de proposition de VGAI sont nombreuses et instructives (Pluschke 1999 ; OMS 2010). Un certain nombre de VGAI a déjà été proposé au niveau national et international. Selon les pays, les VGAI retenues ne concernent pas forcément les mêmes substances et, pour une même substance, peuvent être différentes du fait des populations cibles, du mode de construction de ces valeurs (intégration ou non de critères de gestion), de l'état des connaissances au moment de l'élaboration de ces valeurs, etc.

Il est proposé ici de dresser un état des lieux des principaux organismes et institutions impliqués dans la construction de VGAI, en mentionnant notamment le contexte d'élaboration ainsi que le domaine d'application des VGAI, sans entrer dans le détail précis des méthodes, ni fournir les différentes valeurs retenues pour les polluants concernés. De telles informations seront rapportées au cas par cas dans chacune des fiches polluants élaborées.

L'**Organisation mondiale de la santé (OMS)**, considérée comme l'organisme de référence au niveau international sur la thématique, s'est engagée en 2006 à élaborer des valeurs guides de qualité de l'air intérieur (OMS, 2006) en distinguant trois groupes (substances chimiques, agents biologiques et polluants émis par la combustion intérieure). Une liste de neuf substances ou familles de substances chimiques a été dressée et les valeurs guides associées ont été publiées en 2010 (OMS, 2010). L'OMS prévoit ensuite une mise à jour à fréquence régulière (substances et valeurs). Les travaux relatifs à l'humidité et aux moisissures (recommandations qualitatives plutôt que valeurs quantitatives) ont été publiés en 2009 (OMS, 2009).

- Europe

Au sein de la **Communauté Européenne**, le projet INDEX piloté par le Joint research centre (JRC), centre communautaire de recherche, a élaboré des valeurs guides pour 14 polluants chimiques dont la présence est avérée dans les environnements clos et qui présentent des effets sanitaires connus. Les résultats de ces travaux ont été publiés en décembre 2004 (European Commission, 2005).

En **Allemagne**, l'Agence fédérale de l'environnement, (UBA) a proposé, dès 1977, une valeur guide pour le formaldéhyde dans l'air intérieur. Son élaboration a été motivée par le constat de troubles sanitaires (du type nausées, maux de tête et somnolence) associés à des concentrations élevées en formaldéhyde mesurées dans des écoles allemandes. Cette valeur guide a constitué le cadre qui a permis de faire évoluer la réglementation relative aux standards d'émission de formaldéhyde par les panneaux de particules et les mousses urée-formol. La démarche a ensuite été étendue à d'autres substances et une commission *ad hoc* rattachée à l'Agence fédérale de l'environnement a été créée. Cette commission est toujours en place et l'élaboration de nouvelles valeurs est à l'étude.

En **Autriche**, une commission *ad hoc* rattachée au ministère autrichien en charge de l'environnement (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) a produit, depuis 2003, des valeurs guides pour 6 substances ou famille de composés.

Au **Royaume-Uni**, l'Institute for Environment and Health (IEH) a travaillé sur l'élaboration de valeurs guides non contraignantes (IEH 2001). Des valeurs guides pour cinq substances ont été publiées en décembre 2004 (COMEAP 2004). Il est clairement précisé que les valeurs guides proposées sont principalement à destination :

- des fabricants de matériaux et produits susceptibles d'émettre des composés volatils dans l'air intérieur : ces valeurs doivent servir de guide pour tester le potentiel d'émission de leurs produits et les comparer entre eux ;
- des architectes et ingénieurs du bâtiment : ces valeurs doivent aider à la fixation des taux de ventilation ;

- des propriétaires et locataires afin qu'ils disposent de valeurs leur permettant de positionner les niveaux de concentration mesurés dans leur logement à leur initiative.

En 2007, l'**institut néerlandais pour la santé publique et l'environnement (RIVM)** a publié des valeurs guides sanitaires pour les environnements intérieurs en réponse à une demande du Ministère chargé de la santé et de l'environnement permettant d'évaluer la qualité de l'environnement intérieur ou les matériaux de construction. Plus d'une quarantaine de substances ou familles de substances chimiques ont été étudiées, ainsi que des agents physiques et biologiques. Les valeurs proposées reposent principalement sur des valeurs guides établies antérieurement par l'OMS ou des VTR du RIVM.

Dans les **pays scandinaves**, des valeurs guides sont proposées pour un grand nombre de composés (principalement des COV) par les pays réunis au sein du *Nordic Committee* (Nielsen et al., 1996). En Finlande, les valeurs établies font partie, parmi d'autres éléments, des critères qui définissent la qualité des ambiances intérieures dans le cadre du label *Finnish Classification of Indoor Climate (2000)*.

En **Belgique**, région des Flandres (Belgisch Staatsblad 19-10-2004 binnenhuiskwaliteitsnormen) et au **Portugal** (Agencia para a Energia, 2007), des valeurs guides sont d'ores et déjà à portée réglementaire. Il s'agit de valeurs de gestion, et non exclusivement sanitaires.

- Amérique du nord

Le **Canada** est l'un des pays précurseurs dans le domaine de la gestion de la qualité de l'air intérieur, en publiant dès 1987 des « Directives d'exposition concernant la qualité de l'air des résidences » (Santé Canada, 1987). Elles ont été modifiées en 1989 (ajout du radon aux substances concernées) puis en 2006 (modification des valeurs pour le formaldéhyde). Elles sont « destinées à aider les particuliers et les organismes publics à évaluer de façon cohérente la nécessité de mesures correctives » (telles que la fixation de taux de renouvellement d'air ou l'élaboration de seuils réglementaires d'émissions par les produits de construction ou de consommation courante) au sein des locaux exclusivement résidentiels. La mise à jour des valeurs de 1987 et la proposition de valeurs guides pour de nouvelles substances se poursuivent.

Aux **États-Unis**, plusieurs états proposent des valeurs guides pour quelques substances chimiques et certains biocontaminants. L'État de Californie est le plus proactif sur le sujet<sup>10</sup>.

- Asie

En **Chine**, une valeur guide pour le formaldéhyde a été proposée dès 1995. En 2001, le nouveau « Code de la pollution environnementale et du contrôle de la construction » a proposé des valeurs réglementaires pour 10 composés dans l'air intérieur des bâtiments (de tout type : habitats, bureaux...) nouvellement construits ou rénovés (Thade 2003).

Au **Japon**, un comité d'experts sur le « syndrome des maisons malsaines » mis en place en 1999 par le Ministère chargé de la santé est chargé de l'évaluation des substances sur la base de critères sanitaires en s'appuyant principalement sur les valeurs proposées par l'OMS.

Parallèlement, le Ministère de la santé a mis en place une commission chargée de la gestion. Les valeurs guides de qualité d'air intérieur proposées par le comité sont soumises à consultation sur le site du Ministère de la santé avant d'être adoptées. Le comité examine les commentaires reçus et peut être amené, dans certains cas, à recon siderer la valeur proposée (Rousselle et al. 2011).

---

<sup>10</sup> Téléchargeables à l'adresse : <http://www.arb.ca.gov/research/indoor/indoor.htm>

A **Hong-Kong**, des valeurs guides sont proposées depuis 2003 pour les bureaux et les établissements recevant du public, dans le cadre d'un dispositif de certification volontaire de qualité des bâtiments (Hong-Kong 2003a, 2003b).

## Finalités des VGAI

Le principal objectif d'une VGAI est de proposer un cadre de référence afin de protéger la population des effets sanitaires liés à une exposition à la pollution de l'air par inhalation et d'éliminer, ou de réduire à un niveau minimum, les contaminants ayant un effet néfaste sur la santé humaine et le bien-être, que cet effet soit connu ou supposé.

Ainsi, les VGAI proposées par l'Anses respectent ces objectifs et prennent en compte :

- la spécificité de l'air intérieur : les polluants faisant l'objet d'une proposition de VGAI sont des polluants rencontrés plus spécifiquement dans des espaces clos ou semi-clos, tels que l'habitat (voir chapitre 4.2 : choix des polluants) ;
- les connaissances sanitaires pour ces substances : les VGAI proposées sont des valeurs construites exclusivement selon des critères sanitaires (voir chapitre 3 : élaboration des VGAI).

La finalité des VGAI est notamment de faciliter la prise de décision par les gestionnaires de risque qui pourront les utiliser comme référence pour l'élaboration de seuils réglementaires. Dans ce cas, les VGAI devront, dans la mesure du possible, être associées à une stratégie de mesurage, une procédure de mise en œuvre, ainsi que des recommandations permettant de comparer de façon satisfaisante les niveaux de concentrations ponctuellement mesurés aux seuils réglementaires établis. Par ailleurs, on rappelle que les seuils de gestion peuvent tenir compte des niveaux d'exposition existants, de la faisabilité métrologique, des actions de contrôles disponibles, des stratégies d'abattement des niveaux, ainsi que des dimensions économiques, sociétales et culturelles. Ainsi, dans certaines situations, les valeurs retenues par les gestionnaires du risque en aval de cette expertise pourront être différentes de la valeur guide proposée.

Protectrices pour la santé des populations, ces VGAI ne doivent cependant pas être considérées comme des « autorisations de polluer » car l'objectif est bien de réduire les concentrations de polluants dans l'air à des niveaux aussi bas que raisonnablement possible (principe ALARA<sup>11</sup>).

Les VGAI peuvent répondre aux objectifs suivants :

- Evaluation :
  - elles fournissent des données nécessaires au positionnement des concentrations mesurées dans les environnements intérieurs au regard de critères sanitaires, et permettent ainsi d'expliquer *a posteriori* ou de suspecter *a priori* des effets potentiels chez les occupants exposés<sup>12</sup> ;
- Gestion :
  - elles constituent des références chiffrées communes de concentrations intérieures à ne pas dépasser pour la définition d'une ventilation appropriée et/ou la limitation des émissions de substances par des produits de construction, d'ameublement, en lien direct avec l'un des engagements du Grenelle de l'environnement concernant l'amélioration de la qualité de l'air intérieur. L'Anses a ainsi travaillé dès 2004 sur un protocole permettant de qualifier les émissions et de promouvoir les matériaux et produits « faiblement émissifs ». Un premier protocole est paru en 2006 et a été actualisé en 2009. Ce protocole propose des concentrations limites d'intérêt (CLI)

<sup>11</sup> As Low As Reasonably Achievable

<sup>12</sup> Sous réserve que la durée d'exposition soit cohérente avec la durée associée à la VGAI utilisée.

pour 165 substances pouvant être émises par ces matériaux et établies sur la base des connaissances sanitaires disponibles. Les VGAI sont choisies en premier niveau de choix pour la proposition de ces CLI. En aval de ces travaux, un étiquetage des matériaux vis-à-vis de leurs émissions a été proposé et est désormais obligatoire (Décret n° 2011-321 du 23 mars 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) ;

- L'utilité des VGAI pour les fabricants et professionnels du bâtiment est également soulignée par l'OMS dans son recensement des actions de gestion pour la qualité de l'air intérieur (OMS 1999) ;

■ Communication :

- elles sont un outil d'aide afin de communiquer sur les concentrations mesurées dans les logements ou les établissements recevant du public et contribuent ainsi à une meilleure connaissance des problématiques de santé liées à l'air intérieur. Dans le contexte des démarches volontaires de Haute Qualité Environnementale (HQE) des bâtiments, les VGAI peuvent aider à s'assurer d'une qualité de l'air intérieur satisfaisante (eu égard aux substances considérées) pour la santé des occupants et ainsi à communiquer sur le respect requis par les exigences de telles certifications. Enfin, elles pourraient être utilisées pour l'élaboration d'indices de qualité d'air intérieur pour l'évaluation et la gestion de parcs de bâtiments, notamment ceux accueillant du public et en particulier des populations sensibles comme les enfants, les personnes malades, les femmes enceintes...

## Evolutions de la démarche d'élaboration des valeurs guides de qualité d'air intérieur

Ce rapport vise à actualiser la méthode d'élaboration des VGAI proposée par l'Afsset en 2007 et s'appliquant aux substances dont l'exposition est majoritairement par inhalation. Ces évolutions sont le fruit du retour d'expérience sur la précédente méthode et des propositions formulées par les parties prenantes.

### 2.1.6 Propositions de VGAI par le groupe de travail

Dans la première phase d'expertise, le groupe de travail se limitait à sélectionner les valeurs guides ou les VTR satisfaisantes au regard de critères de qualité. En l'absence de valeurs jugées satisfaisantes, le groupe de travail ne recommandait aucune valeur et formulait des recommandations d'études ou d'expertises.

Dorénavant, le groupe de travail souhaite se donner la possibilité de construire des VGAI dans le cas où aucune valeur de référence disponible ne correspond aux critères de choix que s'est fixés le groupe de travail.

### 2.1.7 Prise en compte des méthodes de mesure

Certaines parties prenantes ont interpellé l'Anses sur l'applicabilité et l'utilisation des VGAI, notamment sur la manière **de mesurer** les polluants afin de vérifier le respect des VGAI dans un environnement intérieur donné.

Le respect des VGAI **nécessite de disposer de protocoles de mesure** en adéquation non seulement avec le niveau de concentration de la VGAI, mais également avec le pas de temps sur lequel cette valeur est applicable. Les pas de temps associés aux VGAI peuvent varier de quelques minutes ou quelques heures, à quelques mois ou années, voire correspondre à la vie entière. Dans le cas des expositions long terme pour protéger des effets non cancérogènes, une convention habituelle est de proposer leur application sur un pas de temps annuel. Or, si pour quelques minutes ou quelques heures, il peut être envisageable de réaliser le prélèvement dans son intégralité, en revanche, au-delà de quelques semaines, il est souvent impossible d'effectuer

un mesurage continu ou intégré sur un pas de temps identique à celui sur lequel la VGAI est proposée. Il peut alors être nécessaire de mettre en place une stratégie de prélèvements récurrents dans le temps, qui permettent d'approcher une concentration moyenne sur le long terme, par exemple en effectuant plusieurs mesures sur des pas de temps inférieurs à celui de la valeur guide et de considérer que la moyenne de ces mesures (ou un percentile) est représentative de l'exposition sur tout le pas de temps de la VGAI. Cependant, cette pratique suppose la connaissance *a priori* (ou la modélisation ou le choix arbitraire) de la variabilité spatio-temporelle des niveaux de concentration de la substance étudiée et ce, dans le type de lieu concerné. Cette connaissance a été organisée et formalisée en milieu professionnel, mais ce n'est pas encore le cas dans les bâtiments résidentiels et tertiaires, où la connaissance de la variabilité spatio-temporelle des concentrations de certains polluants est pour l'instant parcellaire. En l'absence de telles données, la justification des stratégies d'échantillonnage ou la capacité à déclarer une situation normale ou anormale au regard de la valeur guide ne peuvent être correctement encadrées et relèvent de l'analyse au cas par cas.

Ainsi, pour la poursuite de cette expertise, le nouveau groupe de travail a décidé de travailler sur l'accompagnement des VGAI par des **préconisations sur la ou les méthodes de mesure disponibles et sur la stratégie d'échantillonnage pour chaque substance étudiée**.

### 2.1.8 Premiers éléments pouvant permettre la quantification de l'impact sanitaire

Dans le domaine de la santé environnementale, l'évaluation de l'impact sanitaire a été développée afin de justifier l'intérêt de mesures de prévention en vue de réduire, voire d'éliminer, l'exposition à un facteur environnemental. Afin de compléter la palette des outils d'accompagnement des VGAI, le groupe de travail a décidé d'élargir son travail à une première approche d'évaluation de l'impact sanitaire lié aux expositions dans l'environnement intérieur.

### 3 Elaboration des Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur

#### Méthode générale appliquée pour l'élaboration des VGAI françaises

Cette partie décline les informations nécessaires pour l'élaboration de VGAI françaises relatives à des substances dont l'exposition est majoritairement par inhalation. La démarche s'inscrit en trois étapes incluant une synthèse des données inhérentes à la substance, suivie d'une analyse critique de la qualité des données concernant notamment les valeurs guides et VTR existantes et visant à se prononcer sur le choix d'un effet critique et d'un mécanisme d'action. Enfin, la dernière étape consiste à construire des VGAI selon les effets retenus et les pas de temps associés.

En préambule à la rédaction d'une fiche, une analyse critique d'une éventuelle valeur guide de qualité d'air intérieur proposée par l'OMS<sup>13</sup> est considérée comme prioritaire. En effet, l'OMS est l'organisme de référence international concernant la proposition de valeurs guides. Ainsi, le groupe de travail devra en premier lieu analyser le rapport de l'OMS (2010) concernant le choix de l'effet critique, du mécanisme d'action, puis de l'étude source en évaluant les justifications et l'argumentaire développés. En cas d'accord avec les valeurs guides de qualité d'air intérieur de l'OMS (pas de connaissances plus récentes susceptibles de pouvoir remettre en question la valeur guide de l'OMS, par exemple), seul un document synthétisant et retraçant les choix et la méthode d'élaboration sera réalisé. En cas de désaccord, une fiche propre au groupe de travail sera initiée en justifiant l'exclusion des valeurs guides proposées par l'OMS. Enfin, si le groupe estime qu'une durée d'exposition supplémentaire de celle considérée par l'OMS est pertinente, le groupe de travail procédera à la construction d'autres VGAI pour les durées d'exposition *ad hoc*.

##### 3.1.1 Synthèse et organisation des connaissances

Le groupe de travail s'appuie sur la littérature scientifique et plus précisément sur les travaux d'expertise développés récemment par des organismes nationaux et internationaux. Ainsi, les rapports publiés par les différents organismes et institutions compétents au niveau national (Ineris, INRS, etc.) et international (OMS, Commission Européenne, US EPA (base de données IRIS), ATSDR, OEHHA, RIVM, Santé Canada, etc.) constituent une source d'informations prioritaire. Une attention particulière est également accordée aux publications les plus récentes en vue de sélectionner la ou les études source utiles à la construction de la ou des VGAI.

###### 3.1.1.1 Informations générales

Une première partie rassemblant les données utiles à la caractérisation de la substance est proposée. Il s'agit de décrire les éléments suivants :

- identification de la substance et de ses propriétés physico-chimiques ;
- réglementation liée à la substance ;
- sources d'émissions (intérieures et extérieures) ;
- données de concentrations dans l'environnement ;
- contributions des différentes voies et sources d'exposition dans l'exposition globale.

Le recensement des sources d'émission intérieures et extérieures du polluant considéré permet d'identifier les différents contributeurs de l'exposition de la population générale.

---

<sup>13</sup> Indoor air quality guidelines (IAQG)

Parmi les sources d'émission, les sources naturelles sont distinguées des sources anthropiques (issues de l'activité humaine).

Les données de concentrations dans les différents médias sont documentées. Les données relatives à l'habitat sont principalement issues de la campagne nationale Logements (2003-2005) de l'OQAI, dont les résultats sur un échantillon de 567 logements sont représentatifs de l'état de la pollution du parc français métropolitain des résidences principales (OQAI 2006). Ces données sont aussi complétées par les niveaux de concentration issus de la veille documentaire assurée par l'OQAI et par les mesures réalisées dans des environnements plus spécifiques dans lesquels la population générale peut être exposée (écoles, crèches, bureaux, lieux publics, garages, habitacles de voiture, voies souterraines de circulation, parcs de stationnement...). En cas d'insuffisance de données françaises, le recensement est élargi aux données européennes et le cas échéant aux données nord-américaines.

Par ailleurs et à titre informatif, le groupe de travail vérifie si des valeurs nationales (réglementaires ou indicatives) sont aujourd'hui proposées pour limiter les concentrations de telles substances individuelles dans l'air intérieur. Les valeurs guides proposées par d'autres instances et pays sont alors analysées de façon plus succincte. Seul un résumé des informations disponibles pour ces valeurs est inclus.

### 3.1.1.2 Effets sanitaires

Cette partie expose le profil toxicologique de la substance. Les principales informations sont celles relatives :

- à la toxicocinétique,

c'est-à-dire l'ensemble des phénomènes d'absorption, de distribution, de métabolisme et d'excrétion de la substance dans l'organisme en fonction du temps ;

- à la toxicodynamie,

c'est-à-dire l'étude de ses effets sur l'organisme et si connu du mécanisme d'action toxique de la substance (au niveau cellulaire ou moléculaire). Ces données sont fondamentales pour connaître l'organe cible de la substance, ainsi que les variations de réponse inter-espèces et intra-espèces de la substance et l'existence éventuelle de modèles mathématiques permettant de déterminer une relation dose-réponse. Les mécanismes d'action devront être explicités selon l'organe cible ou le type d'effet (à seuil ou sans seuil). Ces éléments permettront entre autres d'évaluer la pertinence d'une transposition des effets observés chez l'animal à l'homme ;

- aux effets sanitaires et repères de doses,

c'est-à-dire les différents effets sanitaires qui pourraient être observés à la suite d'expositions par **inhalation**, en dissociant ces effets selon les durées d'exposition associées (aiguë, sub-chronique ou chronique), les effets à seuil et sans seuil de dose et en s'attachant aux données les plus récentes dans ce domaine.

Pour plus de clarté, les effets sanitaires mis en évidence sont détaillés en mentionnant les différents éléments de l'étude source permettant de juger de la pertinence et des éventuelles limites des données fournies (population concernée, sévérité et objectivité de l'effet observé, biais éventuels, etc.). Cette analyse menée permet un regard critique sur les données collectées et un choix avisé des différents effets sanitaires pouvant être pris en considération pour le choix d'une VGAI. Un tableau récapitulatif des doses critiques (BMD, NOAEL, LOAEL) recensés dans les différentes études chez l'homme est joint à cette analyse et se présente sous la forme suivante :

**Tableau X : Synthèse des doses critiques identifiées dans la littérature pour des expositions par inhalation à la substance Y (aiguë ou chronique)**

Référence	Durée de l'exposition	Effet pris en compte et mesure	Nombre et type d'individus exposés	Dose ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ ) et réponse (%)	NOAEL ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	LOAEL ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )

- au mode d'action,

c'est-à-dire l'évaluation du mécanisme d'action de la substance en identifiant les événements clés se produisant au cours du développement de l'effet. Lors de l'utilisation d'études chez l'animal, il

est indispensable de discuter la plausibilité du mode d'action décrit et d'évaluer la transposition à une situation d'exposition humaine.

- aux populations sensibles et aux seuils olfactifs, c'est-à-dire l'existence avérée ou supposée de populations sensibles, ainsi que les seuils olfactifs de détection de la substance identifiés pour l'homme.

### 3.1.1.3 Recueil des valeurs guides et valeurs toxicologiques de référence

Pour chaque substance candidate traitée, les différentes valeurs guides de qualité d'air fondées uniquement sur des critères sanitaires et les VTR existantes pour l'inhalation sont recensées. Par défaut, les documents de référence pris en considération sont ceux publiés par les principaux organismes et institutions reconnus au niveau national ou international (cf. chapitre 2.1.5).

Les éléments ayant permis de construire les valeurs guides et les VTR sont ensuite synthétisés afin de disposer de connaissances nécessaires et suffisantes à une étude critique approfondie. Cette synthèse précise donc les méthodes de construction choisies et les hypothèses prises par les organismes ayant proposé de telles valeurs.

Pour ce faire, et en fonction des éléments disponibles dans les rapports de synthèse, les éléments suivants sont alors rapportés :

- références de la VG/VTR : organisme et date
- VG/VTR proposée
- durée d'exposition et milieux de vie associés à la VG/VTR
- effets critiques considérés
- populations concernées
- références des études sources (auteurs, date)
- résultats de l'étude toxicologique ou épidémiologique (population considérée dans l'étude, significativité des effets sanitaires mis en évidence, etc.)
- doses critiques retenues dans les études
- facteurs d'incertitudes appliqués pour passer de NOAEL/LOAEL à la VG/VTR.

Les informations recueillies au cours de cette analyse sont ensuite reprises sous la forme de tableaux récapitulatifs du type :

<b>Tableau X1 : Valeurs guides du polluant Y pour des expositions par inhalation</b>					
<b>Organisme</b>	<b>VTR/ BMD/ NOAEL/ LOAEL étude source</b>	<b>Effet critique</b>	<b>Milieu concerné</b>	<b>UF</b>	<b>VG/ durée d'exposition associée</b>
<b>Exposition court terme</b>					
<b>Exposition intermédiaire</b>					
<b>Exposition long terme</b>					

**Tableau X2 : Valeurs toxicologiques de référence du polluant Y pour des expositions par inhalation**

Organisme	Méthode de construction	Effet critique	Dose critique (BMD/NOAEL/ LOAEL)	UF	VTR
Exposition aiguë					
Exposition intermédiaire					
Exposition chronique					

### 3.1.2 Etude critique et choix du groupe de travail

Sur la base des données collectées, synthétisées et analysées lors des étapes précédentes, les experts se prononcent sur le choix d'un ou de plusieurs effets critiques, du ou des mécanismes d'action et des durées d'exposition pertinentes en s'assurant de la convergence des études (effet supporté par des données histologiques, des observations microscopiques, des études de mécanismes moléculaires, etc.) et d'un consensus international sur la nature des effets et le mode d'action associé (seuil ou sans seuil). Ensuite, le groupe de travail juge de la pertinence des mécanismes d'action proposés chez l'Homme, élément indispensable afin d'évaluer le caractère transposable d'un effet observé chez l'animal à l'homme et ainsi retenir ou non cet effet pour la proposition de VGAI. De même, en l'absence de données mécanistiques sur l'apparition de cancer, le groupe de travail se positionnera dans une approche protectrice sur une absence de seuil. En revanche, une connaissance précise du mécanisme d'action permettra éventuellement d'imputer un seuil lié à l'apparition d'un cancer. L'analyse préalable du profil toxicologique doit permettre au groupe de travail d'apprécier les durées d'exposition à prendre en compte pour la proposition de VGAI.

Après la sélection d'un ou de plusieurs effets critiques, du ou des mécanismes d'action et d'une ou des durées d'exposition pertinentes, le groupe de travail procède à la construction de la ou des VGAI.

### 3.1.3 Construction d'une VGAI

Le groupe de travail poursuit par la construction d'une ou de VTR pour la proposition d'une ou de plusieurs VGAI selon les méthodes publiées par l'Afsset (Afsset, 2010d ; 2010e ; 2010f) et les organismes internationaux de référence tels que l'US EPA, l'OEHHA ou l'ATSDR. Par simplification de langage, on parlera dans la suite du texte uniquement de VGAI.

En premier lieu, le groupe de travail devra sélectionner l'étude source pour le ou les effets critiques (mécanisme d'action à seuil ou sans seuil) et les durées d'exposition associées. Ainsi, le document doit développer de manière approfondie le choix de l'étude source en justifiant de l'adéquation des voies d'exposition, des durées d'exposition et de la forme chimique. Les études menées chez l'homme, si elles sont de qualité satisfaisantes, sont favorisées aux études réalisées chez l'animal. En effet, il est envisageable de s'appuyer sur une étude menée chez l'animal même si une étude a été réalisée chez l'Homme et il faut se poser la question d'un choix raisonné si les études humaines sont de moins bonne qualité que des études animales. Lors de l'utilisation d'une étude chez l'animal, le groupe de travail devra s'être assuré de la qualité de l'étude (cotation de

Klimisch<sup>14)</sup> et de la transposabilité de l'effet et du mode d'action de l'animal à l'homme pour la durée et la voie d'exposition considérées (plus le mode d'action sera plausible chez l'homme, plus la construction de la valeur sera jugée pertinente). Le document doit également expliciter la qualité de la méthode de mesure ou de l'estimation des expositions. Par ailleurs, le protocole de l'étude doit permettre de mettre en évidence la significativité d'un effet et d'établir une relation dose-réponse. Enfin, pour la construction d'une VGAI long terme, il est préférable de disposer d'une étude chronique, éventuellement subchronique. Si ce n'est pas le cas, le niveau de confiance sera alors inférieur. Une grille de lecture des études, présentée en annexe 2, devra être renseignée pour les études les plus pertinentes relatives aux effets critiques retenus et durées d'exposition associées et permettra ainsi une analyse critique approfondie afin d'objectiver le choix du groupe de travail.

Lors de la sélection de l'étude source, une attention particulière sera accordée aux études retenues par des organismes internationaux ayant construit une ou des VTR pour la substance étudiée, ainsi que celles retenues par le projet INDEX de la Commission Européenne (European Commission 2005). Ainsi, l'exclusion de ces études devra être justifiée de manière détaillée.

Ensuite, le groupe de travail devra expliciter le choix de la dose critique. L'utilisation de BMD est considérée comme conduisant à un niveau de confiance plus élevé que l'utilisation d'un couple NOAEL/LOAEL lui-même conduisant à un niveau de confiance plus élevé que l'utilisation d'un seul LOAEL. La présence et la qualité de la relation dose-réponse seront évaluées. La qualité de la relation dose-réponse, qui dépend également du nombre de doses testées et de l'écart entre chacune des doses, conditionne le niveau de confiance sur le choix de la dose critique.

Concernant la construction de la valeur guide ou de la VTR à partir de la dose critique, l'utilisation et la justification d'un ajustement temporel cohérent avec la toxicité (Loi de Haber simplifiée applicable, concentration x durée d'exposition applicable) sont à privilégier. De même, l'ajustement dit allométrique à partir de la dose critique utilisant un modèle PBPK validé sera considéré comme le plus pertinent, comparativement à un ajustement utilisant des hypothèses par défaut et encore plus que l'usage d'une valeur par défaut. Pour la construction d'une valeur à seuil, l'utilisation de données toxicocinétiques ou toxicodynamiques validées pour les variabilités intra- et inter-espèces sont également jugées plus solides que l'usage de valeurs par défaut.

**Au final, des VGAI seront construites pour le ou les effets critiques retenus, le ou les mécanismes d'action établis et la ou les durées d'exposition pertinentes.**

## Eléments d'accompagnement de la VGAI

Il s'agit dans ce chapitre de présenter les éléments nécessaires à l'accompagnement de la VGAI, notamment :

- la métrologie ;
- la stratégie d'échantillonnage ;
- les données qui permettraient de quantifier l'impact sanitaire lié au respect de la VGAI retenue.

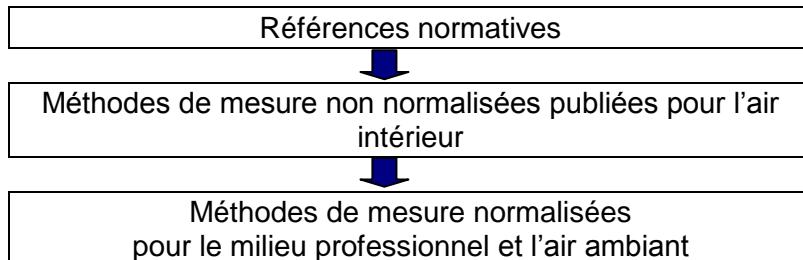
---

<sup>14)</sup> Cotation de Klimisch : Klimisch *et al.* ont établi un système de cotation des études expérimentales en prenant en compte la fiabilité des études (méthodes standardisées, Bonnes Pratiques de Laboratoire), le détail de description de la publication ainsi que la pertinence et l'utilité des données dans le cadre de l'évaluation du risque. Cette cotation est comprise entre 1 et 4 : 1 : Valide sans restriction ; 2 : Valide avec restrictions ; 3 : Non valide ; 4 : Non évaluabile (Klimisch *et al.*, 1997).

### 3.1.4 Evaluation des méthodes de mesure

Les méthodes de mesure doivent permettre la comparaison des niveaux de concentrations mesurés avec les VGAI établies pour chaque substance étudiée sur les différentes durées d'expositions : "court-terme" (exposition aiguë), "intermédiaire" et "long-terme" (exposition chronique) dans les lieux concernés. L'objectif est de recommander une ou plusieurs méthodes de référence.

Un recensement des méthodes de mesure disponibles est réalisé selon la hiérarchisation suivante :



Les experts du groupe de travail ont établi une grille de lecture pour évaluer les méthodes de mesure disponibles. Pour chaque méthode identifiée, les informations relatives à la description de la méthode au niveau du système de prélèvement et de la chaîne analytique et aux données de validations (validation expérimentale du débit d'échantillonnage, capacité, taux de récupération etc.) sont collectées dans les tableaux présentés dans l'annexe 3. Le recueil de ces différentes données permet de répertorier, pour chaque méthode de mesure, les principaux paramètres qui seront examinés par le groupe de travail. Cette grille de lecture a été établie sur la base de la méthodologie retenue par le CES « VLEP » qui évalue les méthodes de mesure disponibles pour l'air des lieux de travail, de manière à recommander une ou plusieurs méthodes de référence permettant d'effectuer des mesures de concentration de la substance à des fins de comparaison avec les VLEP.

Le groupe de travail a retenu un classement des méthodes recensées en deux catégories comme modalité d'évaluation des méthodes de mesure :

- Catégorie I : méthodes reconnues, validées et adaptées aux VGAI,
- Catégorie II : méthodes validées, mais non adaptées aux VGAI.

Pour réaliser ce classement, les critères et exigences de la norme NF EN 482, portant sur les modes opératoires de mesurage des agents chimiques, pris en compte dans les travaux d'expertise du CES VLEP ont été repris à l'exception de l'étendue minimale de mesurage établie entre 0,1 à 2 fois la valeur (annexe 4). Cette ligne renvoie au domaine de validation de la méthode et son adéquation avec la VGAI établie.

Les méthodes de mesure recensées doivent répondre aux critères et exigences suivants (qui sont présentés sous forme de tableau dans l'annexe 4) :

#### 1/ Origine de la méthode

Le protocole de prélèvement et d'analyse doit avoir été publié dans une source reconnue et accessible.

- Organismes de normalisation :
  - AFNOR : Normes préparées ou examinées par la commission X43 I « Air intérieur » ou par la commission X43C « Air des lieux de travail » ou par la commission X43D « qualité de l'air – atmosphères ambiantes » : <http://www.afnor.fr>
  - ISO : Normes préparées ou examinées par le sous comité TC 146/SC6 « air intérieur » ou SC2 « atmosphères des lieux de travail » ou SC3 « atmosphères ambiantes » : <http://www.iso.org>

- Publications référencées dans une base reconnue de type « Science direct »

## 2/ Description de la méthode de mesure

La description doit comprendre toutes les informations nécessaires pour mener à bien la méthode et indique, en outre, l'incertitude élargie qui peut être atteinte, l'étendue de mesure, la durée d'échantillonnage, les interférences et les informations relatives aux conditions environnementales ou autres qui peuvent avoir une influence sur les performances de la procédure de mesure.

- Le domaine de validation doit permettre la mesure de concentrations dans une gamme compatible avec la VGAI.

## 3/ Conditions d'échantillonnage

Les conditions d'échantillonnage doivent être précisées, notamment les éléments suivants :

- Description de l'échantillonneur
- Débit de prélèvement
- Volume d'air recommandé (ou durée de prélèvement) :
  - Concernant la durée de prélèvement, celle-ci doit être dans la mesure du possible la plus proche de la durée de la VGAI.
- Débit de diffusion :
  - Pour les prélèvements passifs, les débits de diffusion doivent avoir été validés expérimentalement, conformément à l'EN 838 ou procédure équivalente.
- Influence des conditions environnementales
  - L'influence des paramètres environnementaux doit être précisée : température, humidité, pression, vitesse d'air, orientation du dispositif de prélèvement.

Les normes proposant des méthodes d'essai pour tester les performances des techniques de prélèvements peuvent être reprises pour valider les conditions d'échantillonnage.

## 4/ Conditions d'analyse

- Préparation de l'échantillon
  - Les conditions de manipulation de l'échantillon doivent être décrites : désorption, minéralisation, etc....
- Technique analytique
  - La technique et les conditions analytiques doivent être précisées.
  - La linéarité du détecteur doit être vérifiée sur l'étendue minimale de mesure.

## 5/ Données de validation

Ces paramètres seront examinés attentivement et comparativement par le groupe de travail.

- Efficacité de désorption
  - L'efficacité de désorption doit être mentionnée et la méthode de détermination précisée.
- Volume de claquage / capacité
  - Pour les prélèvements actifs sur tube adsorbant, le volume de claquage ou la capacité doivent avoir été déterminé.
  - Les conditions de détermination doivent être précisées.
- Limite de détection
  - La limite de détection doit être précisée.

- Dans le cas où elle n'est pas mentionnée, elle est estimée égale à 1/3 de la limite de quantification.
- Limite de quantification
  - La limite de quantification doit être précisée.
  - Dans le cas où elle n'est pas mentionnée, elle est estimée égale à 3 fois la limite de détection
- Conditions de transport et de stockage
  - Une description précise des conditions de transport et de stockage (conditionnement, température, durée...), ainsi que des informations sur la stabilité des échantillons doivent être mentionnées dans le cas d'échantillons critiques.
  - Dans les autres cas, un bref descriptif doit être mentionné. La durée de conservation des échantillons avant analyse doit être précisée.
  - Les études de stabilité et de conservation de l'échantillon doivent être détaillées. Le taux de récupération après stockage permettra d'apprecier les conditions de stockage optimales.
  - Les valeurs moyennes de récupération après conservation ne doivent pas présenter de différences supérieures à 10 % de la valeur moyenne avant conservation.
- Incertitudes :
  - Les données permettant d'apprecier l'incertitude de la procédure de mesure (prélèvement et analyse) doivent être mentionnées.

## 6/ Autres caractéristiques de la méthode

- Facilité de mise en œuvre (coût, matériel nécessaire...)

A l'issue de ces étapes, le groupe de travail fera ressortir la ou les méthodes recommandées pour la comparaison des niveaux de concentrations mesurés avec les VGAI établies, ainsi que les critères qui ont conduit à ce choix. Pour chaque substance étudiée, le classement des méthodes de mesures en catégorie 1 devra être justifié dans la fiche en reprenant les critères et exigences de la norme NF EN 482 explicités précédemment (annexe 4).

Lorsqu'aucune méthode n'est suffisamment validée, le groupe de travail peut recommander l'usage d'une méthode de mesure indicative en soulignant les limites de celle-ci et en émettant éventuellement des recommandations pour compléter la validation de la méthode.

Dans le cas où aucune méthode n'est décrite pour la substance étudiée, le groupe de travail pourra émettre des recommandations basées sur des informations tirées de la littérature.

### **3.1.5 Préconisations sur la stratégie d'échantillonnage**

Pour accompagner la publication des VGAI, le groupe de travail souhaite proposer des orientations concernant la stratégie d'échantillonnage pour chaque polluant étudié. Pour cela, il est proposé de renseigner les éléments suivants dans la mesure du possible pour chaque VGAI :

- Pas de temps de prélèvement
- Période(s) et fréquence de prélèvement (représentativité temporelle)
- Notion de représentativité spatiale de la mesure

Plusieurs normes ont été publiées dès les années 90 pour fournir des recommandations générales sur la stratégie d'échantillonnage de polluants chimiques. Dans le cadre des travaux VGAI, les normes généralistes suivantes sont des supports à suivre :

- La norme NF ISO 16000-1 « Aspects généraux de la stratégie d'échantillonnage » de 2004 qui s'applique de façon large aux environnements intérieurs ;
- La norme expérimentale XP X 43-402 « Stratégie d'échantillonnage des polluants chimiques de l'atmosphère intérieure des locaux » de 1995 qui définit des recommandations générales pour les polluants chimiques gazeux et particulaires.

Ces normes abordent les questions de période, durée, fréquence et lieu d'échantillonnage. Néanmoins, la stratégie d'échantillonnage adoptée pour une campagne de mesure envisagée devra être adaptée aux objectifs spécifiques et précisée.

Les connaissances sur la variabilité spatio-temporelle des niveaux de concentration dans les lieux concernés pour chaque substance sont à documenter. Il s'agit en effet de renseigner les facteurs pouvant influencer les niveaux de concentration qui peuvent être liés au bâtiment, aux équipements, aux activités des occupants des locaux mais aussi à la proximité de sources d'émission, à la nature des émissions (continues ou ponctuelles) et aux conditions environnementales (température et humidité) etc., afin d'adapter en conséquence l'échantillonnage.

Par ailleurs, des VGAI peuvent être établies pour chaque substance étudiée sur différentes durées d'expositions : "court-terme" (exposition aiguë), "intermédiaire" et "long-terme" (exposition chronique). Les préconisations du groupe de travail sur la stratégie d'échantillonnage doivent considérer ces différents cas de figure :

- VGAI court terme : Dans la mesure où, dans certains contextes, des concentrations élevées sont attendues, la stratégie de mesurage devra en tenir compte en garantissant que ces concentrations « maximales » puissent être repérées et mesurées le cas échéant.
- VGAI long terme : suivant la connaissance de la variabilité spatio-temporelle, il s'agit de définir les périodes et la fréquence d'échantillonnage afin d'avoir une mesure visant à caractériser l'exposition représentative sur une durée d'un an minimum.
- VGAI intermédiaire : suivant la connaissance de la variabilité spatio-temporelle, il s'agit de définir les périodes et fréquence d'échantillonnage afin d'avoir une mesure visant à caractériser l'exposition représentative de moins d'un an mais différente d'une exposition court terme.

Des normes complémentaires de la série de norme ISO 16000 décrivent la stratégie d'échantillonnage pour des substances ou groupes de substances particuliers en prenant en compte les différents facteurs pouvant influencer leurs concentrations dans l'air intérieur. Par exemple, la norme NF ISO 16000-2 porte sur la mesure du formaldéhyde et la norme NF ISO 16000-5 sur les composés organiques volatils.

En l'absence de données suffisantes pour la définition d'une stratégie d'échantillonnage pour le polluant étudié, le besoin d'études complémentaires sera formulé.

### **3.1.6 Mise en perspective des VGAI construites et premiers éléments pouvant permettre la quantification de l'impact sanitaire**

Le groupe de travail propose de poursuivre la mise en perspective des VGAI telle que réalisée dans le cadre du premier groupe de travail et de la compléter en allant, autant que possible, vers une quantification du gain sanitaire que pourrait permettre le respect d'une VGAI (quantification limitée éventuellement à un environnement intérieur donné et/ou une population donnée).

Tout d'abord, les VGAI proposées, ainsi que les relations doses-effets relevées dans la littérature, sont comparées aux niveaux de concentration du polluant étudié mesurés en France, notamment dans les logements (campagne nationale de l'OQAI), ou disponibles dans la littérature. En considérant toutes les limites et les incertitudes liées à cet exercice, l'objectif est de décrire qualitativement les effets attendus au niveau de la population française, et ainsi d'appuyer les actions de gestion éventuelles.

Dans ce contexte, le groupe de travail attirera l'attention des gestionnaires sur l'identification de situations à risque telles que des populations pouvant être plus particulièrement sensibles au polluant étudié, des environnements intérieurs accueillant des populations spécifiques (écoles, maisons de retraite, hôpitaux...) ou de sources bien identifiées (par exemple, proximité avec un magasin de nettoyage à sec).

Dans cette mise en perspective, le groupe de travail discutera également de la part attribuable associée à l'exposition dans les environnements intérieurs par rapport à l'exposition globale (données d'exposition via les autres compartiments environnementaux et/ou données de biosurveillance). Ces éléments plus globaux permettront d'élargir la réflexion sur l'importance de l'exposition associée aux environnements intérieurs et d'identifier d'autres sources contribuant à l'exposition de la population générale (pollution extérieure, alimentation...).

Dans un second temps, si les données disponibles pour la substance étudiée le permettent, le groupe proposera des éléments semi-quantitatifs ou quantitatifs du gain sanitaire que pourrait permettre le respect des VGAI fixées. Dans le domaine de la santé environnementale, l'évaluation de l'impact sanitaire a en effet été développée pour permettre notamment de justifier l'intérêt de mesures de prévention afin de réduire, voire d'éliminer, l'exposition à un facteur environnemental ou de comparer différentes options de gestion.

L'impact sanitaire renvoie à la probabilité de survenue d'une maladie liée à une exposition à un facteur environnemental au niveau d'une population. Cela implique de disposer d'une relation causale entre un facteur de risque environnemental et une pathologie, qui peut être issue d'études épidémiologiques et/ou toxicologiques. Autant que possible, le groupe de travail s'orientera vers l'évaluation de l'impact sanitaire - pour la population française - lié à l'exposition via l'air intérieur à chaque substance étudiée. L'objectif, étant d'estimer, par exemple, le nombre de cas tels que la mortalité ou la morbidité ambulatoire attribuables à une exposition ou à un accroissement de l'exposition à une pollution dans l'air intérieur par une substance.

Dans les travaux de l'Afsset publiés en octobre 2007 concernant les études d'impact sur les coûts que représentent pour l'Assurance maladie certaines pathologies liées à la pollution, les principales étapes de l'évaluation de l'impact sanitaire sont rappelées ainsi que les limites associées aux estimations qui peuvent être produites (Afsset 2007d). Trois types d'études d'impact sanitaire sont recensés (Afsset 2007d, InVS, 2007) :

- la démarche d'évaluation quantitative des risques sanitaires. Les éléments décrits permettent de souligner que la quantification d'un impact sanitaire n'est réalisable que pour les polluants présentant une relation dose-réponse sans seuil (et donc disposant d'un ERU) car il résulte du produit d'une probabilité (ERI) par la taille de la population concernée ;
- la démarche d'évaluation de l'impact sanitaire. Elle est fondée sur le calcul du nombre de cas attribuables à partir de relations ou fonctions exposition-risque (exprimées par un risque relatif, RR), de la proportion de personnes exposées, des niveaux d'exposition et de l'incidence de base de l'indicateur sanitaire considéré sur la zone et la période d'étude. Elle repose sur les relations exposition-risque issues des études épidémiologiques qui sont appliquées à une population et une zone d'étude ;
- la démarche *Environmental Burden of Disease* (EBD) d'estimation de la charge de morbidité attribuable à l'environnement. Elle repose sur la méthode de quantification de « fraction attribuable ou risque attribuable » qui est fonction de la force de l'association entre le facteur de risque et morbidité et de la prévalence de l'exposition. La « fraction attribuable ou risque attribuable » correspond à la proportion de morbidité qui pourrait être évitée en réduisant l'exposition (ou en la supprimant).

L'EBD peut aussi être exprimé en « Disability adjusted life years » (DALY). Cet indicateur est issu de la démarche d'évaluation économique des effets de facteurs environnementaux sur la santé et de la difficulté d'attribuer une valeur monétaire à l'estimation de la valeur de la vie ou de sa qualité. Il représente la somme des années de vie perdues en raison d'un décès prématuré (survenant à un âge inférieur à l'espérance de vie) et des années de vie

vécues avec une qualité de vie altérée, pondérées par un coefficient reflétant l'importance de cette altération.

Ces cadres méthodologiques pourront être exploités par le groupe de travail pour examiner leur applicabilité et leur faisabilité dans le contexte des expositions aux polluants de l'air intérieur.

Les données nécessaires à la quantification du gain sanitaire que pourrait permettre le respect des VGAI fixées sont les suivantes :

- relation dose-réponse sans seuil pour le polluant étudié ou relation exposition-risque déterminée par une (ou des) étude(s) épidémiologique(s) menée(s) dans une situation (lieu, population...) ayant des caractéristiques similaires à celles de la population française en terme d'exposition, de caractéristiques sociodémographiques et comportementales, et des indicateurs sanitaires identiques ;
- prévalence de l'exposition au niveau de la population française.

A ce jour, l'évaluation du gain sanitaire que pourrait permettre le respect des VGAI fixées pour les polluants de l'air intérieur n'a pas été déterminée en France. Il s'agit donc d'un nouvel axe ambitieux proposé dans le cadre des travaux d'expertise VGAI.

## Mise à jour des VGAI proposées en 2007-2009

Concernant les substances pour lesquelles une proposition de VGAI a été formulée par l'agence dans le cadre du premier mandat du groupe de travail (2007-2009), une veille est entreprise par le nouveau groupe de travail. Ainsi, toute publication d'une valeur guide OMS ou d'une étude d'intérêt sur les effets sur la santé (expérimentale ou épidémiologique) liés à une exposition à un des polluants déjà étudiés émise par un organisme reconnu fera l'objet d'une analyse critique afin d'évaluer l'opportunité de réviser la VGAI recommandée, notamment en cas de désaccord entre les valeurs.

## 4 Perspectives

### L'environnement intérieur pris au sens large

Parmi la liste de substances d'intérêt établie par les travaux d'expertise du précédent groupe de travail, l'Afsset a proposé des VGAI pour 6 substances (formaldéhyde, monoxyde de carbone, tétrachloroéthylène, trichloréthylène, benzène et naphtalène). L'exposition à ces substances pour la population générale est associée majoritairement, voire exclusivement, à l'inhalation. Certaines substances d'intérêt présentes dans les environnements intérieurs, telles que les composés semi-volatils (phtalates, retardeurs de flamme bromés...), qui peuvent être présents à la fois en phase gazeuse et dans les poussières, n'ont pas été encore traitées à ce jour. Pour ces substances, l'exposition orale *via* les poussières peut être non négligeable, en particulier pour certaines populations comme les jeunes enfants qui, de par leur comportement spécifique (portage main-bouche), peuvent être plus exposées que les autres tranches d'âge de la population. Par conséquent, afin de ne pas limiter la réflexion à l'air intérieur et à l'élaboration de VGAI, le groupe de travail envisage de proposer, le cas échéant pour les substances pertinentes, des valeurs guides pour les poussières intérieures (VGPI) dans une vision globale concernant les environnements intérieurs.

Les questions méthodologiques sur l'élaboration d'une VGPI et/ou d'une VGAI restent complexes et sont discutées par le groupe de travail pour le cas du phtalate de di (2-éthylhexyle) (DEHP), composé prioritaire issu de la hiérarchisation des substances d'intérêt réalisée dans le cadre des premiers travaux d'expertise. Des travaux prospectifs de construction de VGAI et de VGPI ont été initiés par le groupe pour cette substance depuis le début de l'année 2010 et devraient être publiés en 2011 afin de recueillir l'avis de la communauté scientifique et d'autres acteurs tels que les gestionnaires de risque avant d'asseoir une méthode spécifique pour la construction de VGPI, valeurs inexistantes actuellement au niveau international. Les difficultés liées à l'élaboration croisée d'une VGPI et/ou d'une VGAI concernent la cohérence des études par inhalation et par ingestion ; le choix de l'effet critique ; la construction des valeurs à partir d'une étude source *via* des extrapolations voie à voie ou à partir de plusieurs études sources. Ces éléments posent également la question de la prise en compte des différentes voies et sources d'exposition dans la proposition d'une VGAI ou d'une VGPI afin de protéger la santé de la population. Enfin, les méthodes de mesure et la stratégie d'échantillonnage pour les VGPI font l'objet d'une littérature réduite (peu ou pas de normes).

Par ailleurs, une réflexion sera initiée sur la possibilité de construire des VGAI pour des substances appartenant à une même famille chimique et présentant des effets ou des mécanismes d'action communs (phtalates, aldéhydes, etc.).

Ces thématiques ne sont pas abordées dans ce document méthodologique centré sur l'actualisation et l'évolution de la méthode d'élaboration des VGAI pour les substances dont l'inhalation est la voie d'exposition majoritaire.

## Choix des composés d'intérêt à étudier

Les polluants présents dans les environnements intérieurs sont en nombre important, mais aucun d'entre eux ne constitue un indicateur de cette pollution intérieure. Par ailleurs, ils ne présentent pas tous le même intérêt en termes de santé publique. Aussi, un des objectifs du précédent groupe de travail missionné par l'Afsset avait été de déterminer une liste des polluants prioritaires pour lesquels il serait possible, en l'état actuel des connaissances, d'élaborer une VGAI française. Si l'exposition à ces substances pour la population générale reste associée majoritairement, voire exclusivement, à l'inhalation (substances gazeuses volatiles), le groupe de travail a souhaité intégrer une vision globale de l'environnement intérieur dans le choix des substances à étudier et par conséquent de considérer également certaines substances susceptibles d'exposer la population générale à la fois par l'air et les poussières intérieures (composés semi-volatiles comme par exemple les phtalates, les retardateurs de flamme bromés...).

### 4.1.1 Première hiérarchisation (2007)

#### 4.1.1.1 Méthode de hiérarchisation

Dans la première phase d'expertise, le groupe de travail a défini une méthode de hiérarchisation des polluants. Elle s'est appuyée sur les travaux d'expertise suivants :

- Travaux de l'OQAI dans le cadre d'une hiérarchisation de polluants d'intérêt à mesurer en air intérieur lors de sa campagne nationale « Logements » (Mosqueron *et al.* 2002, 2004) ;
- Travaux du groupe de travail INDEX (GT INDEX) de la Commission européenne dont l'objectif était de déterminer une liste hiérarchisée de polluants de l'air intérieur pour lesquels des mesures de gestion devraient être mises en place au regard des données toxicologiques et des données d'exposition en Europe.

Ainsi, la méthode de travail proposée pour construire la liste des substances candidates a été :

- d'élaborer une première liste hiérarchisée de polluants d'intérêt en croisant les deux listes hiérarchisées des polluants de l'air intérieur élaborées par l'OQAI et le GT INDEX en vérifiant la cohérence de classement de chacune des substances communes aux deux listes,
- de sélectionner les polluants qui présentaient un intérêt majeur dans le contexte français. Cette sélection s'est appuyée sur des critères supplémentaires décrits ci-dessous.

Le croisement des deux listes OQAI et INDEX a permis de dresser une liste de 56 substances d'intérêt classées selon les 5 catégories suivantes : « A » = hautement prioritaires ; « B » = très prioritaires ; « C » = prioritaires ; « D » = non prioritaires ; « I » = inclassables. Cette liste est présentée dans l'Annexe 5.

A partir de la liste des polluants hiérarchisés, le groupe de travail a décidé de restreindre le champ des polluants à considérer. Cette décision a été motivée à la fois par un souci d'efficience, c'est-à-dire de la meilleure utilisation des ressources disponibles au sein du groupe de travail, mais aussi en terme d'urgence vis-à-vis de polluants fréquemment rencontrés dans l'air intérieur et problématiques d'un point de vue sanitaire mais ne disposant d'aucune recommandation à l'échelle française. En effet, le groupe de travail a souhaité focaliser son travail sur un certain nombre de polluants répondant à quelques spécificités.

Ainsi, des critères supplémentaires ont été proposés :

- critère d'inclusion : être une substance chimique individuelle ou assimilée ;
- critère de pertinence : ne pas avoir de valeur de gestion en France ;
- critère de faisabilité : disposer de données sanitaires.

#### 4.1.1.2 Bilan « Choix des polluants »

Une première liste restreinte a été construite sur la base de l'expertise du groupe de travail et du classement des substances d'intérêt issu du croisement des listes OQAI et INDEX. Celle-ci était composée de 12 substances qui devaient être étudiées prioritairement. Il s'agissait des polluants suivants :

- Formaldéhyde
- Benzène
- Monoxyde de carbone
- Particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM<sub>10</sub>)
- Naphtalène
- Phtalate de di(2-éthylhexyle) (DEHP)
- Dioxyde d'azote
- Acétaldéhyde
- Trichloréthylène
- Tétrachloroéthylène
- Ammoniac
- Radon

#### 4.1.2 Mise à jour de la hiérarchisation des composés d'intérêt (2010)

##### 4.1.2.1 Méthode de travail et évolutions par rapport à la première hiérarchisation

La hiérarchisation des polluants d'intérêt dans les environnements intérieurs a été mise à jour par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur en 2010 (Alméras C, 2010).

Au préalable, un inventaire bibliographique des hiérarchisations conduites dans les autres pays pour les polluants de l'air intérieur a été réalisé afin de conforter la démarche ou au besoin de faire évoluer la méthode initiale de hiérarchisation établie en 2002 par l'OQAI. Il en ressort que les méthodes proposées et retenues dans le domaine de la qualité de l'air intérieur depuis 2002 sont relativement similaires (Azuma *et al.*, 2007 ; RIVM, 2007 ; Bonvallot *et al.*, 2010 ; Logue *et al.*, 2010) et assez proches de l'approche initiale de l'OQAI. Ainsi, la méthode développée par l'OQAI par Mosqueron *et al.* (2002, 2004) a été reproduite pour la mise à jour de la hiérarchisation en 2010. Les évolutions suivantes ont cependant été proposées :

- **La hiérarchisation a été restreinte aux polluants chimiques.** En effet, la méthode nécessitant l'utilisation de VTR, non disponibles à ce jour pour les biocontaminants et la majorité des agents physiques, ces derniers ne peuvent *in fine* être classés. La hiérarchisation de ces polluants de l'air intérieur nécessiterait une réflexion spécifique afin de prendre en compte les connaissances sanitaires disponibles et les sources et facteurs influençant l'exposition à ces polluants pour identifier les priorités d'actions.
- **La liste des substances chimiques susceptibles d'être présentes dans l'environnement intérieur (air et poussières) a été complétée.** Une revue de la littérature portant sur les substances mesurées dans les environnements intérieurs (France et autres pays) a permis d'enrichir cette liste. En outre, les données relatives aux émissions des matériaux et produits de construction et de décoration et aux produits de consommation ont été examinées pour inventorier les substances chimiques susceptibles d'être présentes dans l'air et/ou les poussières car émises dans l'environnement intérieur (mêmes si elles n'ont pas nécessairement fait l'objet de mesures *in situ* ensuite). Les

publications scientifiques dans le domaine, ainsi que, par exemple, les données françaises produites à la suite de la mise en place du protocole Anses de caractérisation des émissions de COV par les matériaux (Afsset, 2006, 2009c), les données de la base PANDORE<sup>15</sup> ou encore celles de l'Agence de l'environnement du Danemark<sup>16</sup>, ont été recensées.

- Afin de « maximiser » le nombre de substances chimiques pouvant être hiérarchisées, **les données de toxicité compilées ont été élargies** i) aux VTR construites par l' Anses (cancérogènes et reprotoxiques), ii) aux valeurs toxicologiques construites dans le cadre d'autres hiérarchisations des polluants de l'environnement intérieur (Azuma *et al*, 2007 ; Bonvallot *et al*, 2010 ; après vérification que seuls des critères sanitaires ont été pris en compte dans l'élaboration), iii) à des indices toxicologiques construits à partir des VLEP. Malgré les limites associées, ceci permet l'intégration du plus grand nombre possible de substances à la hiérarchisation. Les indicateurs de qualité associés (voir ci-dessous) permettent en tout état de cause d'identifier les substances pour lesquelles ces indices toxicologiques sont utilisés. Enfin, sur le volet des effets sur la santé, la classification européenne CMR a été prise en compte en plus de celles du CIRC et de l'US-EPA, pour la détermination de l'indice de cancérogénicité.
- **Les données de concentration ont été élargies aux écoles et aux bureaux**, environnements pour lesquels une hiérarchisation spécifique a été réalisée.
- Afin **d'estimer la qualité des données** recensées et utilisées dans l'exercice de hiérarchisation, des indicateurs de qualité ont été créés. Ils permettent de repérer facilement si la classification finale est fondée sur des données d'exposition françaises ou d'autres pays, sur des VTR ou bien des indices toxicologiques, ou encore si aucune donnée n'est disponible pour la substance.

Les différentes hypothèses de travail ont été testées par des analyses de sensibilité.

#### 4.1.2.2 Résultats globaux pour les logements, les écoles et les bureaux

In fine, **1026 substances** ou mélanges de substances potentiellement présents dans l'environnement intérieur ont été retenus pour la hiérarchisation. Cette liste a servi de point de départ pour chacune des hiérarchisations (logements, écoles et bureaux).

Le Tableau 2 présente l'indice de hiérarchisation global (IH) pour les logements (ainsi que les indices de potentiel de risque aigu (IA), de risque chronique (IC) et de fréquence de détection intérieure (IF)) et la voie prédominante<sup>17</sup> pour les 58 substances qui apparaissent Hautement Prioritaires et Très Prioritaires à l'issue des calculs de hiérarchisation ( $IH \geq 10$ ).

<sup>15</sup> <http://leptiab.univ-larochelle.fr/Presentation-PANDORE.html>, base de données des émissions des polluants de l'air intérieur développée par l'Université de La Rochelle dans le cadre du projet REGNAIR, financé par l'ANR

<sup>16</sup> [http://www.mst.dk/English/Chemicals/Consumer\\_Products/Surveys-on-chemicals-in-consumer-products.html](http://www.mst.dk/English/Chemicals/Consumer_Products/Surveys-on-chemicals-in-consumer-products.html). La Danish EPA a un programme de recherche dédié aux produits de consommation courante et aux expositions associées.

<sup>17</sup> Cet indicateur permet d'identifier la voie d'exposition qui "tire le risque". Il convient de garder à l'esprit qu'une voie d'exposition peut être définie « prédominante » avec cet indicateur tandis que les données relatives à l'autre voie d'exposition sont en fait manquantes. Pour une exploitation fine de cette information, il convient donc d'examiner en parallèle les indicateurs de qualité (voir rapport OQAI Almérás, 2010). Cette information est toutefois fournie ici à titre indicatif.

**Tableau 2 : Hiérarchisation des substances pour lesquelles IH≥10**

Substance	Numéro CAS	IA	IC = lepc+IK	IF	IH = IA+IC+IF	Voie Prédominante
formaldéhyde	50-00-0	4	10	5	19	inhalation
benzène	71-43-2	3	10	5	18	inhalation
acroléine	107-02-8	5	7	5	17	inhalation
cadmium	7440-43-9	1	10	5	16	inhalation
benzo[a]pyrène	50-32-8	1	10	5	16	inhalation
1,4-dichlorobenzène	106-46-7	3	8	5	16	inhalation
acétaldéhyde	75-07-0	2	9	5	16	inhalation
PM10	PM10	5	6	5	16	inhalation
PM2,5	PM2,5	5	6	5	16	inhalation
di-2-éthylhexylphthalate	117-81-7	1	9	5	15	oral
arsenic	7440-38-2	0	10	5	15	oral
plomb	7439-92-1	1	9	5	15	oral
benzo[a]anthracène	56-55-3	1	9	5	15	inhalation
monoxyde de carbone	630-08-0	5	6	4	15	inhalation
chloroforme	67-66-3	5	9	1	15	inhalation
dechlorane	2385-85-5	1	8	5	14	oral
chrome	18540-29-9	1	8	5	14	oral
fluorène	86-73-7	1	8	5	14	inhalation
pyrène	129-00-0	1	8	5	14	inhalation
tétrachloroéthylène	127-18-4	0	9	5	14	inhalation
trichloroéthylène	79-01-6	0	9	5	14	inhalation
furfural	98-01-1	3	6	5	14	inhalation
pentachlorophénol	87-86-5	2	6	5	13	oral
cuivre	7440-50-8	4	4	5	13	oral
éthylbenzène	100-41-4	0	8	5	13	inhalation
dioxyde d'azote	10102-44-0	3	5	5	13	inhalation
bromoforme	75-25-2	5	7	1	13	inhalation
antimoine	7440-36-0	1	6	5	12	oral
mercure	22967-92-6	1	6	5	12	oral
styrène	100-42-5	2	5	5	12	inhalation
toluène	108-88-3	3	4	5	12	inhalation
d-limonène	5989-27-5	3	4	5	12	inhalation
chlore	7782-50-5	1	6	5	12	inhalation
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (mélange, eq-BaP)		1	10	1	12	inhalation
Phosphore	7723-14-0	1	6	5	12	oral
di-méthylphthalate	131-11-3	2	4	5	11	inhalation
Alcanes, C10-13, chloro	85535-84-8	1	5	5	11	oral
mélange de PCB	1336-36-3	1	9	1	11	inhalation
barium	7440-39-3	1	5	5	11	oral
béryllium	7440-41-7	1	5	5	11	oral
cobalt	7440-48-4	1	5	5	11	oral
nickel	7440-02-0	0	6	5	11	inhalation
vanadium	7440-62-2	2	4	5	11	mixte
benzo[b]fluoranthène	205-99-2	1	9	1	11	inhalation
benzo[k]fluoranthène	207-08-9	1	9	1	11	inhalation
chrysène	218-01-9	1	9	1	11	inhalation
dibenzo[a,h]anthracène	53-70-3	1	9	1	11	inhalation
indeno[1,2,3-cd]pyrène	193-39-5	1	9	1	11	inhalation
Ethanol	64-17-5	1	5	5	11	inhalation
di(2-éthylhexyl)adipate	103-23-1	1	5	5	11	oral
manganèse	7439-96-5	1	4	5	10	inhalation
mercure	7439-97-6	1	4	5	10	oral
anthracène	120-12-7	1	8	1	10	inhalation
fluoranthène	206-44-0	1	8	1	10	inhalation
phénanthrène	85-01-8	1	8	1	10	inhalation
chlorométhane	74-87-3	0	5	5	10	inhalation

Substance	Numéro CAS	IA	IC = Ipc+IK	IF	IH = IA+IC+IF	Voie Prédominante
propionaldehyde	123-38-6	1	4	5	10	inhalation
méthyl-t-butyl ether	1634-04-4	0	5	5	10	inhalation
dibromochlorométhane	124-48-1	1	8	1	10	inhalation

Globalement, les substances classées « Hautement Prioritaires » dans les logements en 2005 le restent en 2010. Des composés organiques semi-volatils et des métaux, non inclus en 2005 dans l'exercice initial de hiérarchisation, apparaissent dans la catégorie « Hautement Prioritaires ». Ces résultats restent cohérents avec les hiérarchisations des polluants de l'air intérieur récemment conduites dans certains pays (RIVM, 2007 ; Logue *et al*, 2010).

**15 substances sont « Hautement Prioritaires » (Groupe A : IH ≥ 15)** : formaldéhyde, benzène, monoxyde de carbone, di-2-éthylhexylphthalate (DEHP), acroléine, plomb, acétaldéhyde, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, cadmium, arsenic, benzo[a]pyrène, benzo[a]anthracène, 1,4-dichlorobenzène et chloroforme.

**44 substances sont « Très Prioritaires » (Groupe B : IH ≥ 10)** : déchlorane, chrome, fluorène, pyrène, tétrachloroéthylène, trichloroéthylène, furfural, pentachlorophénol, cuivre, éthylbenzène, dioxyde d'azote, antimoine, mercure, styrène, toluène, d-limonène, chlore, hydrocarbures aromatiques polycycliques (mélange exprimé en équivalent toxique de BaP), phosphore, diméthylphthalate, alcanes chaînes chlorées en C10-13, mélange de PCB, barium, beryllium, cobalt, nickel, vanadium, benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, chrysène, dibenzo[a,h]anthracène, indeno[1,2,3-cd]pyrène, éthanol, di(2-éthylhexyl)adipate, manganèse, mercure, anthracène, fluoranthène, phénanthrène, chlorométhane, propionaldehyde, méthyl-t-butyl éther, dibromochlorométhane, bromoforme.

Une grande partie des polluants est classée dans la catégorie des « Prioritaires » (Groupe C : IH ≥ 5), soit 28 %. 292 substances sont ainsi répertoriées.

Une majorité des polluants (66 %) soit 675 substances ont un indice de hiérarchisation strictement inférieur à 5. Parmi elles :

- **8 substances sont « Non Prioritaires »** car elles disposent de suffisamment de données toxicologiques et d'exposition pour être classées comme telles;
- **667 substances sont « Inclassables »** car elles disposent de données toxicologiques et/ou d'exposition insuffisantes pour être hiérarchisées avec suffisamment de robustesse.

**Au bilan, pour les logements, 359 substances ou mélanges de substances sont classées.**

Dans les écoles :

- 6 substances sont « Hautement Prioritaires » (Groupe A : IH ≥ 15) : formaldéhyde, benzène, acétaldéhyde, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, chrome ;
- 28 substances sont « Très Prioritaires » (Groupe B : IH ≥ 10) : tétrachloroéthylène, trichloroéthylène, éthylbenzène, 1,4-dichlorobenzène, acroléine, dioxyde d'azote, benzo[a]pyrène, toluène, chloroforme, hydrocarbures aromatiques polycycliques (mélange exprimé en équivalent toxique de BaP), di-2-éthylhexylphthalate, aluminium, nickel, benzo[a]anthracène, benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, chrysène, dibenzo[a,h]anthracène, indeno[1,2,3-cd]pyrène, éthanol, décabromodiphényle éther, chlore, manganèse, pyrène, tétrachlorure de carbone, propionaldehyde, silicium et plomb.

Dans les bureaux :

- 5 substances sont « Hautement Prioritaires » (Groupe A : IH ≥ 15) : benzène, PM2,5, mélange de PCB, éthylbenzène et formaldéhyde ;

- 16 substances sont « Très Prioritaires » (Groupe B : IH  $\geq 10$ ) : toluène, 1,4-dichlorobenzène, dichlorométhane, cadmium, décabromodiphényle éther, xylènes (o/m/p), acétaldéhyde, isoprène, chlore, cuivre, nickel, plomb, furfural, manganèse, tétrachloroéthylène, chlorométhane.

On retient de l'extrapolation de la démarche de hiérarchisation aux écoles et bureaux qu'un trop grand nombre de données d'exposition sont actuellement inexistantes, trop parcellaires ou trop anciennes dans ces lieux de vie pour permettre une hiérarchisation aussi « complète » (30 % des substances classées) que celle pour les polluants présents dans les logements.

#### 4.1.2.3 Résultats détaillés par voie d'exposition

Une analyse complémentaire a été réalisée en distinguant les expositions par inhalation et par voie orale afin d'intégrer la vision globale de l'environnement intérieur (Tableau 3 et Tableau 4 ci-après). L'exercice de hiérarchisation a ainsi été décliné séparément pour chaque voie d'exposition. Il a été conduit avec les données de concentrations dans les logements, les plus complètes pour obtenir une hiérarchisation suffisamment consolidée. Afin d'accompagner les indices de hiérarchisation, des indicateurs de qualité des données ont été construits sur une échelle de 1 à 4 selon les critères de qualité retenus qui sont présentés en légende de chacun des Tableau 3 et Tableau 4.

Le Tableau 3 ci-dessous présente les premières substances hiérarchisées pour l'exposition par inhalation.

**Tableau 3 : Hiérarchisation des substances présentes dans l'air des logements : sélection des dix substances en tête de liste (sans compter celles disposant déjà de VGAI – grisées)**

Substance	Score IA	Score IC	Score IF	IH = IA+IC+IF	Classe	QT inhalation aiguë	QT inhalation chronique	QC inhalation	Qglobal
formaldéhyde	4	10	5	19	A	4	4	4	8
benzène	3	10	5	18	A	4	4	4	8
acroléine	5	7	5	17	A	4	4	4	8
1,4-dichlorobenzène	3	8	5	16	A	4	4	4	8
acétaldéhyde	2	9	5	16	A	4	4	4	8
PM10	5	6	5	16	A	4	4	4	8
PM2,5	5	6	5	16	A	4	4	4	8
chloroforme	5	9	1	15	A	4	4	3	7
monoxyde de carbone	5	6	4	15	A	4	1	4	6,5
tétrachloroéthylène	0	9	5	14	B	4	4	4	8
trichloroéthylène	0	9	5	14	B	4	4	4	8
fluorène	1	8	5	14	B	0	4	2	4
furfural	3	6	5	14	B	1	1	2	3
di-2-éthylhexylphthalate (DEHP)	1	7	5	13	B	0	4	2	4
éthylbenzène	0	8	5	13	B	4	4	4	8
dioxyde d'azote	3	5	5	13	B	4	4	3	7
arsenic	1	10	2	13	B	4	4	2	6

IA : indice de potentiel de risque aigu ; IC : indice de potentiel de risque chronique ; IF : indice de fréquence de détection

Rappel des échelles des indicateurs de qualité des données :

Qt désigne l'indicateur de qualité des données de toxicité. Il est fourni pour les toxicités aiguë et chronique.

Qt = 4 : VTR des agences ; Qt = 3 : VTR Bonvallot *et al.* / Azuma *et al.* ; Qt = 2 : VTR subchroniques ATSDR / 10 ; Qt = 1 : indice de toxicité dérivé d'une VLEP ; Qt = 0 Pas de données toxicologiques

Qc désigne l'indicateur de qualité des données de concentrations dans les logements

Qc= 4 : Etude française représentative, i.e. campagne nationale logements de l'OQAI ; Qc = 3 : Etude française, peu de logements investigués ; Qc = 2 : Etude européenne ; Qc = 1 : Etude autre pays ; Qc = 0 : Pas de données d'exposition

Qglobal désigne l'indicateur global de qualité des données. Noté sur 8, il permet d'avoir une lecture globale de la qualité des données affectées à l'Indice de hiérarchisation (IH).

Q global = (QT inhalation aiguë + QT inhalation chronique)/2+QC inhalation

L'examen des substances en tête de liste pour l'exposition par inhalation montre que :

- pour 4 substances (acroléine, 1,4-dichlorobenzène, acétaldéhyde et éthylbenzène), les données de toxicité d'une part et de concentration d'autre part répondent au mieux aux critères de qualité établis dans le cadre de ces travaux ;

- pour 4 substances (chloroforme, arsenic, cadmium et NO<sub>2</sub>), les données de toxicité répondent au mieux aux critères de qualité établis dans le cadre de ces travaux, tandis que les données d'exposition proviennent :
  - d'études françaises dans des échantillons de logements non représentatifs du parc (chloroforme-étude EHESP/Primequal et NO<sub>2</sub>-étude pilote de la campagne logements de l'OQAI) ;
  - d'études conduites entre 1998 et 2000 (dans le cadre de l'étude multicentrique EXPOLIS) dans une cinquantaine de logements de la ville d'Oxford (Lai *et al*, 2004) pour l'arsenic et le cadmium. Ceux-ci n'ont pas systématiquement été détectés dans tous les logements (entre 20 et 30 %). Aucune étude française publiée, ayant mesuré les concentrations en métaux dans l'air des logements, n'a été identifiée ;
- pour 2 substances (fluorène et furfural), les indicateurs globaux de qualité sont respectivement de 4 et 3 du fait de l'absence de données françaises (mais espagnoles et allemandes) et de données de toxicité dérivées des valeurs professionnelles pour le furfural.

Au bilan, en l'état actuel des connaissances, les substances pour lesquelles les données sont considérées comme les plus solides sont l'acroléine, le 1,4-dichlorobenzène, l'acétaldéhyde, l'éthylbenzène, le chloroforme et le NO<sub>2</sub>. L'acroléine et le NO<sub>2</sub> sont des substances issues des processus de combustion. L'acétaldéhyde et l'éthylbenzène sont également issus de combustions, mais peuvent aussi être émis par les produits de construction et de décoration (colles, cires...). Le 1,4-dichlorobenzène a été longtemps utilisé dans les produits antimites et les désodorisants ; son utilisation est interdite depuis le 22 août 2008 en tant que substance active biocide dans les types de produits (TP) 18 et TP 19<sup>18</sup> en référence à la décision européenne 2007/565/EC prise dans le cadre de la directive européenne 98/8/EC. Le chloroforme est un sous-produit de la chloration de l'eau ; sa fréquence de détection dans les logements investigués n'a pas été fournie.

Pour les autres substances, il conviendrait d'acquérir des données sur les concentrations dans les logements français afin de statuer plus précisément sur leur caractère prioritaire.

---

<sup>18</sup> TP 18 : Insecticides, acaricides et produits utilisés pour lutter contre les autres arthropodes ;  
TP 19 : Répulsifs et appâts

Le Tableau 4 ci-dessous présente les premières substances hiérarchisées pour l'exposition par ingestion.

**Tableau 4 : Hiérarchisation des substances présentes dans les poussières des logements : sélection des dix substances en tête de liste**

Substance	Score IA	Score IC	Score IF	IH = IA+IC+IF	Classe	QT ingestion aiguë	QT ingestion chronique	QC ingestion	Qglobal
arsenic	0	10	5	15	A	4	4	2	6
di-2-éthylhexylphthalate (DEHP)	1	9	5	15	A	0	4	3	5
plomb	1	9	5	15	A	0	4	3	5
benzo[a]pyrène	1	9	5	15	A	0	4	2	4
chrome	1	8	5	14	B	0	4	2	4
déchlorane	1	8	5	14	B	0	4	1	3
pentachlorophénol	2	6	5	13	B	4	4	2	6
cuivre	4	4	5	13	B	4	4	2	6
cadmium	1	7	5	13	B	0	4	2	4
benzo[a]anthracène	1	7	5	13	B	0	4	2	4

IA : indice de potentiel de risque aigu ; IC : indice de potentiel de risque chronique ; IF : indice de fréquence de détection

Rappel des échelles des indicateurs de qualité des données :

Qt désigne l'indicateur de qualité des données de toxicité. Il est fourni pour les toxicités aiguë et chronique.

Qt = 4 : VTR des agences ; Qt = 3 : VTR Bonvallot *et al.* / Azuma *et al.* ; Qt = 2 : VTR subchroniques ATSDR / 10 ; Qt = 1 : indice de toxicité dérivé d'une VLEP ; Qt = 0 Pas de données toxicologiques

Qc désigne l'indicateur de qualité des données de concentrations dans les logements

Qc= 4 : Etude française représentative, i.e. campagne nationale logements de l'OQAI ; Qc = 3 : Etude française, peu de logements investigués ; Qc = 2 : Etude européenne ; Qc = 1 : Etude autre pays ; Qc = 0 : Pas de données d'exposition

Qglobal désigne l'indicateur global de qualité des données. Noté sur 16, il permet d'avoir une lecture globale de la qualité des données affectées à l'Indice de hiérarchisation (IH).

Q global = (QT inhalation aiguë + QT inhalation chronique)/2+QC inhalation

L'examen des substances en tête de liste pour l'exposition par ingestion montre que :

- pour l'ensemble des substances, les données de toxicité chronique répondent au mieux aux critères de qualité établis dans le cadre de ces travaux ;
- pour deux substances (DEHP et plomb), on dispose de données françaises pour les concentrations dans les poussières domestiques, respectivement dans 31 logements (Vicaire *et al.* 2003) et 25 logements (Glorennec *et al.* 2005). A noter que le plomb fait déjà l'objet d'une réglementation structurée en France.
- Pour les autres substances, à l'exception du déchlorane (données canadiennes), les données de concentration proviennent d'autres études européennes, notamment dans des échantillons récents et importants de logements s'agissant du pentachlorophénol (n=600, Allemagne ; Mussig-Zufika *et al.* 2008), du benzo[a]pyrène (BaP) et du benzo[a]anthracène (BaA) (n=500, Danemark ; Langer *et al.* 2010). Les données pour les métaux sont plus anciennes. Le pentachlorophénol est une substance active qui a été utilisée pour le traitement du bois, notamment des charpentes, dont la commercialisation est interdite en Europe depuis septembre 2006.

#### 4.1.3 Bilan des substances retenues

Dans le cadre de son mandat, le nouveau groupe de travail a décidé d'actualiser la liste des substances prioritaires pour lesquelles l'exposition par inhalation est majoritaire. Afin d'établir cette liste, les experts ont considéré que la méthode retenue dans le cadre des travaux d'actualisation de l'OQAI pour la hiérarchisation des composés d'intérêt est pertinente, robuste et suffisante et que l'application de critères supplémentaires n'est pas nécessaire. Après exclusion des substances ayant déjà été étudiées dans le cadre de la première phase d'expertise, les substances hiérarchisées et classées prioritaires sont les suivantes :

- acroléine
- 1,4-dichlorobenzène
- acétaldéhyde
- chloroforme
- fluorène
- furfural
- éthylbenzène
- dioxyde d'azote

Il n'est pas envisagé dans l'immédiat l'élaboration de VGAI pour le furfural compte tenu de la qualité insuffisante des connaissances disponibles. En effet, sa hiérarchisation repose sur une valeur repère sanitaire dérivée d'une valeur professionnelle et de données d'exposition limitées et non françaises ce qui a conduit à un indice global de qualité de 3. Néanmoins, étant donné le classement de cette substance, le groupe de travail recommande d'acquérir rapidement des données sur la toxicité de cette substance et sur l'exposition de la population générale dans les environnements intérieurs.

La hiérarchisation de l'OQAI a porté plus largement sur les composés d'intérêt présents dans les environnements intérieurs incluant les substances en phase gazeuse, phase particulaire dans l'air et déposées dans les poussières au sol. Pour certaines de ces substances, l'exposition orale via les poussières pourrait ne pas être négligeable, en particulier pour certaines populations comme les jeunes enfants. Parmi les perspectives identifiées, les experts envisagent, pour une meilleure prise en compte de l'exposition globale dans les environnements intérieurs, de proposer des valeurs guides spécifiques aux poussières intérieures (VGPI) pour ce type de substances. Les substances prioritaires hiérarchisées par l'OQAI en considérant l'exposition par ingestion de poussières sont l'arsenic, le di-2-éthylhexylphthalate (DEHP), le plomb, le benzo[a]pyrène et le chrome.

## 5 Conclusion

Le principal objectif d'une VGAI est de proposer un cadre de référence afin de protéger la population des effets sanitaires liés à une exposition à la pollution de l'air par inhalation et *in fine* d'éliminer, ou de réduire à un niveau minimum, les contaminants ayant un effet néfaste sur la santé humaine et le bien-être, que cet effet soit connu ou supposé.

Deux approches sont distinguées :

- les substances ayant des effets à seuil pour lesquelles la VGAI représente le niveau de concentration en-dessous duquel aucun effet n'est attendu pour une durée d'exposition donnée ;
- les substances ayant des effets sans seuil de dose pour lesquelles deux VGAI sont proposées pour une exposition vie entière correspondant à différentes probabilités de survenue de l'effet : niveau de risque de  $10^{-5}$  et  $10^{-6}$ .

Sur la base du retour d'expérience de la première phase d'expertise et des propositions formulées par les parties-prenantes, la méthode d'élaboration des VGAI a été actualisée dans le cadre de ce rapport. Les évolutions suivantes ont été proposées :

- Analyse critique des valeurs guides de qualité d'air intérieur proposées par l'OMS en premier niveau ;
- Construction de VGAI suite à l'identification des effets sur la santé liés à une exposition au polluant étudié et à la revue des valeurs de référence (VGAI, VTR) existantes ;
- Accompagnement des VGAI proposées i) en évaluant les méthodes de mesure disponibles, ii) en fournissant des orientations pour la stratégie d'échantillonnage et iii) en renforçant la mise en perspective des valeurs établies par l'identification des situations à risque, en précisant la part de l'exposition via l'air intérieur par rapport à l'exposition globale (au moyen des données d'exposition via les autres compartiments environnementaux et/ou des données de biosurveillance) et en évaluant les impacts sanitaires lorsque les données nécessaires sont disponibles ;
- Mise à jour des VGAI déjà publiées après analyse de nouvelles valeurs OMS ou VTR publiées par les organismes de référence.

La démarche est présentée schématiquement par la figure 1.

Suite à l'actualisation de la hiérarchisation des polluants d'intérêt dans les environnements intérieurs par l'OQAI, les substances prioritaires à étudier pour l'élaboration de VGAI sont par ordre alphabétique : acétaldéhyde, acroléine, chloroforme, 1,4-dichlorobenzène, dioxyde d'azote, éthylbenzène et fluorène.

Parmi les perspectives identifiées, certaines substances d'intérêt présentes dans les environnements intérieurs et plus particulièrement dans les poussières n'ont pas encore été traitées à ce jour, telles que les composés organiques semi-volatils (phtalates, retardeurs de flamme bromés...). Pour ces substances, l'exposition par voie orale *via* les poussières peut être non négligeable, en particulier pour certains groupes de population comme les jeunes enfants. Par conséquent, afin de ne pas limiter la réflexion à l'air intérieur et à l'élaboration de VGAI et ainsi s'inscrire dans une vision globale de l'exposition dans les environnements intérieurs, le groupe de travail a entamé un travail exploratoire sur la pertinence et la méthodologie à mettre en œuvre pour construire et proposer, le cas échéant, des valeurs guides pour les poussières intérieures (VGPI). Suite à l'actualisation de la hiérarchisation des polluants d'intérêt dans les environnements intérieurs par l'OQAI, les substances prioritaires considérant l'exposition par ingestion de poussières sont l'arsenic, le di-2-éthylhexylphthalate (DEHP), le plomb, le benzo[a]pyrène et le chrome.

Par ailleurs, une réflexion sera initiée sur la possibilité de construire des VGAI pour des substances appartenant à une même famille chimique et présentant des effets ou des mécanismes d'action communs (phtalates, aldéhydes, etc.).

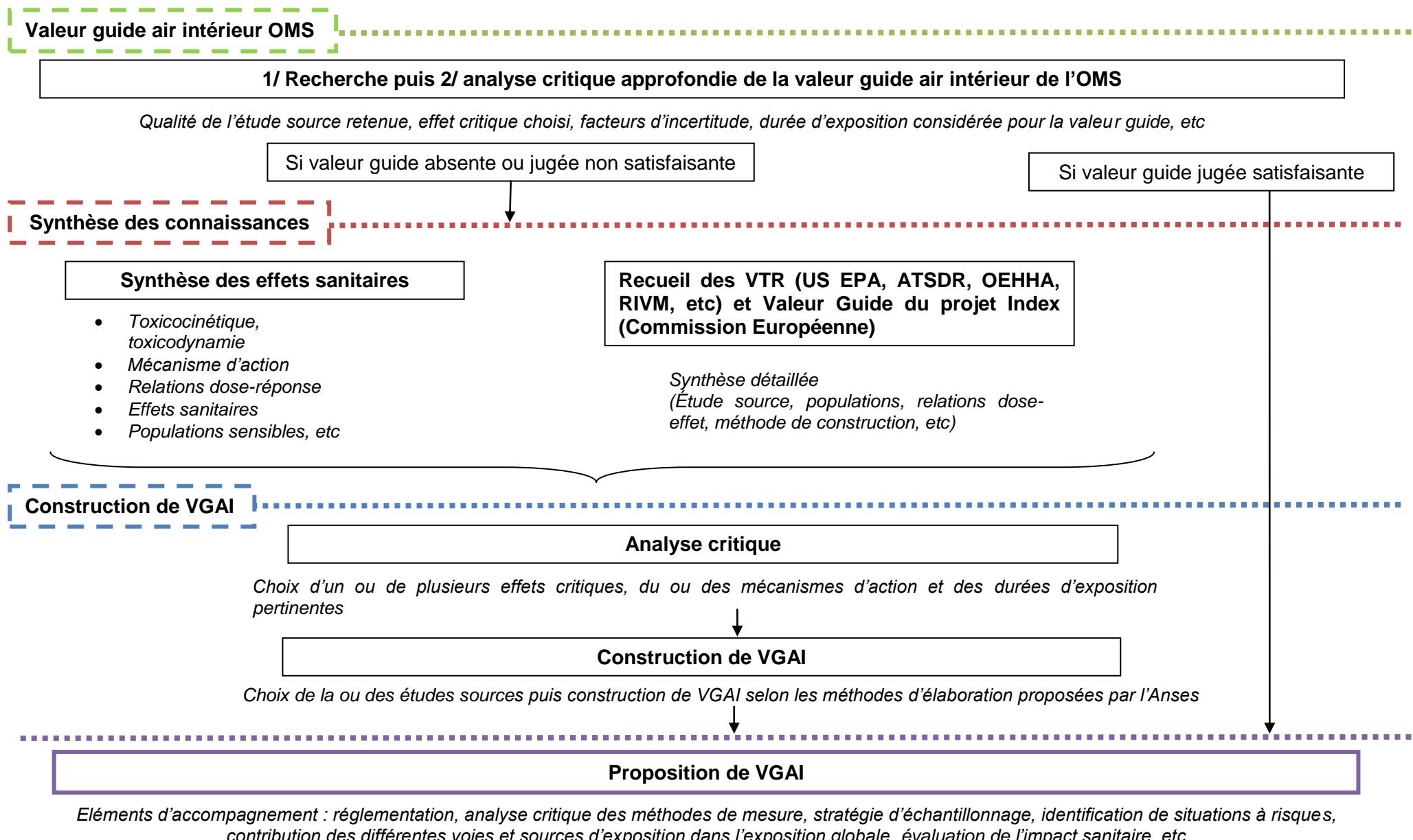


Figure 1 : méthode d'élaboration de VGAI proposée par l'Anses (2011)

## 6 Bibliographie

### Publications

- Afsset (2006). Procédure de qualification des matériaux de construction sur la base de leurs émissions en composés organiques volatils et de critères sanitaires. 136 p.
- Afsset (2007a). En partenariat avec le CSTB. Valeurs guides de qualité d'air intérieur : document cadre et éléments méthodologiques. 53 p.
- Afsset (2007b). En partenariat avec le CSTB. Valeurs guides de qualité d'air intérieur : Formaldéhyde. 78 p.
- Afsset (2007c). En partenariat avec le CSTB. Valeurs guides de qualité d'air intérieur : Monoxyde de carbone. 68 p.
- Afsset (2007d). Étude d'impact sur les coûts que représentent pour l'Assurance maladie certaines pathologies liées à la pollution ; Rapport d'analyse. 137 p.
- Afsset (2008). En partenariat avec le CSTB. Valeurs guides de qualité d'air intérieur : Benzène. 89 p.
- Afsset (2009a). En partenariat avec le CSTB. Valeurs guides de qualité d'air intérieur : Le trichloroéthylène. 77 p.
- Afsset (2009b) En partenariat avec le CSTB. Valeurs guides de qualité d'air intérieur : Le naphtalène. 77 p.
- Afsset (2009c). Procédure de qualification des émissions de composés organiques volatils par les matériaux de construction et produits de décoration. 75 p.
- Afsset (2010a). En partenariat avec le CSTB. Valeurs guides de qualité d'air intérieur : Les particules. 90 p.
- Afsset (2010b). En partenariat avec le CSTB. Valeurs guides de qualité d'air intérieur : Le tétrachloroéthylène. 104 p.
- Afsset (2010c). Document de référence pour la construction et la mesure de valeurs limites d'exposition à des agents chimiques en milieu professionnel. 104 p.
- Afsset (2010d). Elaboration de Valeurs Toxicologiques de Référence : guide méthodologique. 37 p.
- Afsset (2010e). Méthode de construction de Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) pour les substances chimiques cancérogènes. 100 p.
- Afsset (2010f). Elaboration de VTR fondées sur les effets reprotoxiques. 138 p.
- Agencia para a Energia. (2007). Certificado de desempenho energético e da qualidade do ar interior. Entidades supervisoras: Direcção Geral de Geologia e Energia, Instituto do Ambiente, Entidade gestora, Portugal.

Alméras C. (2010). 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. A paraître.

Azuma K, Uchiyama I, Ikeda K. (2007). The risk screening for indoor air pollution chemicals in Japan. *Risk Anal.*;27(6):1623-38.

Bonvallot N, Mandin C, Mercier F *et al.* (2010). Health ranking of ingested semi-volatile organic compounds in house dust: an application to France. *Indoor Air*;20:458-472.

COMEAP (2004) Report : Guidance on the Effects on Health of Indoor Air Pollutants.

European Commission (2005). Joint Research Centre (JRC). Final Report. Critical Appraisal of the Setting and Implementation of Indoor Exposure Limits in the EU : The INDEX project. Institute for Health and Consumer Protection, Physical and Chemical Exposure Unit. 337 pages. I-21020 Ispra (VA), Italy.

Glorennec P, Bemrah N, Tard A *et al.* (2007). Probabilistic modeling of young children's overall lead exposure in France: Integrated approach for various exposure media. *Environment International* 33: 937–945.

HCSP (2009). Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos. Présentation de la démarche méthodologique. 23 p.

Hong-Kong (2003a). Guidance Notes for the Management of Indoor Air Quality in Offices and Public Places, HKSAR (Hong Kong Special Administrative Region), Indoor Air Quality Management Group. [http://www.iaq.gov.hk/guidance/publications\\_guidance.htm](http://www.iaq.gov.hk/guidance/publications_guidance.htm) ou <http://www.iaq.gov.hk/cert/doc/CertGuide-eng.pdf>

Hong-Kong (2003b). Practice Note for Managing Air Quality in Air-conditioned Public Transport Facilities, Buses (Practice Note PN 1/03) & Railways (Practice Note PN 2/03), Environmental Protection Department. Notes téléchargeables sur : [http://www.epd.gov.hk/epd/english/resources\\_pub/publications/files/pn03\\_1.pdf](http://www.epd.gov.hk/epd/english/resources_pub/publications/files/pn03_1.pdf) et [http://www.epd.gov.hk/epd/english/resources\\_pub/publications/files/pn03\\_2.pdf](http://www.epd.gov.hk/epd/english/resources_pub/publications/files/pn03_2.pdf)

IEH (2001) The issues and implications of setting and applying indoor air quality guidelines, S. Short, Institute for Environment and Health. <http://www.ie.ac.uk/ieh/pdf/IAQmtgrep.pdf>

InVS (2007). Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine Concepts et méthodes. 36 p.

Klimisch H.-J., Andreae M., Tillmann U. (1997) A systematic approach for evaluating the quality of experimental toxicological and ecotoxicological data. *Regul Toxicol Pharmacol*; 25:1-5.

Lai H.K., Kendall M., Ferrier H., *et al.* (2004). Personal exposures and microenvironment concentrations of PM2.5, VOC, NO<sub>2</sub> and CO in Oxford, UK. *Atmospheric Environment* 38: 6399-10.

Langer S, Weschler C-J, Fischer A, *et al.* (2010). Phthalate and PAH concentrations in dust collected from Danish homes and daycare centers. *Atmospheric Environment* 44 : 2294-2301.

Logue J. M., McKone T. E., Sherman M. H. *et al.* (2010) Hazard assessment of chemical air contaminants measured in residences. *Indoor Air*. Article first published online: 20 JUL 2010. DOI: 10.1111/j.1600-0668.2010.00683.x.

Mosqueron L, Nedellec V. (2002). Hiérarchisation sanitaire des paramètres mesurés dans les bâtiments par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur. Rapport final. <http://www.air-interieur.org/>

Mosqueron L, Nedellec V. (2004). Mise à jour de la hiérarchisation sanitaire des paramètres d'intérêt de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur : Application aux esters de phtalate, paraffines chlorées à chaînes courtes, organoétains, alkyl phénols et retardateurs de flamme bromés. <http://www.air-interieur.org/>

Mussig-Zufika M, Becker K, Conrad A *et al.* (2008). M. Stoffgehalte im Hausstaub aus Haushalten mit Kindern in Deutschland. Kinder-Umwelt-Survey 2003/06. Umweltbundesamt. 1-59.

Nielsen, G.D., Hansen, L.F., Nexoe, B.A., *et al* (1996). Toxicological Based Air Quality Guidelines For Substances In Indoor Air, NKB - Nordisk Komité for Byggebestemmelser (Nordic Committee on Building Regulations).

OMS (1999). Strategic approaches to indoor air policy-making. WHO European Centre for Environment and Health Bilthoven. 105 p. <http://www.euro.who.int/document/e65523.pdf>

OMS (2000). WHO Air Quality Guidelines for Europe, second edition No.91.

OMS (2006). Development of WHO guidelines for indoor air quality, Report on a working group meeting.

OMS (2009). WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. WHO Regional Office for Europe. <http://www.euro.who.int/>

OMS (2010). WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. WHO European Centre for Environment and Health, Bonn Office. WHO Regional Office for Europe. 484 p. [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0009/128169/e94535.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf)

OQAI (2006). « Campagne nationale Logements. Etat de la qualité de l'air dans les logements français. Rapport final ». <http://www.air-interieur.org/>

Pluschke P. (1999). Indoor Air Quality Guidelines. In: Salthammer, T. (ed.) Organic Indoor Air Pollutants, Weinheim, Wiley-VCH, 291–304.

PNSE (2004) (Plan National Santé Environnement 2004-2008). *Franchir une nouvelle étape dans la prévention des risques sanitaires liés à l'environnement*. Ministère de la Santé et de la Protection sociale, Ministère de l'Ecologie et du Développement durable, Ministère de l'Emploi, du Travail et de la Cohésion sociale, Ministère délégué à la recherche. 2004. <http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/pNSE/sommaire.htm>

PNSE (2009) Deuxième plan national santé-environnement (PNSE 2) 2009-2013 <http://www.sante-sports.gouv.fr/deuxieme-plan-national-sante-environnement-pNSE-2-2009-2013.html>

RIVM (2007) Health-based guideline values for the indoor environment. Report 609021044/2007. 97 p.

Rousselle C, Mandin C et Azuma K. (2011). Valeurs guides de qualité d'air intérieur: analyse comparative des approches française et japonaise. Environnement, Risques & Santé;12(1):25-34.

Santé Canada (1987). Directives d'exposition concernant la qualité de l'air des résidences. Rapport du Comité consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail. [http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/exposure-exposition/index\\_f.html](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/exposure-exposition/index_f.html)

Santé Canada (2006). Lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel, formaldéhyde. Cat.: H128-1/06-432-1F. 3 p.

Thade (2003). Policies and Actions concerning indoor air pollution in dwellings in Europe and Overseas, Carrer P, Rameckers E., Kotzias D., projet THADE Towards Healthy Air in Dwellings in Europe.

Vicaire Y. (2003). Les substances dangereuses dans les poussières du logement : des indicateurs de l'exposition chimique dans l'environnement domestique. Greenpeace :1-84.

## Normes

Norme NF EN 482 (Novembre 2006) Atmosphères des lieux de travail - Exigences générales concernant les performances des modes opératoires de mesurage des agents chimiques. AFNOR (Indice de classement : X43-277)

Norme NF ISO 16000-1 (Juillet 2006) Air intérieur - Partie 1 : aspects généraux de la stratégie d'échantillonnage. AFNOR (Indice de classement : X43-404-1)

Norme XP X 43-402 (Août 1995) Qualité de l'air - Stratégie d'échantillonnage des polluants chimiques de l'atmosphère intérieure des locaux - Recommandations. AFNOR (Indice de classement : X43-402)

Norme NF ISO 16000-2 (Juillet 2006) Air intérieur - Partie 2 : stratégie d'échantillonage du formaldéhyde. AFNOR (Indice de classement : X43-404-2)

Norme NF ISO 16000-5 (Mai 2007) Air intérieur - Partie 5 : stratégie d'échantillonnage pour les composés organiques volatils (COV). AFNOR (Indice de classement : X43-404-5)

## Législation et réglementation

Loi 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement (1) ;  
<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000020949548&dateTexte=&categorieLien=id>

Loi 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (1).  
<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000022470434>

Décret n° 2008-244 du 7 mars 2008 relatif au code du travail (partie réglementaire) (Article R4412-149 et Article R4412-150)

Décision européenne 2007/565/EC du 14 août 2007 concernant la non-inscription, à l'annexe I, I A ou I B de la directive 98/8/CE du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits biocides, de certaines substances devant faire l'objet d'un examen dans le cadre du programme de travail de dix ans visé à l'article 16, paragraphe 2, de ladite directive

Directive européenne 98/8/CE du parlement européen et du conseil du 16 février 1998 concernant la mise sur le marché des produits biocides

---

## ANNEXES

---

## Annexe 1 : Synthèse des déclarations publiques d'intérêts des experts par rapport au champ de la saisine

### RAPPEL DES RUBRIQUES DE LA DECLARATION PUBLIQUE D'INTERETS

<b>IP-A</b>	Interventions ponctuelles : autres
<b>IP-AC</b>	Interventions ponctuelles : activités de conseil
<b>IP-CC</b>	Interventions ponctuelles : conférences, colloques, actions de formation
<b>IP-RE</b>	Interventions ponctuelles : rapports d'expertise
<b>IP-SC</b>	Interventions ponctuelles : travaux scientifiques, essais, etc.
<b>LD</b>	Liens durables ou permanents (Contrat de travail, rémunération régulière ...)
<b>PF</b>	Participation financière dans le capital d'une entreprise
<b>SR</b>	Autres liens sans rémunération ponctuelle (Parents salariés dans des entreprises visées précédemment)
<b>SR-A</b>	Autres liens sans rémunération ponctuelle (Participation à conseils d'administration, scientifiques d'une firme, société ou organisme professionnel)
<b>VB</b>	Activités donnant lieu à un versement au budget d'un organisme

### SYNTHESE DES DECLARATIONS PUBLIQUES D'INTERETS DES MEMBRES DU CES PAR RAPPORT AU CHAMP DE LA SAISINE

NOM	Prénom <i>Rubriques de la DPI</i> Description de l'intérêt en cas de lien déclaré	Date de déclaration des intérêts
<b>Analyse Anses :</b> BAEZA	Armelle  Aucun lien déclaré /	23/02/2010 04/02/2011
<b>Analyse Anses :</b> BLANCHARD	Olivier  <i>LD</i> Salarié de l'INERIS (jusqu'en 2009)	22/02/2010 28/01/2011
<b>Analyse Anses :</b> BOUDET-DEVIDAL	Céline  <i>LD</i> Salariée de l'INERIS <i>IP</i> Travaux sur modèle TRA pour ECETOC (European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals) (2006-2008) (Aucune rémunération) Travaux sur RIP 3.3 pour le CEFIC (European Chemical Industry Council) (2005-2007) (Aucune rémunération)  <i>IP : Rapports d'expertise donnant lieu à versement à l'organisme d'appartenance (INERIS)</i>	26/02/2010 09/02/2011

	<p>Valeurs toxicologiques de référence pour Arkema (2006-2007)</p> <p>Valeurs toxicologiques de référence pour Renault (2006)</p> <p>Evaluation des risques pour AREVA (2009)</p> <p>Evaluation des risques hydrazine pour le CNES (Centre national des études spatiales) (2009-2010)</p> <p>Bioaccessibilité pour TOTAL (depuis 2010)</p> <p>Evaluation des risques compostage pour Véolia Propreté (2009-2010)</p> <p>Evaluation des risques pour Colas (2009-2010)</p> <p>Evaluation des risques pour Novergie (2009-2010)</p> <p>Evaluation des risques pour Arcelor (depuis 2010)</p> <p>Formations en toxicologie pour EDF donnant lieu à versement à l'organisme d'appartenance (2006-2007)</p> <p>Conseil scientifique projet traitement déchets de SYMOVE donnant lieu à versement à l'organisme d'appartenance (2010)</p> <p>Interventions régulières + ponctuelles dans le domaine de l'ERS du MEDDTL donnant lieu à versement à l'organisme d'appartenance (programme d'appui) (depuis 2005)</p>	
<b>Analyse Anses :</b>	Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	
<b>BROCHARD</b>	<p><b>Patrick</b></p> <p><b>LD</b></p> <p>Membre du Conseil d'administration d'AIRAQ (Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air en Aquitaine) depuis 2009 (Aucune rémunération)</p>	25/02/2010 17/02/2011
<b>Analyse Anses :</b>	Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	
<b>BUGAJNY</b>	<p><b>Christine</b></p> <p><b>IP</b></p> <p>Intervention sur Environnement/qualité air pour l'Ecole des Ponts Paris Tech (Rémunération personnelle)</p>	19/02/2009 04/02/2011 11/03/2011
<b>Analyse Anses :</b>	Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	
<b>CHARPIN</b>	<p><b>Denis</b></p> <p><b>LD</b></p> <p>Association Conseil-habitat-santé : Président</p> <p><b>IP</b></p> <p>Société Alcion : Evaluation du Photoceen sur les allergènes aéroportés de chat (fév à oct. 2006) (= étude de la dénaturation des allergènes de chat par ultra-violets) (Rémunération sur compte associatif)</p> <p>Laboratoires Novartis : Essai clinique de phase 2 de l'Indacaterol (2008) (= évaluation d'un nouveau médicament -essai clinique) (Rémunération sur compte associatif)</p> <p>Laboratoire Almirall : Essai clinique de phase 3 de l'aclinidium (2010) (= évaluation d'un nouveau médicament - essai clinique) (Rémunération sur compte associatif)</p> <p>Laboratoires Novartis : Membre du board national et régional Onbrez (depuis juin 2010) (Honoriaires) (= séances</p>	09/02/2010 14/02/2011

	<p>de discussion, en présence d'autres collègues, sur la BPCO et ses médicaments, notamment l'Onbrez prochainement commercialisé par ce laboratoire)</p> <p>Laboratoires Pfizer : Conférence (Nov. 2011) (Honoraires)</p> <p><b>VB</b></p> <p>Stallergènes, Novartis, Gsk, Chiesi, ALK : Aide à la recherche donnant lieu à versement à l'association dont il est président (20 % du budget de l'association)</p>	
<b>Analyse Anses :</b>	Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	
<b>DECLERCQ</b>	<p><b>Christophe</b></p> <p><b>LD</b></p> <p>Membre du bureau du Comité régional Nord-Pas-de-Calais de l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (depuis 31/08/2008) (Aucune rémunération)</p>	24/02/2010 03/03/2011
<b>Analyse Anses :</b>	Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	
<b>GARCON</b>	<p><b>Guillaume</b></p> <p><b>IP</b></p> <p>Expertise pour les Domaines d'Intérêt Majeur (DIM)-Santé Environnement Toxicologie (SEnT) Ile-de-France (24/03/2010 au 14/04/2010) (Aucune rémunération)</p>	25/02/2010 26/01/2011
<b>Analyse Anses :</b>	Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	
<b>GIROUX</b>	<p><b>Michel</b></p> <p>Aucun lien déclaré</p> <p>/</p>	25/02/2010 10/09/2010 04/02/2011
<b>Analyse Anses :</b>		
<b>GLORENNEC</b>	<p><b>Philippe</b></p> <p><b>IF</b></p> <p>Épargne salariale conjoint chez Legris SA</p> <p><b>LD</b></p> <p>Membre du Conseil d'administration d'Air Breizh de 2005 à 2008 (Aucune rémunération)</p> <p><b>IP</b></p> <p>Programme de recherche Primequal : Conseil scientifique (2009-2011) (Aucune rémunération)</p> <p>INERIS : Commission Scientifique des risques chroniques (2002-2005) (Aucune rémunération)</p> <p>Préfecture de l'Aude : Conseil scientifique "risques sanitaires liés à la vallée de l'Orbiel, Salsigne" (2006-2007) (Rémunération personnelle)</p> <p>Metaleurop Nord : Conseil scientifique de la commission locale d'information et de surveillance (2003-2006) (Aucune rémunération)</p> <p>Multiples sociétés : Formations continues EHESP donnant lieu à versement à l'organisme d'appartenance (En cours)</p> <p>Collectivités territoriales, syndicats de traitement de déchets, universités, entreprises, associations : Cours et conférences (En cours)</p>	16/02/2010 26/01/2011

	<b>VB</b> Multiples entreprises : actions de formation ou analyses ou expertises réalisées par des collègues donnant lieu à versement à l'organisme d'appartenance	
<b>Analyse Anses :</b>	Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	
<b>HERRERA</b>	<b>Horacio</b>  <b>VB</b> Prestation d'évaluation de nuisances (métrologie) et conseil pour des entreprises publiques et privées en Suisse donnant lieu à versement à l'organisme d'appartenance (5% du budget de l'IURST où l'expert est chef de département-conseil et expertise métrologie)  Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	03/02/2010 04/02/2011
<b>Analyse Anses :</b>		
<b>KIRCHNER</b>	<b>Séverine</b>  <b>LD</b> Salariée du CSTB <b>IP</b>  Conseil d'administration de la SFSE (Société française de santé et environnement) (Aucune rémunération)  WHO (OMS) : Steering Committee Conseil d'administration du RISE (Réseau International Santé Environnement) (Aucune rémunération)  Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	13/01/2010 03/02/2011
<b>Analyse Anses :</b>		
<b>LANGLOIS</b>	<b>Eddy</b>  <b>LD</b>  Salarié de l'INRS	02/03/2010 04/02/2011
<b>Analyse Anses :</b>	Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	
<b>LAVOIE</b>	<b>Jacques</b>  <b>Démission le 17 décembre 2010</b> N'a pas participé aux travaux /	17/02/2010
<b>Analyse Anses :</b>		
<b>PAILLAT</b>	<b>Loïc</b>  <b>IP</b> Évaluation de laboratoires selon la norme NF EN ISO/CEI 17025 pour le COFRAC (depuis juin 2007)  Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	27/02/2010 15/09/2010 04/02/2011
<b>Analyse Anses :</b>		

<b>PARIS</b>	<p><b>Christophe</b></p> <p><b>LD</b></p> <p>Membre de l'ORST Lorraine (Observatoire régional de la santé au travail) (depuis 2007) (Aucune rémunération)</p> <p>Membre de l'ARACT (Association Régionale de l'Amélioration des Conditions de Travail) (depuis 2007) (Aucune rémunération)</p> <p>Membre de la SFMT (Société française de médecine du travail) (depuis 2004) (Aucune rémunération)</p> <p>Participation FMC (Formation médicale continue) pour l'Institut de Médecine du Travail Lorraine (2003) (Aucune rémunération)</p> <p>Membre du HCSP (Haut conseil de la santé publique) (2009-2011) (Aucune rémunération)</p> <p><b>IP</b></p> <p>Conseil en analyse d'une étude effectuée en milieu industriel pour IMT Nord donnant lieu à versement à l'organisme d'appartenance (2007-2009)</p> <p>"Cancer et environnement", expertise collective de l'INSERM donnant lieu à versement à l'organisme d'appartenance (2006-2008)</p> <p>Groupe de cotation de l'HAS (Haute autorité de santé) (2007) (Aucune rémunération)</p> <p>Étude pour PACKAGING donnant lieu à versement à l'organisme d'appartenance (2009-2010)</p> <p>Cancers et Travail (oct. 2007) (Aucune rémunération) et Congrès de Pneumologie (2011) (Aucune rémunération) pour la SPLF (Société de pneumologie en langue française)</p> <p>Formation médicale continue à l'Institut de médecine du travail de Lorraine (2003) (Aucune rémunération)</p> <p><b>VB</b></p> <p>Enquête cas témoins CHU Nancy/INRS donnant lieu à versement au CHU de Nancy (2011)</p> <p>Expertise collective de l'INSERM (2010)</p> <p>Rapport « Amiante » pour la CNAM-TS donnant lieu à versement à l'INSERM (1% du budget) (2012)</p> <p>Rapport « Cancer bronchique » de la DGS donnant lieu à versement au CHU de Nancy (1% du budget) (2006)</p> <p>Rapport « Cancer bronchique » de l'InCA donnant lieu à versement à l'INSERM (1% du budget) (2012)</p> <p>Projet CERCAN (cancérogènes professionnels) de la CRAM donnant lieu à versement à la faculté de Nancy (1% du budget) (2010)</p> <p><b>Analyse Anses :</b></p> <p>Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine</p>	23/02/2010 03/03/2011
<b>SEIGNEUR</b>	<b>Christian</b>	22/02/2010 03/02/2011
<b>Analyse Anses :</b>	Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	

<b>SQUINAZI</b>	<b>Fabien</b>	27/01/2010 18/02/2011
<b>Analyse Anses :</b>	Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	

**SYNTHESE DES DECLARATIONS PUBLIQUES D'INTERETS DES MEMBRES DU GT PAR RAPPORT AU CHAMP DE LA SAISINE**

NOM	Prénom <i>Rubriques de la DPI</i> Description de l'intérêt <i>en cas de lien déclaré</i>	Date de déclaration des intérêts
<b>AUBIER</b>	<b>Michel</b> <b>Démission le 18/11/2010</b> <b>IP</b> Etude clinique pour AstraZeneca, MSD, Pfizer (2004) Etude Eurosmart, Symbicort pour AstraZeneca Congrès ERS, CPLF pour AstraZeneca, Novartis, Pfizer (2006-2009) (Rémunération personnelle) <b>VB</b> Projet de recherche avec MSD, AstraZeneca (2006 et 2009) donnant lieu à versement à l'organisme d'appartenance (INSERM) (5% du budget du laboratoire)  <b>Analyse Anses :</b> Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	09/09/2009
<b>BELHADJ-TAHAR</b>	<b>Hafid</b> <b>IP</b> Investigation clinique : Essai thérapeutique concernant un nouvel agent ciblant les cancers du sein de mauvais pronostic pour le Laboratoire GlaxoSmithKline (Juillet 2008-juillet 2013) donnant lieu à versement à l'AFPREMED (Association Française de Promotion de la Recherche Médicale) Investigation clinique : Exploration de la fonction pancréatique insulinoexcrétante chez les diabétiques non insulinodépendants pour le Laboratoire Novartis Pharma (Juillet 2010-juillet 2011) donnant lieu à versement à l'AFPREMED Etude toxicologique d'un traceur cérébral potentiel utilisé pour le diagnostic du stress neurotoxique et mise au point d'un traceur cérébral potentiel utilisé pour le diagnostic du stress neurotoxique pour le Laboratoire Holis technologies (Janvier 2009-juin 2010) donnant lieu à versement à l'AFPREMED <b>SR</b> Président de l'AFPREMED (Association loi 1901)  <b>Analyse Anses :</b> Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	17/09/2009 15/04/2011

<b>BLANCHARD</b>	<b>Myriam</b>  Aucun lien déclaré <i>/</i>	15/06/2009 15/03/2011
<b>BONVALLOT</b>	<b>Nathalie</b>  <b>IP</b> Journées PBE +, Toxicologie pour PBE + (performance Bretagne environnement), association d'entreprises bretonnes de tous secteurs (Avril 2008) (Aucune rémunération) Formation EQRS pour EDF GDF (1 fois par an) (Aucune rémunération) <b>SR</b> Conjoint responsable Hygiène, sécurité et environnement chez OBERTHUR  <b>Analyse Anses :</b> Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	19/08/2010 25/01/2011
<b>CABANES</b>	<b>Pierre-André</b>  <b>IF</b> Actionnariat salarié EDF et Gaz de France <b>LD</b> Salarié du Service des études médicales d'EDF Rédacteur en chef de la revue « Environnement, Risques et Santé » aux Éditions John Libbey (emploi complémentaire) <b>SR</b> Participation au Conseil Scientifique de l'INERIS (2006) Secrétaire de l'association SFSE (société française de santé et environnement) (depuis 2008)  <b>Analyse Anses :</b> Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	23/06/2009 16/03/2011
<b>CAILLAUD</b>	<b>Denis</b>  Aucun lien déclaré <i>/</i>	28/08/2009 30/03/2011
<b>ENRIQUEZ</b>	<b>Brigitte</b>  Aucun lien déclaré <i>/</i>	25/06/2009 01/02/2010 02/03/2010 02/02/2011
<b>GOUPIL</b>	<b>Ghislaine</b>  <b>IP</b> Métrologie des polluants pour le GT Bureaux (2008) (Aucune rémunération) Réduire les expositions responsables de pathologie à fort impact sur la santé dans le cadre du GT1 PRSE2 (Janvier 2010) (Aucune rémunération)	22/09/2009 14/03/2011

	Cours sur la réglementation des émissions à l'Université de Versailles (Chaque année) (Rémunération personnelle)	
<b>Analyse Anses :</b>	Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	
<b>GRIMALDI</b>	<b>Frédérique</b>  Aucun lien déclaré /	14/09/2009 07/03/2011
<b>ANALYSE ANSES :</b> <b>GUILLOSSOU</b>	<b>Gaëlle</b>  <b>IF</b> Actions EDF SA, ADP SA, GDF Suez <b>LD</b> Salariée du Service des études médicales d'EDF <b>IP</b> Analyse d'articles scientifiques pour le Réseau RSEIN (Rémunération personnelle) Rédaction de 3 chapitres des prochaines Valeurs guides sur l'air intérieur pour le WHO European Centre for Environment and Health, Bonn Office (01/09/2008) (Rémunération personnelle)	02/06/2009 04/01/2010 01/04/2011
<b>Analyse Anses :</b>	Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	
<b>LARBRE</b>	<b>Juliette</b>  <b>LD</b> Salariée de l'INERIS <b>SR</b> Membre du conseil scientifique du Journal Pollution Atmosphérique	10/06/2009 05/04/2011
<b>Analyse Anses :</b>	Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	
<b>LECLERC</b>	<b>Nathalie</b>  <b>LD</b> Salariée de l'ASPA (Association de surveillance et d'étude de la pollution atmosphérique en Alsace) <b>IP</b> Intervention thématique air intérieur à l'INSA ( <i>Institut National des Sciences Appliquées</i> ) (2 jours en octobre 2010) (Rémunération personnelle)	25/06/2009 01/04/2011
<b>Analyse Anses :</b>	Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	
<b>MANDIN</b>	<b>Corinne</b>  <b>LD</b> Salariée du CSTB	15/06/2009 11/03/2010 08/03/2011

	<p><b>IP</b> Vacations à l'Institut Supérieur de la Santé et des Bioproduits d'Angers (1 fois par an) (Rémunération personnelle)</p> <p>Analyse d'articles scientifiques pour le bulletin de veille du réseau RSEIN de l'INERIS (1 à 2 fois par an) (Rémunération personnelle)</p> <p><b>SR</b> Conjoint Directeur des ventes chez Taiki Europe</p> <p><b>Analyse Anses :</b> Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine</p>	
<b>MARCHAND</b>	<p><b>Caroline</b></p> <p><b>LD</b> Salariée de l'INERIS</p> <p><b>Analyse Anses :</b> Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine</p>	26/08/2010 11/04/2011
<b>MILLET</b>	<p><b>Maurice</b></p> <p>Aucun lien déclaré</p> <p>/</p> <p><b>Analyse Anses :</b></p>	07/09/2009 05/01/2010 15/03/2011
<b>MOSQUERON</b>	<p><b>Luc</b></p> <p><b>IF</b> Plan Epargne Entreprise (actionnariat salarié entreprise) depuis 2009 chez Veolia Environnement</p> <p><b>LD</b> Salarié de Veolia Environnement, Recherche et Innovation</p> <p><b>SR</b> Membre de la SFSE (Société Française de Santé et Environnement)</p> <p><b>Analyse Anses :</b> Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine</p>	22/06/2009 13/04/2011
<b>SCHADKOWSKI</b>	<p><b>Corinne</b></p> <p><b>LD</b> Directrice de l'APPA Nord-Pas de Calais (Association de praticiens hospitaliers et assimilés)</p> <p><b>VB</b> Subvention de fonctionnement versée par EDF à l'organisme d'appartenance (APPA) (8 % du budget) Communication Air Intérieur pour GDF Suez donnant lieu à versement à l'organisme d'appartenance (3 % du budget)</p> <p><b>Analyse Anses :</b> Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine</p>	17/09/2009 23/03/2011
<b>TUDURI</b>	<p><b>Ludovic</b></p> <p><b>IP</b> « Protection respiratoire » pour l'IRSST (Institut de recherche en santé et sécurité au travail,</p>	05/09/2009 01/04/2011

<b>Analyse Anses :</b>	Montréal) (Août 2010-août 2011) (Aucune rémunération) Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine	
------------------------	---	--

**Annexe 2 : Grille de lecture des études toxicologiques et épidémiologiques**

Référence étude	
Type / Objectif de l'étude	
Respect BPL, lignes directrices	
Qualité de l'étude (otation Klimisch)	
Substances chimiques, n°CAS, pureté, composition, véhicule	
Espèce, souche âge/poids	
Conditions de vie (T, humidité, cycle lumière, alimentation, nbre animaux/cage)	
Sexe, nombre d'animaux par groupe	
Groupe témoin et nombre	
Voie d'exposition	
Fréquence et durée de l'exposition	
Doses ou concentrations d'exposition	
Examens	
Effets observés	
Effet critique pris en compte	
Couple NOAEL / LOAEL pour l'effet critique	
Points forts de l'étude	
Points faibles de l'étude	

### Annexe 3 : Evaluation des méthodes de mesures - description de la méthode et des données de validations - Grille de lecture

DESCRIPTION		
Paramètres	Données générales	Détails particuliers <sup>(1)</sup>
Gaz/ Particules en suspension Gaz et particules en suspension	Préciser s'il s'agit de la forme gazeuse ou particulaire, ou les deux.	
<b>Mesure directe</b>		
Détections	Préciser le principe de la mesure et son incertitude, les interférences, l'autonomie (sur secteur ou non), la portabilité (poids et volume de l'appareil), le temps de réponse, le pas de temps de l'acquisition, la limite de détection, la résolution, le rendu des résultats (affichage direct ou connexion ordinateur), le volume de stockage des données	
Mesure en continu	principe	
<b>Mesure indirecte</b>		
Prélèvement	Actif sans enrichissement	Préciser le système de prélèvement (canister, poche « tedlar »), la nature du support de prélèvement (filtre fibre de verre, charbon actif...) et ses caractéristiques (diamètre, quantité d'adsorbant...)
	Actif avec enrichissement/ Passif	Préciser si le prélèvement actif (passage d'un flux d'air au moyen d'une pompe) ou si prélèvement passif (diffusion de l'air au travers du média)  et le système de prélèvement (cassette fermée, tube, cyclone...), la nature du support de prélèvement (filtre fibre de verre, charbon actif...) et ses caractéristiques (diamètre, quantité d'adsorbant...)
	Débit	Préciser le débit recommandé.  Dans le cas de prélèvement passifs, préciser le débit d'échantillonnage (si le débit d'échantillonnage est donné par le fabricant, noter (F) ; ou si l'on dispose des données de validation expérimentale, noter (Ex))
	Volume	Préciser le volume d'air recommandé
	Durée	Préciser la durée d'échantillonnage recommandée.
Analyse	Préparation échantillon	Préciser les conditions de préparation de l'échantillon : désorption/dissolution (nature du solvant, dissolution du filtre/cassette, désorption thermique...)

DESCRIPTION			
Paramètres		Données générales	Détails particuliers <sup>(1)</sup>
<b>Technique d'analyse</b>	<b>Technique d'analyse</b>	<i>Préciser la technique d'analyse utilisée : GC, HPLC, ICP, chromatographie ionique...</i>	
	<b>Paramètres analytiques</b>	<i>Préciser les principaux paramètres analytiques</i>	
	<b>Etalonnage</b>	<i>interne/externe</i>	
	<b>Limites de quantification / détection</b>		
	<b>Incertitudes élargies</b>		

DONNEES DE VALIDATION		
Paramètres	Données générales	Détails particuliers <sup>(1)</sup>
Données de validation expérimentale du débit d'échantillonnage	<i>A remplir dans le cas de support passif</i>	
Capacité / Volume de claquage	<i>Dans le cas de prélèvement sur tube adsorbant, préciser les conditions de détermination</i>	
Taux de récupération	<i>Préciser la technique utilisée (atmosphère contrôlée, dopage tube (spiking) ou du support de prélèvement... ) Préciser les conditions: masse d'analyte mise en jeu, débit ...</i>	
Influence des conditions environnementales sur le prélèvement	<i>Préciser, le cas échéant, l'influence des paramètres environnementaux : température, pression, hygrométrie, vitesse du vent, orientation du dispositif de prélèvement...</i>	
Conditions de transport	<i>Préciser si les conditions de transport (réfrigéré par exemple)</i>	
Conditions de conservation et de stockage avant analyse	<i>Etude de perte d'analyte en fonction du temps, conditions de stockage à respecter. ; préciser la durée maximale acceptable entre le prélèvement et l'analyse en laboratoire</i>	
Interférences possibles sur le prélèvement et sur l'analyse	<i>Préciser l'existence d'éventuels interférents, leur influence (sous-estimation / surestimation du résultat) et les dispositifs pour s'en affranchir (par exemple, filtre ozone pour les prélèvements actifs)</i>	
Linéarité de réponse du détecteur (instrument d'analyse)	<i>Capacité à fournir des réponses proportionnelles à la concentration en analyte à doser</i>	
Domaine de validation	<i>Préciser l'étendue de mesurage sur laquelle a été validée la méthode</i>	
Coefficient de désorption / Efficacité de désorption	<i>Préciser les valeurs des coefficients de partage et d'adsorption-désorption, leurs critères d'acceptation</i>	

## Annexe 4 : Evaluation des méthodes de mesures - principaux critères et exigences de la norme NF EN 482

Critères	Exigences
Origine de la méthode	La méthode doit avoir été publiée dans une source acceptable (Cf. liste en annexe).
Description de la procédure de mesurage	La description doit comprendre toutes les informations nécessaires pour mener à bien la procédure et indique, en outre, l'incertitude élargie qui peut être atteinte, l'intervalle de mesure, la durée d'échantillonnage, les interférences et les informations relatives aux conditions environnementales ou autres qui peuvent avoir une influence sur les performances de la procédure de mesurage.
Conditions d'échantillonnage	<p>Les conditions d'échantillonnage doivent être précisées, notamment les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Description de l'échantillonneur</li> <li>• Préparation de l'échantillonneur (conditionnement pièges,...)</li> <li>• Débit de prélèvement</li> <li>• Volume d'air recommandé (ou durée de prélèvement)</li> <li>• Débit de diffusion</li> <li>• Conditions environnementales</li> <li>• Volume de perçage</li> <li>• Artéfacts positifs et/ou négatifs potentiels identifiés</li> </ul> <p><u>Exigences supplémentaires :</u> Dans le cas d'un échantillonnage d'un aérosol, le dispositif d'échantillonnage doit être conforme aux exigences de la norme EN 13205 pour le type d'aérosol prélevé (inhalable ou alvéolaire)</p>
Transport et stockage	<p>Une description précise des conditions de transport et de stockage (conditionnement, température, durée...) ainsi que des informations sur la stabilité des échantillons doivent être mentionnées dans le cas d'échantillons critiques.</p> <p>Dans les autres cas, un bref descriptif doit être mentionné. La durée de conservation des échantillons avant analyse doit être précisée.</p>
Préparation de l'échantillon	<u>Les conditions de manipulation de l'échantillon doivent être décrites</u>
Technique analytique	<u>Les conditions analytiques doivent être précisées</u>
Sélectivité	La procédure de mesurage doit spécifier les informations appropriées sur la nature et l'ampleur des interférences

## Annexe 5 : Hiérarchisation des polluants d'intérêt retenus par le précédent groupe de travail VGAI

Liste hiérarchisée des 56 polluants d'intérêt retenus par le groupe de travail VGAI de l'Anses en 2005.

Formaldéhyde
Benzène
Dichlorvos
PM <sub>10</sub>
Radon
DEHP
Naphtalène
Dioxyde d'azote
Monoxyde de carbone

A

Acétaldéhyde
Toluène
Trichloréthylène
Diéldrine
Tétrachloroéthylène
Aldrine
Xylènes
Styrène

B

Ammoniac
BBP
Heptachlore époxide
Lindane
1,4-dichlorobenzène
Alpha-HCH
α-pinène
décaBDE
Ethylbenzène
Heptachlore
d-limonène
TBT
DBT
DEP
DnBP
pentaBDE
1-méthoxy-2-propanol
Folpel
2-butoxyéthanol
Diazinon
Methyl-parathion
Propoxur

C

4,4'DDT
1,1,1-trichloroéthane
Chlordane
Malathion
Metolachlore
Trifluraline
Atrazine
Carbaryl
TCHT
TPT
Alachlore
Chlorpyrifos
Coumafène
Diuron

D

2-méthoxyéthanol
Endosulfan
2-éthoxyéthanol
Oxadiazon

I

## Notes



Agence nationale de sécurité sanitaire  
de l'alimentation, de l'environnement et du travail  
27-31 avenue du général Leclerc  
94701 Maisons-Alfort Cedex  
[www.anSES.fr](http://www.anSES.fr)