

Valeurs guides de qualité d'air intérieur

Document cadre et éléments méthodologiques

- **Avis de l'Afsset**
- **Rapport du groupe d'experts**

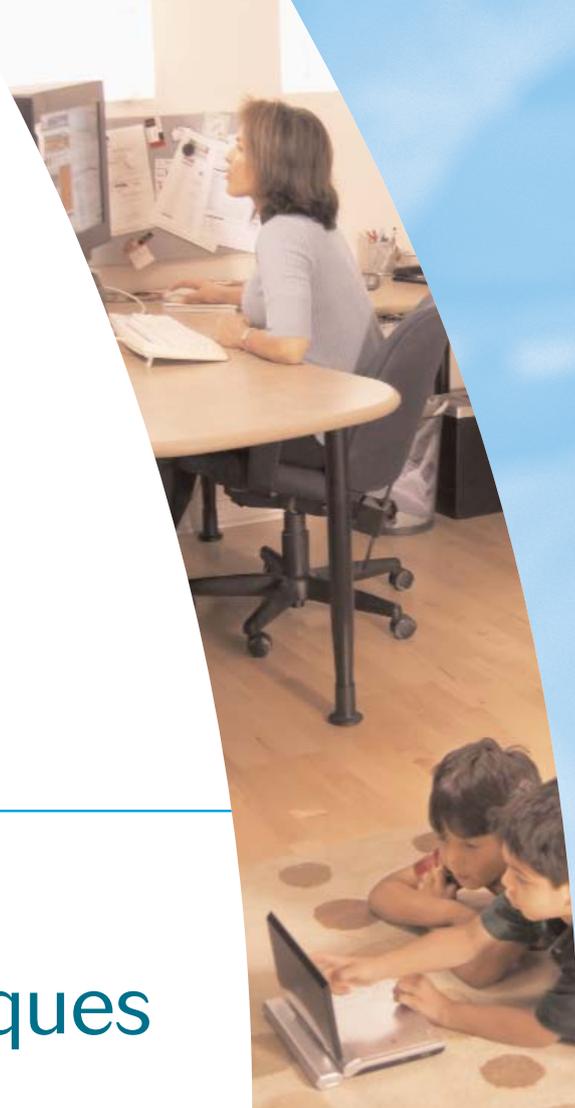
En partenariat avec
le Centre scientifique et technique du bâtiment

CSTB
le futur en construction

))) **afsset** •)))

agence française de **sécurité sanitaire**
de **l'environnement et du travail**

Juillet 2007



La Directrice générale

Maisons-Alfort, le 20 juillet 2007

**Avis de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire
de l'Environnement et du Travail**

**Relatif à la proposition d'une méthode de choix de
Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur**

Auto-Saisine Afsset (2004)

La population passe, en climat tempéré, en moyenne 85% de son temps dans des environnements clos, et une majorité de ce temps dans l'habitat. L'environnement intérieur offre une grande diversité de situations de pollution, avec de nombreux agents physiques et contaminants chimiques ou microbiologiques, liés aux bâtiments, aux équipements, à l'environnement extérieur immédiat et au comportement des occupants. Depuis quelques années, une attention croissante est portée à ce sujet, avec en particulier la création par les pouvoirs publics, en 2001, de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur. Les données collectées au travers de cet observatoire ont montré la nécessité de disposer, au niveau national, de valeurs guides permettant d'asseoir des recommandations ou une réglementation dans ce domaine.

L'Afsset a pour mission de contribuer à assurer la sécurité sanitaire dans le domaine de l'environnement, notamment en mobilisant l'expertise scientifique et technique nécessaire à l'évaluation du risque.

Pour faire face à l'enjeu sanitaire que représente la qualité de l'air intérieur et apporter aux pouvoirs publics des éclairages utiles à la gestion de ce risque, l'Afsset s'est auto-saisie en octobre 2004 de l'élaboration de valeurs guides de qualité de l'air intérieur en France. Cette volonté d'approfondissement des connaissances dans ce domaine s'inscrit également dans le cadre du Plan National Santé Environnement (PNSE). En effet, l'une des 12 actions prioritaires visant à répondre à l'un des 3 objectifs majeurs du plan, «garantir un air et une eau de bonne qualité», est de «mieux connaître les déterminants de la qualité de l'air intérieur».

Les valeurs guides de qualité d'air ont pour principal objectif de fournir une base pour protéger la population des effets sanitaires liés à une exposition à la pollution de l'air par inhalation et d'éliminer, ou de réduire les contaminants ayant un effet néfaste sur la santé humaine et le bien-être.

Les valeurs guides de qualité d'air intérieur proposées dans le cadre de cette auto-saisine respectent ces objectifs et sont par ailleurs spécifiques de l'air intérieur (les polluants faisant l'objet d'une valeur guide de qualité d'air intérieur sont rencontrés plus spécifiquement dans les espaces clos) et construites exclusivement sur des critères sanitaires (sans prise en compte des moyens de mesures analytiques, des actions de contrôle disponibles ni des conditions économiques, sociales ou culturelles). Elles sont exprimées sous forme de concentration dans l'air, associée à un temps d'exposition, d'une substance chimique en dessous de laquelle aucun effet sanitaire, aucune nuisance, ou aucun effet indirect important sur la santé n'est en principe attendu pour la population générale. Dans le cadre de substances pour lesquelles les effets se manifesteraient sans seuil de dose (généralement des substances cancérigènes génotoxiques), les valeurs guides sont exprimées sous la forme de niveaux de risque correspondant à une probabilité de survenue de la maladie.

A l'échelle internationale, des valeurs guides sont proposées par des organismes reconnus, comme l'OMS, ou le groupe de travail de la Direction Générale de la Santé et de la Protection du consommateur de la Commission Européenne (groupe de travail INDEX).

L'Afsset, en collaboration avec le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) a mis en place en janvier 2005 un groupe de travail, constitué de représentants d'organismes et de chercheurs impliqués en santé environnement et compétents dans la problématique air intérieur. Les objectifs du groupe de travail étaient de proposer des valeurs guides de qualité d'air intérieur pour des polluants à traiter en priorité.

Le groupe de travail s'est réuni à 13 reprises entre 2005 et 2006. Le rapport produit a été présenté au Comité d'Experts Spécialisé de l'Afsset (CES) «évaluation des risques liés aux milieux aériens» les 16 décembre 2005, 17 mars 2006 et 15 décembre 2006. Ce rapport est construit en trois parties : une première sur la notion de valeurs guides de qualité d'air intérieur, leur définition et leur application en santé publique, basée sur la littérature internationale ; une seconde sur la démarche de choix des polluants à traiter en priorité, basée sur les travaux de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (hiérarchisation des polluants à mesurer dans les enquêtes logements) et du groupe de travail INDEX de la Commission européenne (détermination d'une liste de polluants de l'air intérieur pour lesquels des mesures de gestion devraient être mises en place) ; et une troisième sur la démarche utilisée pour choisir les valeurs guides de qualité d'air intérieur applicables en France.

Après examen par le CES de ce rapport et avis de celui-ci en date du 02 février 2007, et compte tenu des discussions ayant eu lieu lors des séances du CES et des travaux réalisés par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur en France et par l'OMS et la Commission Européenne à l'échelle internationale ;

Considérant la version finale du rapport du groupe de travail «valeur guide de qualité d'air intérieur» intitulée : «Proposition de Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur - Document cadre et éléments méthodologiques», datée de janvier 2007 ;

Considérant la définition d'une valeur guide de qualité d'air intérieur d'une part, et la prise en compte exclusive de critères sanitaires dans son élaboration d'autre part ;

Considérant que la voie aérienne est la seule voie d'exposition prise en compte pour la proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur, à l'exclusion des transferts dans les autres milieux ;

l'Agence **propose** :

- ⇒ Une méthode générale de proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur basée sur :
 - la collecte et l'organisation des connaissances disponibles sur la substance et jugées utiles à l'élaboration de la valeur guide de qualité de l'air intérieur ;
 - le recensement et l'analyse critique de la qualité des données disponibles, en particulier des valeurs guides et/ou valeurs toxicologiques de référence déjà existantes proposées en priorité par des organismes supranationaux ;
 - la sélection d'une ou plusieurs valeurs de référence répondant à la définition d'une valeur guide de qualité d'air intérieur et l'opportunité d'un choix parmi ces valeurs qui se fera au cas par cas en fonction de critères complémentaires (ex : date d'élaboration, données animales ou humaines, etc...) ;
 - la proposition de travaux complémentaires d'expertise et de recherche si aucune des valeurs recensées ne répond aux critères de choix d'une valeur guide de qualité d'air intérieur ;
- ⇒ Une liste de polluants à traiter en priorité selon cette méthode pour la proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur, annexée au présent avis ;

Par ailleurs, l'Agence **recommande** :

- ↪ d'actualiser la méthode, en fonction de l'évolution des connaissances et des retours d'expérience ;
- ↪ de mettre en place des processus réguliers de révision de la liste des substances candidates et des valeurs guides de qualité d'air intérieur produites ;
- ↪ de développer, dans un contexte normatif, des stratégies d'échantillonnage et de mesure adaptées pour vérifier le respect de ces valeurs guides de qualité d'air intérieur dans différents environnements intérieurs.

Dans le cadre de cette étude, des valeurs guides de qualité d'air intérieur ont d'ores et déjà été produites pour le formaldéhyde et le monoxyde de carbone.



Docteur Michèle FROMENT-VEDRINE
Directrice Générale de l'AFSSET

ANNEXE 1 : Liste des substances candidates pour la proposition de VGAI

Les experts ont souhaité s'appuyer sur une méthode rigoureuse pour établir un ordre de priorité des polluants devant faire l'objet d'une valeur guide de qualité d'air intérieur. Cette méthode conduit à une liste de 56 polluants. L'organisation du travail ne permet pas l'élaboration d'une valeur guide pour tous les polluants dans un délai court. Une dernière étape a donc consisté à proposer d'étaler dans le temps l'élaboration des VGAI de ces substances prioritaires. Une première liste restreinte construite sur les compétences et les connaissances des membres du groupe de travail est composée de 12 substances qui seront étudiées prioritairement. Il s'agit des polluants suivants :

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

Les experts soulignent que la liste construite sur cette base sera amenée à évoluer en fonction de l'actualisation des connaissances scientifiques et de propositions, justifiées, d'ajout de substances d'intérêt pour la qualité de l'air intérieur cohérentes avec la méthode de hiérarchisation proposée.

Par ailleurs, les experts souhaitent qu'une attention particulière soit portée sur les polluants écartés du fait d'appartenance à des mélanges complexes (biocontaminants, paraffines chlorées à chaînes courtes, etc...), et/ou de manque de données sur le plan sanitaire car il ne s'agit en aucun cas d'un manque d'intérêt des polluants visés mais bien d'un besoin d'expertises ou d'informations complémentaires.

**Propositions de Valeurs Guides de qualité
d'Air Intérieur**

Document cadre et éléments méthodologiques

RAPPORT

du groupe de travail Afsset
« Valeurs Guide de qualité d'Air Intérieur »

janvier 2007

GROUPE DE TRAVAIL :

Président :

M René ALARY ingénieur chimiste (LCPP), expert en environnement, air ambiant, air intérieur, air des lieux de travail – rapporteur auprès du CES « Milieux Aériens »

Experts:

M. Pierre-André CABANES médecin en charge de l'évaluation des risques sanitaires (EDF-GDF), membre du CES « Milieux aériens »

M. Yvon LE MOULLEC ingénieur hygiéniste, compétences en mesure de l'exposition aux pollutions atmosphériques physico-chimiques (LHVP)

M. Jean-Ulrich MULLOT pharmacien, compétences en chimie analytique et en évaluation des risques environnementaux et professionnels (Service de Santé des Armées)

Mme Anne-Elisabeth PEEL pharmacien, docteur en toxicologie, compétences en atmosphère confinée (DGA)

Organismes

CSTB représenté par Mme Séverine KIRCHNER, membre du CES « Milieux aériens », docteur en chimie de la pollution, coordinatrice scientifique de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

Ineris représenté par Mme Blandine DOORNAERT, toxicologue
Mme Corinne MANDIN, ingénieur en charge de l'évaluation des risques sanitaires

InVS représenté par M. Frédéric DOR pharmacien, évaluateur impact sanitaire, domaine santé environnement
Mme Claire GOURIER-FRERY, médecin épidémiologiste, domaine santé environnement

.....

Coordination scientifique :

Afsset M. Mickaël BASTARD

CSTB Mme Séverine KIRCHNER

Appui scientifique de l'Afsset ;

Mlle Nathalie BONVALLOT

Mlle Cécilia SOLAL

.....

Secrétariat administratif :

Mme Séverine BOIX – Afsset

Mme Romy COLLET – Afsset

ADOPTION DU RAPPORT :

Ce rapport a été soumis pour commentaires au CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » le 15 décembre 2006.

Après prise en compte des commentaires, le rapport a été approuvé par les membres du groupe de travail le 11 janvier 2007.

Il a été adopté par le CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » le 02 février 2007.

SOMMAIRE

CONTEXTE	5
ABREVIATIONS	8
LISTE DES TABLEAUX.....	9
LISTE DES FIGURES.....	9
1. INTRODUCTION AUX VALEURS GUIDES DE QUALITE D’AIR INTERIEUR	10
1.1. Finalités et définition des Valeurs Guides de Qualité d’Air Intérieur	10
1.1.1. Finalités	10
1.1.2. Définition.....	10
1.2. Valeurs guides de qualité d’air intérieur à l’étranger	11
1.3. Bilan	14
2. CHOIX DES POLLUANTS.....	16
2.1. Analyse des listes OQAI et INDEX	16
2.1.1. Liste hiérarchisée de polluants d’intérêt élaborée par l’OQAI.....	16
2.1.1.1. Objectifs/contexte	16
2.1.1.2. Elaboration de la liste des polluants à hiérarchiser.....	17
2.1.1.3. Hiérarchisation de la liste des polluants considérés	17
2.1.2. Liste hiérarchisée de polluants d’intérêt dans le projet INDEX.....	18
2.1.2.1. Objectifs/contexte	18
2.1.2.2. Elaboration de la liste des polluants à hiérarchiser.....	19
2.1.2.3. Hiérarchisation de la liste des polluants considérés	22
2.2. Elaboration de la liste hiérarchisée des polluants Afsset	23
2.2.1. Croisement des listes OQAI et INDEX.....	23
2.2.2. Détermination de critères de sélection supplémentaires	25
2.2.3. Sélection et hiérarchisation finale des polluants d’intérêt	26
2.3. Bilan « Choix des polluants »	29
3. CHOIX DES VALEURS GUIDES DE QUALITE D’AIR INTERIEUR.....	30
3.1. Méthode générale appliquée pour le choix des VGAI Françaises	30
3.1.1. Cadre de construction et d’application.....	30
3.1.2. Méthode mise en œuvre.....	31
3.2. Organisation des connaissances, analyse de leur qualité et proposition de VGAI	32
3.2.1. 1 ^{ère} étape : Synthèse et analyse des données toxicologiques.....	32
3.2.2. 2 ^{ème} étape : Recensement et analyse préliminaire des VG et VTR existantes.....	33
3.2.3. 3 ^{ème} étape : Etude critique approfondie et proposition de VGAI	35
3.3. Fiche descriptive pour chaque polluant.....	36
CONCLUSION.....	38
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	40

ANNEXES :

Annexe 1: Campagne nationale logement de l’Observatoire.....	44
Annexe 2 : Observatoire de la Qualité de l’Air Intérieur : Hiérarchisation sanitaire des paramètres de pollution dans les logements et niveau d’information disponible	46
Annexe 3 : Format type d’une fiche polluant.....	49
Annexe 4 : Recommandations du sous groupe « métrologie » quant à la mise en œuvre des actions permettant de vérifier la conformité aux Valeurs Guides de Qualité d’Air Intérieur ..	51

CONTEXTE

Jusqu'à récemment la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments ne faisait pas partie des préoccupations sanitaires majeures en France, comme l'est la qualité de l'air extérieur. Pourtant, nous passons en moyenne 85% de notre temps dans des environnements clos dont une majorité de ce temps dans l'habitat. L'environnement intérieur offre une grande diversité de situations de pollution par de nombreux agents physiques et contaminants chimiques ou microbiologiques, liés aux bâtiments, aux équipements, à l'environnement extérieur immédiat et aux activités des occupants. Les pollutions observées ont des conséquences importantes sur notre état de santé même si elles ne sont pas toutes quantifiables avec précision et s'il demeure 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 broncho-pulmonaires, intoxications aiguës, cancers, sick building syndrome (SBS), etc.

Depuis quelques années, une attention croissante est portée à ce sujet, avec en particulier la création 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 sur les niveaux de pollution ont confirmé **les lacunes concernant l'existence 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 d'usage courant. Ces éléments manquent également pour la conception de protocoles en vue de la spécification de bâtiments à Haute Qualité Environnementale.

A l'échelle internationale, des valeurs de recommandations sont proposées dans certains pays et par quelques organismes reconnus, parmi lesquelles les valeurs guides pour la qualité de l'air (OMS, Air quality guidelines for Europe, second edition European series n°91, 2000) et plus récemment celles issues du projet européen INDEX (« Critical Appraisal of the Setting and Implementation on Indoor Exposure Limits in Europe Union »). Coordonné par le Dr. Dimitrios Kotzias (Commission of The European Union, Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection, Physical and Chemical Exposure Unit in Ispra, Italy) et financé par la DG Sanco (Direction générale de la Commission européenne pour la santé et la protection des consommateurs), le projet INDEX avait pour but d'élaborer pour 2005 une liste de polluants chimiques prioritaires des environnements intérieurs susceptibles d'être réglementés dans le futur et de proposer des valeurs guides de qualité d'air intérieur.

En France, une volonté d'approfondissement des connaissances dans ce domaine est inscrite dans le cadre du Plan National Santé Environnement (PNSE 2004-2008). En 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 », est de « mieux connaître les déterminants de la qualité de l'air intérieur »¹ (action 14).

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 Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (Afsset) s'est autosaisie en 2004. L'Agence a ainsi mis en place un groupe de travail co-piloté avec le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), sous l'égide de son Comité d'experts spécialisés « Evaluations des risques liés aux milieux aériens » depuis le 16 décembre 2005, **afin d'élaborer des valeurs guides pour la qualité de l'air intérieur en France, fondées sur des critères sanitaires.**

Cette volonté d'approfondissement des connaissances dans ce domaine est inscrite dans le cadre du Plan National Santé Environnement (PNSE 2004-2008). En 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 », est de « mieux connaître les déterminants de la qualité de l'air intérieur »² (action 14).

Création d'un groupe de travail

Afin d'être en mesure de proposer des valeurs guides pour de qualité d'air intérieur dans le cadre d'une expertise collective, l'Afsset a missionné des experts indépendants *intuitu personae* et des représentants d'organismes (CSTB, Ineris, InVS) au sein du groupe de travail « Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur » (GT VGAI) co-piloté avec le CSTB. Le GT VGAI a été créé par décision de la directrice générale de l'Afsset et mis en place en date du 11 janvier 2005.

¹ **Action 14 : Mieux connaître les déterminants de la qualité de l'air intérieur et renforcer la réglementation**

Les concentrations de polluants dans l'air intérieur peuvent être plus importantes que dans l'air extérieur. Le renforcement et l'extension des activités menées par l'observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) permettront d'évaluer l'exposition de la population aux polluants de l'air dans les environnements intérieurs (habitat individuel, lieux publics, écoles, bureaux, etc.) et d'en identifier les principales sources en vue d'élaborer, à mi-parcours du plan, des mesures de prévention et de réduction des risques sanitaires. A partir de ces travaux, des indices de qualité d'air intérieur seront développés, pouvant ensuite donner lieu à des recommandations. Enfin les conditions de création, par exemple à la Cité des Sciences, d'un espace de démonstration dédié au bâtiment et à la qualité de l'air intérieur seront étudiées.

² **Action 14 : Mieux connaître les déterminants de la qualité de l'air intérieur et renforcer la réglementation**

« Les concentrations de polluants dans l'air intérieur peuvent être plus importantes que dans l'air extérieur. Le renforcement et l'extension des activités menées par l'observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) permettront d'évaluer l'exposition de la population aux polluants de l'air dans les environnements intérieurs (habitat individuel, lieux publics, écoles, bureaux, etc.) et d'en identifier les principales sources en vue d'élaborer, à mi-parcours du plan, des mesures de prévention et de réduction des risques sanitaires. A partir de ces travaux, des indices de qualité d'air intérieur seront développés, pouvant ensuite donner lieu à des recommandations. Enfin les conditions de création, par exemple à la Cité des Sciences, d'un espace de démonstration dédié au bâtiment et à la qualité de l'air intérieur seront étudiées. »

Le co-pilotage des travaux du groupe de travail est assuré par Séverine Kirchner (CSTB) et Mickaël Bastard (Afsset). En fonction des besoins exprimés par les experts du groupe de travail, un soutien scientifique et technique est par ailleurs apporté tout au long des travaux par les agents de l'Afsset Nathalie Bonvallot et Cécilia Solal.

Suivi des travaux du GT VGAI par le Comité d'Experts Spécialisés « Evaluations des risques liés aux milieux aériens »

Le groupe de travail a été rattaché au Comité d'Experts Spécialisés « Evaluations des risques liés aux milieux aériens » (CES « Milieux aériens ») lors de la réunion du 16 décembre 2005. René Alary, membre du groupe de travail et membre du CES « milieux aériens » a été désigné rapporteur des travaux du groupe.

Présentation du document

Le présent document est une synthèse des avis et travaux menés par le groupe de travail depuis le 11 janvier 2005 et vise à répondre aux différentes interrogations relatives à l'élaboration de valeurs guides de qualité d'air intérieur : pourquoi, dans quel contexte, pour quels polluants et comment ?

Il 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 présente la démarche qui a conduit au choix des polluants à traiter en priorité ;
- la troisième décrit la méthode développée pour choisir des valeurs guides de qualité d'air intérieur.

ABREVIATIONS

Afsset	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail
AQG	Air Quality Guidelines
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
CES	Comité d'Experts Spécialisés
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
DEHP	Phtalate de di(2-éthylhexyle)
DGA	Délégation Générale pour l'Armement
DG SANCO	Direction de la Santé et de la Consommation de la Commission Européenne
EPA	Environmental Protection Agency
GT VGAI	groupe de travail « élaboration de Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur »
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
IRIS	Integrated Risk Information System
InVS	Institut de Veille Sanitaire
JRC	Joint Research Center
LCPP	Laboratoire Central de la Préfecture de Police
LHVP	Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OQAI	Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur
PM ₁₀	Particules de diamètre inférieur à 10 µm
PNSE	Plan National Santé Environnement
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Institut National de Santé Public et Environnement (Pays-Bas))
VG	Valeur Guide
VGAI	Valeur Guide de qualité d'Air Intérieur
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
US EPA	Environmental Protection Agency

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Résultats synthétiques de la classification de l'OQAI	18
Tableau II : Hiérarchisation finale des composés étudiés dans le cadre du projet européen INDEX	22
Tableau III : Croisement des listes hiérarchisées OQAI et INDEX pour construire la liste initiale de polluants d'intérêt pour l'élaboration d'une VGAI.	24
Tableau IV : Liste hiérarchisée des 56 polluants d'intérêts retenus par le groupe de travail Afsset27	
Tableau V : Liste des substances n'ayant pas satisfait aux critères de sélections supplémentaires	28

LISTE DES FIGURES

Figure 1: polluants choisis lors des différentes phases de sélection dans le cadre du projet européen INDEX	21
---	----

1. INTRODUCTION AUX VALEURS GUIDES DE QUALITE D'AIR INTERIEUR

1.1. Finalités et définition des Valeurs Guides de Qualité d'Air Intérieur

1.1.1. Finalités

Le principal objectif d'une valeur guide (VG) de qualité d'air est de fournir une base pour 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 valeurs guides de qualité d'air intérieur proposées dans le cadre du travail engagé par l'Afsset respectent ces objectifs et sont de plus :

1. spécifiques 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, tel que l'habitat (voir chapitre 2 : choix des polluants).
2. protectrices de la santé : les VGAI proposées sont des valeurs construites exclusivement selon des critères sanitaires (voir chapitre 3 : élaboration des VGAI).

La finalité des valeurs guides de qualité d'air intérieur est notamment de faciliter la prise de décision par les gestionnaires de risque qui pourront les utiliser comme base à l'élaboration de seuils réglementaires.

Dans ce cas, de telles valeurs 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 efficacement les niveaux de concentrations ponctuellement mesurés aux seuils de référence établis. Par ailleurs, les seuils choisis devront aussi tenir compte des niveaux d'exposition existants, de la faisabilité technique, des actions de mesures de contrôles disponibles, des stratégies d'abattements des niveaux ainsi que des conditions économiques, sociales et culturelles. Ainsi dans certaines situations, les valeurs retenues par les gestionnaires du risque en aval de cette expertise pourront se situer au dessus ou en dessous 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 ALARA³).

1.1.2. Définition

³ As Low As Reasonably Achievable

En se basant sur la définition de l'OMS⁴ proposée pour les valeurs guides, le groupe de travail définit une valeur guide de qualité d'air 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 (dans le cas de composés odorants) aucune nuisance ou aucun effet indirect important sur la santé n'est en principe attendu 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 dont le mode d'action est génotoxique, il existe aussi des valeurs guides mais celles-ci sont exprimées sous la forme de niveaux de risque correspondant à une probabilité de survenue de la maladie.

Une valeur guide ne garantit néanmoins pas l'exclusion absolue d'effet à des concentrations en dessous de la valeur proposée. Ainsi des personnes présentant une sensibilité particulière peuvent être affectées aux niveaux ou en dessous des niveaux des 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).

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 valeurs guides de qualité d'air intérieur selon la terminologie suivante :

- **VGAI court terme** si l'effet critique apparaît après une courte durée d'exposition (15 min, 1h,..), généralement unique et à un niveau de concentration important ;
- **VGAI long terme** si l'effet critique apparaît suite à une exposition continue à long terme à une substance ou si l'effet critique est observé suite à une bioaccumulation de la substance dans l'organisme ;
- **VGAI intermédiaire** si l'effet critique apparaît après des temps d'exposition intermédiaires.

1.2. Valeurs guides de qualité d'air intérieur à l'étranger

Les expériences étrangères sont nombreuses et instructives [Pluschke 1999 ; OMS 1999].

En effet, un certain nombre de VGAI sont déjà proposées au niveau national et international. Il est proposé ici de dresser un état des lieux des organismes et institutions qui en ont construites, en mentionnant notamment le contexte d'élaboration ainsi que le domaine d'application des VGAI,

⁴ "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]

sans entrer dans un détail précis des méthodes d'élaboration des valeurs guides étrangères, et sans rapporter les différentes valeurs retenues pour les polluants concernés. Ces informations seront rapportées au cas par cas dans chacune des fiches polluants élaborées.

Au niveau de la **Communauté Européenne**, le projet INDEX piloté par le JRC, centre communautaire de recherche, a élaboré des VG 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].

Le **Canada** est l'un des pays précurseurs dans le domaine de la gestion de la qualité de l'air intérieur. En 1987, Santé Canada a publié ses « Directives d'exposition concernant la qualité de l'air des résidences ». Elles ont été modifiées en 1989 par l'ajout du radon aux substances concernées, puis en 2006 par la 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 » au sein des locaux exclusivement résidentiels. Pour Santé Canada, les VG constituent la première étape pour l'amélioration de la qualité de l'air intérieur : à partir de ces valeurs peuvent ensuite découler des actions de gestion 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. Les VG fixent ainsi un socle commun de valeurs permettant la mise en œuvre d'actions parallèles, mais cohérentes. Enfin, les Canadiens jugent que l'élaboration de ces VG a sensibilisé la population, en rendant plus explicites les résultats de mesures de concentrations intérieures. [Santé Canada 1987, 1989 et 2006]

L'**Allemagne** a également dès 1977 proposé une VG 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 VG 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. L'objectif a été atteint puisque des normes ont été élaborées en 1980 et 1985 et qu'il existe depuis en Allemagne des matériaux qualifiés de non émissifs en formaldéhyde. La démarche a ensuite été étendue à une dizaine de substances⁵.

Le **Royaume-Uni** a initié une réflexion sur la pertinence de l'élaboration d'une réglementation depuis le début des années 1990. A l'initiative de l'*Institute for Environment and Health*, le principe de l'élaboration de VG non contraignantes a finalement été retenu en 2001 [IEH 2001]. Une première série de valeurs pour cinq substances a été publiée en décembre 2004 [COMEAP 2004]. Il est clairement précisé que les VG proposées sont principalement à destination :

⁵ La liste complète des références allemandes est fournie dans une partie dédiée des références bibliographiques

- des fabricants de matériaux et produits susceptibles d'émettre des composés volatils dans l'air intérieur : ces valeurs doivent guider 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 ventilation⁶ ;
- 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.

Aux **États-Unis**, outre la proposition de VG pour quelques substances chimiques, leur spécificité réside dans la fixation de VG pour les biocontaminants. L'État de Californie est le plus proactif sur le sujet⁷. L'évidence croissante des effets sanitaires (allergies, asthme et troubles respiratoires) liés à la présence de moisissures dans l'environnement intérieur a donné naissance, début 2001, à deux requêtes parlementaires incitant le département des services de santé de l'État de Californie à orienter ses travaux vers la détermination de concentrations limites d'exposition. L'étude de faisabilité de l'établissement de telles valeurs est toujours en cours. Ces limites d'exposition seraient revues tous les 5 ans afin d'intégrer les résultats de la recherche et l'évolution des techniques de mesures et de remédiation, ou de s'aligner sur les valeurs définies par d'autres États ou à l'échelle nationale par l'US-EPA.

Dans les **pays scandinaves**, des VG sont proposées pour un grand nombre de composés (principalement des COV) par les pays réunis au sein du *Nordic Committee* [Nielsen 1996]. En Finlande, les VG 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)*.

De la même façon, à **Hong-Kong**, des VG sont proposées 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] [Hong-Kong 2003b].

Au **Japon**, dans les années 1980, suite à des plaintes pour irritation des yeux et eczéma associées aux résines urée-formol, le gouvernement a mis en place un système d'évaluation et de réglementation des émissions du contre-plaqué (standards JAS, 1980) et des panneaux de particules et de fibres (standards JIS, 1983). Dans les années 1990, constatant que le syndrome des bâtiments malsains était encore très souvent rapporté, le ministère de la santé a proposé en 1997 une VG pour le formaldéhyde afin de pouvoir évaluer concrètement les effets de la réglementation relative aux émissions et le besoin éventuel de la renforcer. Entre 1996 et 2003, le pourcentage des logements dépassant cette VG est passé de 25 % à 5,6 % (Azuma, 2005). Il est

⁶ Certaines publications de la littérature scientifique rapportent des travaux pour la fixation de seuils de ventilation basés sur des VG (par ex. : Sherman & Hodgson, *Indoor Air* 2004, 14(1): 2-9, Formaldehyde as a basis for residential ventilation).

⁷ Téléchargeables à l'adresse : <http://www.arb.ca.gov/research/indoor/indoor.htm>

important de préciser qu'à l'inverse des autres pays cités précédemment, les VG établies au Japon sont à caractère réglementaire.

En **Chine**, dès 1995, une VG pour le formaldéhyde a été proposée. Plus tard, 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].

1.3. Bilan

Ce tour d'horizon des dispositions prises par de nombreux pays permet de tirer un certain nombre d'enseignements :

1. Les finalités des VGAI sont variées

- en terme d'évaluation,
 - elles fournissent des données nécessaires au positionnement des concentrations mesurées dans les environnements intérieurs au regard de critères sanitaires⁸, et permettent ainsi d'explicitier a posteriori ou de suspecter a priori des effets potentiels chez les occupants exposés⁹ ;
- en terme de gestion,
 - elles constituent des bases 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'une des 12 actions prioritaires du PNSE sur l'étiquetage des matériaux vis-à-vis de leurs émissions (objectif visé de 50 % des matériaux étiquetés en 2010). 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] ;
 - elles restent en très grande majorité non contraignantes (pas de portée réglementaire, à l'exception du Japon et de la Chine). Elles constituent de fait un outil intéressant, car opérationnel, sans être pour autant coûteux (pas d'obligation de vérifier la « conformité » de toutes les résidences du pays) ou complexe juridiquement.
- en terme de communication,
 - elles permettent une compréhension aisée des concentrations mesurées dans les logements ou les établissements recevant du public. Dans le contexte des

⁸ A condition que les VGAI en question aient été élaborées sur des critères exclusivement sanitaires

⁹ Sous réserve que la durée d'exposition soit cohérente avec la durée associée à la VG utilisée

démarches de Haute Qualité Environnementale (HQE) des bâtiments, les VGAI peuvent aider à s'assurer d'une qualité de l'air intérieur satisfaisante pour la santé des occupants, comme 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.

2. Les expertises menées dans différents pays ne conduisent pas nécessairement à des résultats identiques

Selon les pays, les VGAI retenues ne concernent pas forcément les mêmes substances et pour une même substance, peuvent être différentes du fait des différents modes de vie, des populations ciblées (niveau socio-économique par exemple), 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.

3. La cohérence avec les VG proposées pour l'air extérieur

Même s'il est possible d'utiliser les VG élaborées pour la qualité de l'air extérieur 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, les valeurs seuils établies pour l'air extérieur 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. Il est dans ce cadre jugé nécessaire de développer des valeurs spécifiques de qualité d'air intérieur à certains composés.

Pour information, le retour d'expérience des pays étrangers proposant des VGAI montre que, pour les polluants disposant d'ores et déjà de VG pour l'air extérieur, les VG « intérieur » élaborées sont de même ordre de grandeur, voire identiques [COMEAP 2004].

En conclusion, le groupe de travail piloté par l'Afsset et le CSTB a jugé nécessaire de développer sa propre démarche d'élaboration de VGAI en s'attachant notamment à répondre au contexte français. L'objectif est donc de proposer des recommandations pour les polluants aujourd'hui présents dans nos environnements intérieurs et jugés les plus problématiques d'un point de vue sanitaire.

2. CHOIX DES POLLUANTS

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 terme de santé publique. Aussi, l'objectif du groupe de travail missionné par l'Afsset est de déterminer une liste des polluants prioritaires pour lesquels il serait possible et pertinent, en l'état actuel des connaissances, d'élaborer une VGAI française afin d'être en adéquation avec les enjeux tels qu'ils sont établis.

Le groupe de travail a donc défini une méthode pour établir le choix et la hiérarchisation des polluants. Celle-ci s'appuie sur des travaux d'expertise récents menés par :

1. l'OQAI dans le cadre d'une hiérarchisation de polluants d'intérêt à mesurer en air intérieur lors de sa campagne nationale Logements (détails de l'enquête en Annexe 1)
2. le groupe de travail INDEX (GT INDEX) de la Commission européenne dont l'objectif était de déterminer une liste 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'expositions en Europe.

Les deux groupes d'experts ont ainsi construit leur hiérarchisation en déterminant tout d'abord une liste comportant une large gamme de polluants fréquemment rencontrés dans l'air intérieur. Sur la base de cette liste initiale, un certain nombre de critères ont été appliqués pour hiérarchiser les polluants recensés.

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 recensés par l'OQAI et le GT INDEX en vérifiant la cohérence de classement de chacune des substances communes aux deux listes, puis
- de sélectionner les polluants qui présentent un intérêt majeur dans le contexte français connu aujourd'hui et que le groupe de travail dans sa composition actuelle est à même d'appréhender ; cette sélection s'appuie sur des critères spécifiques.

2.1. Analyse des listes OQAI et INDEX

2.1.1. Liste hiérarchisée de polluants d'intérêt élaborée par l'OQAI

2.1.1.1. *Objectifs/contexte*

En 2002, l'Observatoire de la Qualité de l'Air intérieur a construit une liste hiérarchisée de polluants mesurés dans l'air intérieur afin de définir les priorités d'actions et d'optimiser la mise en œuvre de la campagne nationale sur la pollution de l'air dans les logements [Mosqueron et

Nedellec 2002]. Ce travail a été mis à jour en 2003 de façon à intégrer de nouvelles substances. [Mosqueron et Nedellec 2004a]

Cette hiérarchisation a été effectuée dans le cadre d'un groupe de travail¹⁰ composé d'experts pluridisciplinaires coordonnés par Vincent NEDELLEC Consultant (VNC).

2.1.1.2. *Elaboration de la liste des polluants à hiérarchiser*

La liste initiale d'agents ou polluants sélectionnés comme les plus pertinents dans la problématique de la qualité de l'air intérieur a été élaborée sur la base de consensus d'experts.

Au total, une centaine de polluants a été identifiée parmi lesquels : 31 composés organiques volatils et aldéhydes, 29 substances appartenant à 5 groupes chimiques (phtalates, alkyl phénols et dérivés, retardateurs de flamme bromés, composés organoétains, paraffines chlorées à chaînes courtes), 34 pesticides, radon, dioxyde d'azote, monoxyde de carbone, particules, plomb, fibres minérales artificielles, amiante, allergènes de chat, chien, acariens, endotoxines ; par ailleurs, les champs électromagnétiques très basse fréquence ont également été retenus.

2.1.1.3. *Hiérarchisation de la liste des polluants considérés*

Les polluants de la liste OQAI ont ensuite fait l'objet d'une hiérarchisation sanitaire dont l'objectif était de les classer en cinq groupes, selon une méthode harmonisée. Calquée sur une méthode d'évaluation des risques sanitaires (ERS), la démarche utilisée a été fondée sur : (1) les connaissances relatives aux propriétés toxicologiques de chaque substance (agent cancérigène ou non, existence de valeurs toxicologique de référence (VTR) aiguë et/ou chronique), (2) l'exposition des populations (fréquence, durée et intensité), basée sur les données de l'OQAI recueillies au cours de la campagne pilote (2001) et les données de la littérature, (3) la fréquence d'apparition des polluants dans les environnements intérieurs, (4) l'impact sanitaire potentiel : prise en compte des effets aigus et chroniques avec croisement des relations dose-réponse et de l'estimation des expositions intérieures.

Les résultats synthétiques sont présentés dans le Tableau I. La classification complète est présentée en Annexe 2.

¹⁰ L'OQAI s'appuie sur un réseau d'experts scientifiques et techniques et d'acteurs opérationnels, coordonné par le CSTB. Ce réseau compte environ 100 personnes issues d'une vingtaine d'organismes nationaux et internationaux dont les domaines d'expertise sont vastes : médecine et santé publique (clinique médicale, épidémiologie, toxicologie, microbiologie, évaluation du risque...), environnement (mesurage physico-chimique et biologique...), bâtiment (ventilation, matériaux, énergie...), sciences sociales (perceptions, habitudes, comportements...). Les scientifiques se réunissent par groupe de travail traitant des thématiques suivantes : Allergènes d'animaux ; Bactéries, moisissures, endotoxines ; Base de données ; Biocides ; Carnet budget espace – temps – activités ; Choix des bâtiments et paramètres d'intérêt étudiés ; Communication des données ; Composés organiques volatils et aldéhydes ; Diagnostic monoxyde de carbone ; Dioxyde d'azote ; Dioxyde de carbone, température, humidité ; Echantillonnage des bâtiments / occupants ; Fibres Minérales artificielles ; Hiérarchisation des polluants ; Incertitude de mesures ; Monoxyde de carbone ; Particules inertes ; Questionnaires descriptifs ; Radon.

Tableau I : Résultats synthétiques de la classification de l'OQAI

Groupe A Substances hautement prioritaires	Groupe B Substances très prioritaires
formaldéhyde benzène dichlorvos acétaldéhyde particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM ₁₀) radon phtalate de di(2-éthylhexyle) (DEHP)	allergènes de chien et de chat dioxyde d'azote acariens toluène trichloréthylène dieldrine plomb paraffines chlorées à chaîne courte tétrachloréthylène aldrine monoxyde de carbone
Groupe C Substances prioritaires	
des biocides (methyl-parathion, parathion, propoxur etc.) les champs électromagnétiques très basse fréquence des COV (1,2,4-triméthylbenzène, xylènes, α-pinène,...) des éthers de glycol (PGME, EGME,..) endotoxines les fibres minérales artificielles des phtalates (BBP, DiBP, DEP, DiNP, DiDP) des retardateurs de flamme bromés (HexaBDE, HBCD, TriBDE, PentaBDE, TBBP-A) des organoétains (DOT, MBT, MOT, TBT, DBT)	
Groupe D Substances non prioritaires	Groupe I Substances inclassables
1,1,1-trichloroéthane des biocides des phtalates des alkyls phénols des organoétains	2-éthoxyéthylacétate 2-méthoxyéthanol 2-méthoxyéthylacétate alkyl phénol (4NP) DPP endosulfan 2-éthoxyéthanol Oxadiazon

2.1.2. Liste hiérarchisée de polluants d'intérêt dans le projet INDEX

2.1.2.1. *Objectifs/contexte*

Coordonné par le Dr. Dimitrios Kotzias (Commission of The European Union, Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection, Physical and Chemical Exposure Unit in Ispra, Italy) et financé par la DG Sanco, le projet européen INDEX (« Critical Appraisal of the Setting and Implementation on Indoor Exposure Limits in EU ») avait pour but d'élaborer une liste de polluants chimiques prioritaires des environnements intérieurs susceptibles d'être réglementés

dans le futur et de proposer des suggestions et des recommandations de valeurs guides de qualité d'air intérieur. Ce travail de sélection a été effectué sur la base de l'évaluation des risques sanitaires combinant l'exploitation de données d'exposition des populations européennes et des données toxicologiques sur les relations dose-réponse.

Le projet a démarré en décembre 2002 et s'est achevé en décembre 2004. Un rapport final est actuellement disponible sur le site Internet de la Commission Européenne¹¹ [European Commission 2005].

2.1.2.2. *Elaboration de la liste des polluants à hiérarchiser*

Dans ce projet, les critères de sélection des substances étaient :

1. être un composé chimique individuel
2. avoir des sources intérieures d'émissions
3. avoir un impact sanitaire connu
4. ne pas être déjà soumis à des directives et réglementations

Pour identifier les polluants vérifiant ces paramètres de sélection, les experts du groupe de travail européen INDEX ont déterminé un programme construit essentiellement en 4 phases :

Phase 1 – revue de la littérature

Une revue de la littérature a été effectuée afin de déterminer les polluants pouvant être évalués dans le cadre du projet. Une revue de la littérature scientifique sur les polluants de l'air intérieur a été menée sur Internet en utilisant différents moteurs de recherche. De plus, les rapports d'études disponibles concernant les polluants de l'air intérieur ont été consultés.

Les auteurs du rapport indiquent que l'objectif principal de la revue des études disponibles était d'être en mesure d'évaluer l'exposition actuelle des populations à des polluants spécifiques en Europe. Seuls les polluants ayant des sources intérieures et des effets sanitaires reconnus ont été gardés à cette étape.

Phase 2 – sélection des composés à étudier plus précisément

Une fois cette première étude faite, deux groupes de travail ont été créés, l'un traitant de l'évaluation des expositions et l'autre de l'évaluation des relations dose-réponse pour chacun des polluants considérés. Cette phase a permis d'écarter un certain nombre de composés pour les raisons suivantes :

- Pas d'inquiétudes pour la santé aux niveaux de concentrations relevés actuellement (acétone, décane, éthylbenzène, phénol, propylbenzène, triméthylbenzène)

¹¹ http://europa.eu.int/comm/health/ph_projects/2002/pollution/pollution_2002_02_en.htm

- Composés faisant déjà l'objet de réglementations d'usage pour les matériaux d'intérieur (pentachlorophénol)
- Données relatives aux relations dose-réponse incomplètes ou inexistantes (méthyléthylcétone, propionaldéhyde)
- Le milieu d'exposition principal pour le composé n'est pas l'air intérieur (plomb, mercure)

A l'issue de cette phase, 25 composés ont été sélectionnés.

Phase 3 – composés sélectionnés pour une évaluation des risques

A cette étape, en plus des données d'exposition et des relations dose-réponse, le GT INDEX a jugé important de collecter des informations complémentaires sur les seuils olfactifs des composés retenus à l'issue de la phase 2.

Sur la base des données disponibles et après discussions, le GT INDEX a décidé de conduire une étude spécifique sur 14 polluants jugés prioritaires afin de rendre *in fine* des recommandations de gestion du risque. Ces polluants avaient été préalablement séparés en deux groupes selon le risque potentiel qu'ils semblaient présenter en fonction notamment des données concernant les niveaux de concentrations générés par des sources spécifiques des environnements intérieurs et les propriétés toxicologiques de la substance.

Les composés d'intérêt retenus par ce projet étaient les composés suivants :

→ benzène, acétaldéhyde, formaldéhyde, monoxyde de carbone, dioxyde d'azote, m/p-xylènes, o-xylène, naphthalène, styrène, toluène, α -pinène, d-limonène¹², et ammoniac.

La Figure 1 identifie les substances sélectionnées dans le cadre du projet INDEX à l'issue des différentes phases de choix des substances pour définir la liste finale des substances jugées prioritaires à l'instauration de mesures de gestion en Europe.

¹² Le groupe de travail INDEX a identifié le limonène ou dipentène (n°CAS 138-86-3) comme composé d'intérêt, en se focalisant plus principalement sur la toxicité de l'un des isomères : le *d-limonène*. En effet, seul cet isomère dispose de données d'études de toxicité [INRS 2004] et peut donc à ce titre faire l'objet de valeurs guides de qualité d'air.

Phase 1	Phase 2	Phase 3
1-Butanol	1-Butanol	Acétaldéhyde
2-Butoxyéthanol	2-Ethyl-1-hexanol	Ammoniac
2-Ethyl-1-hexanol	3-Carène	α -Pinène
2-Méthyl-1-propanol	Acétaldéhyde	Benzène
3-Carène	Ammoniac	Monoxyde de carbone
Acétaldéhyde	α -Pinène	d-limonène
Acétone	Benzaldéhyde	Formaldéhyde
Ammoniac	Benzène	m&p-Xylène
α -Pinène	Cadmium	Naphtalène
Benzaldéhyde	Monoxyde de carbone	Dioxyde d'azote
Benzène	Dichlorométhane	o-Xylène
Benzo[a]pyrène	Diisocyanate	Styrène
Cadmium	d-limonène	Toluène
Monoxyde de carbone	Formaldéhyde	
Décane	Hexaldéhyde	
Dichlorométhane	m&p-Xylène	
Diisocyanate	Naphtalène	
d-limonène	Dioxyde d'azote	
Ethylbenzène	o-Xylène	
Formaldéhyde	Styrène	
Hexaldéhyde	Tétrachloroéthylène	
Plomb	Toluène	
m&p-Xylène	Trichloroéthylène	
Mercure	Tris-(2-chloroéthyl) phosphate	
Méthyléthylcétone		
Naphtalène		
Dioxyde d'azote		
Nonane		
o-Xylène		
Pentachlorophénol		
Phénol		
Propionaldéhyde		
Propylbenzène		
Styrène		
Tétrachloroéthylène		
Toluène		
Trichloroéthylène		
Triméthylbenzènes		
Tris-(2-chloroéthyl) phosphate		
Undécane		

Figure 1: polluants choisis lors des différentes phases de sélection dans le cadre du projet européen INDEX

NB : Pour information, le GT INDEX mentionne que, dans le cadre de ce projet, les retardateurs de flamme sont considérés comme une thématique émergente, pour laquelle une considération particulière devra être menée dans le futur. Un composé tel que le Tris-(2-chloroéthyl) phosphate fait partie de ces composés, mais le manque de données tant au niveau de l'exposition que des propriétés toxicologiques de la substance, fait que le composé n'a pas été retenu dans la procédure d'évaluation engagée.

2.1.2.3. Hiérarchisation de la liste des polluants considérés

Suite à l'analyse des données toxicologiques relatives à chaque composé, à la proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur sur la base des NOAEL/LOAEL relevés et à la comparaison de ces dernières aux données de concentration et/ou d'exposition spécifiquement mesurées en air intérieur en Europe, le GT INDEX a réalisé une caractérisation des risques pour chaque substance. Ce travail a permis de classer les 14 composés d'intérêt en trois listes :

- **Groupe 1 - hautement prioritaires** : composés retrouvés dans de fortes concentrations spécifiquement en air intérieur ayant un impact incontestable sur la santé et pour lesquelles des options effectives de gestion du risque sont connues. Le GT INDEX a ainsi identifié 5 composés pour lesquelles des mesures de gestion devaient rapidement être mises en place afin de diminuer les concentrations relevées dans l'air intérieur. Les substances concernées sont : **formaldéhyde, monoxyde de carbone, dioxyde d'azote, benzène, naphthalène.**
- **Groupe 2 - faiblement prioritaires** : composés retrouvés habituellement dans les environnements intérieurs mais pour lesquels les concentrations relevées sont régulièrement à quelques ordres de grandeurs inférieures aux LOAEL et ne justifient pas en l'état l'instauration de mesures réglementaires. Les substances concernées sont : **acétaldéhyde, xylène (o-,m-,p-), toluène.**
- **Groupe 3** : composés pour lesquelles des informations complémentaires sont attendues, telle que la publication de nouvelles données concernant leur danger potentiel, afin de déterminer suite à cela l'urgence ou non d'appliquer des mesures de gestion du risque. Les substances concernées sont : **ammoniac, d-limonène, α-pinène.**

Cette classification et les commentaires accompagnant l'évaluation de chacun des composés rendent ainsi compte des actions prioritaires à mener sur certains polluants en terme de gestion du risque.

La hiérarchisation des 14 composés ainsi proposée par le GT INDEX est présentée dans le Tableau II.

Tableau II : Hiérarchisation finale des composés étudiés dans le cadre du projet européen INDEX

G1 : Composés hautement prioritaires	G2 : Composés faiblement prioritaires	G3 : Composés nécessitant des recherches sur l'exposition ou les relations doses effets
formaldéhyde monoxyde de carbone dioxyde d'azote benzène naphthalène	acétaldéhyde m/p-xylènes o-xylène toluène styrène	ammoniac d-limonène α-pinène

2.2. Elaboration de la liste hiérarchisée des polluants Afsset

2.2.1. Croisement des listes OQAI et INDEX

Afin d'élaborer sa liste initiale des substances candidates, le groupe de travail a décidé de croiser les deux listes hiérarchisées (voir Annexe 2 et Tableau II) et de vérifier la cohérence de classement de chacune des substances communes aux deux listes.

Le groupe de travail a suggéré que les polluants d'intérêts soient classés selon les 5 catégories proposées par l'OQAI, c'est-à-dire : « A » = hautement prioritaires ; « B » = très prioritaires ; « C » = prioritaires ; « D » = non prioritaires ; « I » = inclassables.

En suivant ce modèle, il est observé que les classifications OQAI et INDEX sont identiques concernant le formaldéhyde et le benzène (considérés comme « hautement prioritaires » dans ces deux classifications) mais ne sont pas homogènes pour les autres substances. Ceci s'explique par l'utilisation d'une méthode de hiérarchisation sensiblement différente mais aussi et sûrement par une mise à jour des données disponibles pour réaliser la hiérarchisation (en toxicologie notamment) plus récente dans le cadre du projet INDEX. Il est ainsi proposé de prendre en compte ces différences de la manière suivante :

- Le travail du GT INDEX étant plus récent que celui effectué par l'OQAI, il est proposé de positionner l'ensemble des composés « hautement prioritaires » identifiés par le GT INDEX dans le même groupe que les composés du groupe A « substances hautement prioritaires » de l'OQAI. Deux substances, initialement classées dans le groupe B de l'OQAI, se retrouvent en dernière position dans le groupe A de la nouvelle hiérarchisation : le monoxyde de carbone et le dioxyde d'azote.
- Les composés classés « faiblement prioritaires (G2) » par le GT INDEX sont situés dans les groupes A (acétaldéhyde), B (toluène) et C (xylènes et styrène) de la classification de l'OQAI. Afin de tenir compte de l'étude la plus récente, il est proposé de placer l'ensemble de ces substances dans le groupe B, en plaçant en tête l'acétaldéhyde, en ne modifiant pas la position du toluène et en classant les xylènes et le styrène en dernières positions.
- Parmi les polluants hiérarchisés par le GT INDEX, seuls le **naphtalène** (G1) et l'**ammoniac** (G3) sont complémentaires à la liste de l'OQAI et sont intégrés à la liste des polluants. Il est proposé de retenir la classification « hautement prioritaire (A) » du naphtalène par le GT INDEX dans la nouvelle hiérarchisation et de positionner l'ammoniac en tête du groupe « prioritaires (C) » car ce composé, bien qu'ayant des données d'exposition éparées, présente des données toxicologiques qui pourront être suffisantes à l'élaboration d'une valeur guide.

Le résultat du croisement des deux listes est présenté dans le Tableau III.

Tableau III : Croisement des listes hiérarchisées OQAI et INDEX pour construire la liste initiale de polluants d'intérêt pour l'élaboration d'une VGAI.

Polluants	Hiérarchisation OQAI	Hiérarchisation INDEX	Croisement des deux listes	
			Polluants	Hiérarchisation Afsset
Formaldéhyde	A	G1	Formaldéhyde	A
Benzène	A	G1	Benzène	A
Acétaldéhyde	A	G2	Dichlorvos	A
Dichlorvos	A		PM ₁₀	A
PM ₁₀	A		Radon	A
Radon	A		DEHP	A
DEHP	A		Naphtalène	A
Naphtalène		G1	Dioxyde d'azote	A
			Monoxyde de carbone	A
Allergènes de chien	B		Acétaldéhyde	B
Dioxyde d'azote	B	G1	Allergènes de chien	B
Allergènes d'acariens	B		Allergènes d'acariens	B
Toluène	B	G2	Toluène	B
Trichloréthylène	B		Trichloréthylène	B
Dieldrine	B		Dieldrine	B
Plomb	B		Plomb	B
SCCP	B		SCCP	B
Tétrachloroéthylène	B		Tétrachloroéthylène	B
Aldrine	B		Aldrine	B
Allergènes de chat	B		Allergènes de chat	B
Monoxyde de carbone	B	G1	Xylènes	B
Ammoniac		G3	Styrène	B
BBP	C		Ammoniac	C
Heptachlore époxyde	C		BBP	C
HexaBDE	C		Heptachlore époxyde	C
Lindane	C		HexaBDE	C
TétraBDE	C		Lindane	C
Xylènes	C	G2	TétraBDE	C
1,2,4 triméthylbenzène	C		1,2,4 triméthylbenzène	C
1,4-dichlorobenzène	C		1,4-dichlorobenzène	C
α-HCH	C		Alpha-HCH	C
α-pinène	C	G3	Alpha-pinène	C
Amiante	C		Amiante	C
décaBDE	C		décaBDE	C
DiBP	C		DiBP	C
DOT	C		DOT	C
Ethylbenzène	C		Ethylbenzène	C
HBCD	C		HBCD	C
heptaBDE	C		heptaBDE	C
Heptachlore	C		Heptachlore	C
Hexaldéhyde	C		Hexaldéhyde	C
Isobutyraldéhyde	C		Isobutyraldéhyde	C
Isovaléraldéhyde	C		Isovaléraldéhyde	C
d-limonène	C	G3	d-limonène	C
MBT	C		MBT	C
MOT	C		MOT	C
n-décane	C		n-décane	C
n-undécane	C		n-undécane	C
TBT	C		TBT	C
triBDE	C		triBDE	C
Valéraldéhyde	C		Valéraldéhyde	C
Butylacétate	C		Butylacétate	C
DBT	C		DBT	C
DEP	C		DEP	C
DnBP	C		DnBP	C
pentaBDE	C		pentaBDE	C
1-méthoxy-2-propanol	C		1-méthoxy-2-propanol	C

Polluants	Hierarchisation OQAI	Hierarchisation INDEX
2-éthyl-1-hexanol	C	
Champs e.m	C	
DiNP	C	
Endotoxines	C	
FMA	C	
Folpel	C	
TBBP-A	C	
2-butoxyéthanol	C	
Benzaldéhyde	C	
Diazinon	C	
DiDP	C	
Methyl-parathion	C	
Parathion	C	
Propoxur	C	
Styrène	C	G2
Terbutylazine	C	
4,4'DDT	D	
DMP	D	
1,1,1-trichloroéthane	D	
4OP	D	
4TMBP	D	
Chlordane	D	
Malathion	D	
Metolachlore	D	
TeBT	D	
Trifluraline	D	
Atrazine	D	
Carbaryl	D	
Permethrin	D	
TCHT	D	
TPT	D	
Alachlore	D	
Chlorpyrifos	D	
Coumafène	D	
Diflufénicanil	D	
Diuron	D	
Fenoxaprop-p-ethyl	D	
Isoproturon	D	

2-éthoxyéthylacétate	I	
2-méthoxyéthanol	I	
2-méthoxyéthyleacétate	I	
4NP	I	
DPP	I	
Endosulfan	I	
2-éthoxyéthanol	I	
Oxadiazon	I	

Croisement des deux listes	
Polluants	Hierarchisation Afsset
2-éthyl-1-hexanol	C
Champs e.m	C
DiNP	C
Endotoxines	C
FMA	C
Folpel	C
TBBP-A	C
2-butoxyéthanol	C
Benzaldéhyde	C
Diazinon	C
DiDP	C
Methyl-parathion	C
Parathion	C
Propoxur	C
Terbutylazine	C
4,4'DDT	D
DMP	D
1,1,1-trichloroéthane	D
4OP	D
4TMBP	D
Chlordane	D
Malathion	D
Metolachlore	D
TeBT	D
Trifluraline	D
Atrazine	D
Carbaryl	D
Permethrin	D
TCHT	D
TPT	D
Alachlore	D
Chlorpyrifos	D
Coumafène	D
Diflufénicanil	D
Diuron	D
Fenoxaprop-p-ethyl	D
Isoproturon	D

2-éthoxyéthylacétate	I
2-méthoxyéthanol	I
2-méthoxyéthyleacétate	I
4NP	I
DPP	I
Endosulfan	I
2-éthoxyéthanol	I
Oxadiazon	I

2.2.2. Détermination de critères de sélection supplémentaires

A partir de la liste des polluants hiérarchisés, le groupe de travail a décidé de restreindre le champ des polluants à considérer. Cette décision est motivée à la fois par un souci d'efficacité 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'heure

actuelle 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 :

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

○ Critère d'inclusion

Le critère d'inclusion proposé concerne *l'intégration des seules substances chimiques individuelles ou assimilées*.

A ce titre, les mélanges complexes tels que les paraffines chlorées à chaînes courtes (SCCP), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les contaminants microbiologiques tels que acariens et moisissures, les champs électromagnétiques, initialement proposés dans la liste OQAI, ne seront pas traités dans le cadre du groupe de travail.

Ils sont cependant considérés comme polluants d'intérêt et doivent faire l'objet d'un groupe de travail *ad hoc*, avec des experts du domaine concerné pour la définition de valeurs guides spécifiques.

○ Critère de pertinence

Le critère de pertinence est basé sur un jugement d'expert porté par l'ensemble du groupe de travail. Ce critère implique que *si la substance dispose de valeurs de gestion françaises adaptées, alors la substance est exclue de la liste*. A ce titre l'amiante et le plomb sont exclus de la liste.

Remarque : le plomb était retiré de la liste des polluants d'intérêt par le GT INDEX car le milieu d'exposition majoritaire n'était, à juste titre, pas considéré comme étant l'air intérieur.

○ Critère de faisabilité

Le critère de faisabilité proposé met en avant les polluants pour lesquels des données sur les aspects sanitaires (danger, dose-réponse) sont disponibles.

Exemples : certains phtalates (DiBP, DiNP, DiDP) ainsi que des retardateurs de flamme bromés (HexaBDE, HBCD, TriBDE, PentaBDE, TBBP-A) ne disposent pas de données sanitaires suffisantes pour établir une VGAI.

2.2.3. Sélection et hiérarchisation finale des polluants d'intérêt

L'application des critères définis précédemment est effectuée pour chacun des polluants sur la base des informations recueillies dans le travail de hiérarchisation sanitaire des polluants de l'air intérieur de l'OQAI.

Les polluants d'intérêt conservés après cette étape sont listés dans le Tableau IV. Au final 56 polluants recensés répondent aux critères prédéfinis.

Par ailleurs, le Tableau V présente la liste des substances ne satisfaisant pas le crible appliqué par le groupe de travail.

Tableau IV : Liste hiérarchisée des 56 polluants d'intérêts retenus par le groupe de travail Afsset

Formaldéhyde	A
Benzène	
Dichlorvos	
PM ₁₀	
Radon	
DEHP	
Naphtalène	
Dioxyde d'azote	
Monoxyde de carbone	

Acétaldéhyde	B
Toluène	
Trichloréthylène	
Dieldrine	
Tétrachloroéthylène	
Aldrine	
Xylènes	
Styrène	

Ammoniac	C
BBP	
Heptachlore époxyde	
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	

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

2-méthoxyéthanol	I
Endosulfan	
2-éthoxyéthanol	
Oxadiazon	

Tableau V : Liste des substances n'ayant pas satisfait aux critères de sélections supplémentaires

Polluants	Critère d'inclusion	Critère de faisabilité	Critère de pertinence
	substance individuelle ou assimilée	disponibilités des données sanitaires	Valeurs de gestion françaises existantes
Allergènes de chien	✓		
Allergènes d'acariens	✓		
Plomb			✓
SCCP	✓		
Allergènes de chat	✓		
HexaBDE		✓	
TétraBDE		✓	
1,2,4 triméthylbenzène		✓	
α -pinène*		✓	
Amiante	✓		✓
DiBP		✓	
DOT		✓	
HBCD		✓	
heptaBDE		✓	
Hexaldéhyde		✓	
Isobutyraldéhyde		✓	
Isovaléraldéhyde		✓	
d-limonène*		✓	
MBT		✓	
MOT		✓	
n-décane		✓	
n-undécane		✓	
triBDE		✓	
Valéraldéhyde		✓	
Butylacétate		✓	
2-éthyl-1-hexanol		✓	
Champs e.m		✓	
DiNP		✓	
Endotoxines	✓		
FMA	✓		
TBBP-A		✓	
Benzaldéhyde		✓	
DiDP		✓	
Parathion		✓	
Terbutylazine		✓	
DMP		✓	
4OP		✓	
4TMBP		✓	
TeBT		✓	
Permethrin		✓	
Diflufénicanil		✓	
Fenoxaprop-p-ethyl		✓	
Isoproturon		✓	
2-éthoxyéthylacétate		✓	
2-méthoxyéthyleacétate		✓	
4NP		✓	
DPP		✓	

* le d-limonène et l' α -pinène sont retenus dans cette liste car, bien qu'ils aient été étudiés par le groupe de travail du projet INDEX et qu'ils ont donc été retenus par le GT VGAI de l'Afsset, il n'en reste pas moins qu'il n'existe pas à la connaissance du groupe de travail de données sanitaires validées suffisantes pour ces substances chimiques.

2.3. Bilan « Choix des polluants »

Le groupe de travail a souhaité s'appuyer sur une méthode rigoureuse pour établir un ordre de priorité des polluants devant faire l'objet d'une valeur guide de qualité d'air intérieur. Cette méthode conduit à une liste de 56 polluants. L'organisation du travail ne permet pas l'élaboration d'une valeur guide pour tous les polluants dans un délai court. Une dernière étape a donc consisté à proposer d'étaler dans le temps l'élaboration des VGAI de ces substances prioritaires. Une première liste restreinte construite sur les compétences et les connaissances des membres du groupe de travail est composée de 11 substances qui seront étudiées prioritairement. Il s'agit des polluants suivants :

- Formaldéhyde
- Benzène
- Monoxyde de carbone
- Particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM₁₀)
- Naphtalène
- Phtalate de di(2-éthylhexyle) (DEHP)
- Dioxyde d'azote
- Acétaldéhyde
- Trichloréthylène
- Tétrachloroéthylène
- Ammoniac

Le groupe de travail souligne ici que la liste construite sur cette base est amenée à évoluer en fonction de l'actualisation des connaissances scientifiques et de suggestions justifiées d'ajout de substances d'intérêt pour la qualité de l'air intérieur cohérentes avec la méthode de hiérarchisation proposée.

Par ailleurs, le groupe de travail demande qu'une attention particulière soit portée sur les polluants écartés du fait d'appartenance à des mélanges complexes (biocontaminants, paraffines chlorées à chaînes courtes, etc.), et/ou de manque de données sur le plan sanitaire car il ne s'agit en aucun cas d'un manque d'intérêt des polluants visés mais bien d'un besoin d'expertises ou d'informations complémentaires. A ce titre le groupe de travail souligne la nécessité pour les polluants recensés dans le Tableau V :

1. de mettre en place deux groupes de travail sur : (1) les mélanges complexes, (2) les contaminants microbiologiques.
2. d'élaborer ou de collecter les données manquantes (données toxicologiques, valeurs toxicologiques de référence (VTR)) concernant les polluants pour lesquels le manque d'information ne permet pas d'estimer la nécessité d'élaborer une valeur guide.

3. CHOIX DES VALEURS GUIDES DE QUALITE D'AIR INTERIEUR

3.1. Méthode générale appliquée pour le choix des VGAI Françaises

3.1.1. Cadre de construction et d'application

Le groupe de travail a défini une VGAI comme étant 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 (dans le cas de composés odorants) aucune nuisance ou aucun effet indirect important sur la santé n'est en principe attendu pour la population générale ; elle constitue donc une référence pour protéger des effets néfastes sur la santé de l'exposition à certaines substances chimiques pouvant être fréquemment rencontrées dans les différents environnements intérieurs (logements, écoles, bureaux,...hors locaux à pollution spécifique).

Partant de cela, le cadre de construction et d'application peut être précisé par les éléments suivants :

- Protection attendue de la population

En fonction du polluant considéré, des effets qu'il engendre et des données disponibles, 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 (études épidémiologiques chez l'homme ou études toxicologiques chez l'animal) ajustée le cas échéant par des facteurs d'incertitudes appropriés pour 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. Ce pas de temps correspond à la durée d'exposition maximale sans effet attendu.
- d'un effet sans seuil de dose identifié tels que les effets cancérigènes 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, associé au domaine des faibles risques. 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 (par exemple 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6}).

- Environnements concernés

Il est généralement observé une certaine hétérogénéité de typologie de pollution (niveaux, composition) parmi les différents milieux intérieurs de vie traversés au quotidien (par

exemple restaurant, piscine, magasin ou 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 chaque milieu clos ou semi-clos traversé, et des VGAI établies sur des pas de temps plus longs, représentatives du cumul de l'exposition dans ces différents environnements intérieurs.

3.1.2. Méthode mise en œuvre

La méthode développée par le groupe de travail est construite en trois temps : le premier consiste à organiser les connaissances disponibles pour une substance donnée, le second à analyser leur qualité et le troisième à décider du choix de la ou des VGAI à retenir.

Pour cela, le groupe de travail a décidé de s'appuyer sur les nombreux travaux d'expertise développés récemment par des organismes nationaux et internationaux conduisant à la fixation de VG ou l'établissement de VTR. Ainsi, plutôt que de conduire une nouvelle expertise à partir des données initiales expérimentales ou épidémiologiques, le groupe de travail a préféré proposer une analyse critique des travaux existants et de retenir le résultat le plus en adéquation avec les objectifs du groupe de travail. Enfin, des compléments d'informations sont éventuellement apportés en analysant les publications récentes non prises en compte dans les expertises disponibles.

Remarque : Comme indiqué, les experts du groupe de travail ont choisi de s'intéresser non seulement aux travaux publiés relatifs à l'élaboration de VG, mais aussi de s'appuyer sur ceux illustrant la construction de VTR par inhalation. En effet, selon la définition d'une VGAI telle qu'adoptée par le groupe de travail, il est observé que les méthodes de construction des VG notamment pour les substances ayant un seuil de toxicité sont similaires à celles des VTR [InVS 2001]. Ces dernières sont aussi élaborées en se basant sur une dose critique à laquelle sont appliqués des facteurs d'incertitude. Néanmoins, bien que les VG et les VTR aient la même expression (concentration de produit par mètre cube d'air ambiant), les experts du groupe de travail sont conscients que les objectifs et les finalités des deux valeurs sont très différents : la VTR est utilisée dans le cadre d'une quantification des risques alors que la VG est un objectif de qualité dans un milieu donné ; classiquement elle est présentée comme une recommandation. De ce fait, les VG peuvent impliquer des considérations de gestion des risques alors que les VTR ne sont construites que sur des critères sanitaires ; Leur analyse critique devra en tenir compte. Enfin, compte tenu des avancées significatives des connaissances et des méthodes d'expertise, cette analyse concomitante permettra de s'assurer de la cohérence des valeurs proposées.

A l'issue du processus, chaque polluant fait l'objet d'une fiche reprenant les données nécessaires ainsi que leur analyse et le cheminement qui explique le choix des VGAI proposées par le groupe de travail.

Enfin, une fois que toutes ces informations sont rassemblées et qu'une VGAI est retenue par le groupe de travail, une fiche spécifique par polluant est proposée pour approbation au CES « milieux aériens ». Le CES peut demander le cas échéant des informations complémentaires ou des modifications en accord avec la démarche de choix proposée avant validation définitive.

Après avis favorable du CES, cette fiche est présentée aux ministères de tutelles de l'Afsset.

3.2. Organisation des connaissances, analyse de leur qualité et proposition de VGAI

L'organisation des connaissances conduit à rassembler l'ensemble des données disponibles sur la substance concernée. La démarche de travail en trois étapes adoptée par le groupe est définie comme suit :

1^{ère} étape : analyse des effets liés à la substance et de leur cohérence avec les données toxicocinétique et toxicodynamique ;

2^{ème} étape : recensement des différentes valeurs guides et valeurs toxicologiques de référence, détail de leur mode de construction (hypothèses de construction, études sources retenues) (si disponible) ;

3^{ème} étape : étude critique des valeurs recensées et proposition d'une VGAI française.

3.2.1. 1^{ère} étape : Synthèse et analyse des données toxicologiques

Les experts du groupe de travail ont choisi de s'appuyer sur les synthèses toxicologiques publiées 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.). L'objectif est de collecter des données sur le polluant considéré aussi récentes que possible, validées par ces organismes et institutions.

Les principales informations sont, pour chacune des substances, 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 (au niveau cellulaire ou biochimique); en d'autres termes, il s'agit du mécanisme d'action toxique de la substance. 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.

- 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 fondée sur des effets à seuil de dose. Un tableau récapitulatif des NOAEL et 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 NOAEL et LOAEL (ou assimilés) identifiés dans la littérature pour des expositions par inhalation de l'homme 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 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) et réponse (%)	NOAEL ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	LOAEL ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

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

3.2.2. 2^{ème} étape : Recensement et analyse préliminaire des VG et VTR existantes

Pour chaque substance candidate traitée, les différentes VG de qualité d'air et les VTR existantes pour la voie d'exposition respiratoire sont recensées. Par défaut, les documents de référence pris en considération par les experts du groupe de travail sont ceux publiés par les principaux organismes et institutions reconnus au niveau national ou international. Le groupe vérifie par ailleurs si des valeurs nationales (réglementaires ou indicatives) sont aujourd'hui proposées pour limiter les concentrations de telles substances individuelles dans l'air intérieur.

Une analyse préliminaire est alors réalisée par les experts du groupe de travail afin de répartir les valeurs guides recensées en deux groupes. Ainsi il est différencié :

1. les valeurs guides construites au sein d'organismes supranationaux tels que l'OMS [OMS 2000] et la Commission Européenne [European Commission 2005b]. Ces valeurs guides, rassemblant l'expertise au niveau européen, sont incontournables dans le cadre de la proposition de valeurs guides au niveau national. A celles-ci sont ajoutées des valeurs guides construites à l'échelle nationale et susceptibles d'utiliser des données complémentaires publiées postérieurement à après l'expertise des organismes supranationaux.

Ces valeurs guides devront toutes avoir en commun de disposer d'un document synthétique de référence expliquant les motivations qui ont conduit à leur fixation. Sur cette base, une description détaillée de leur méthode de choix pourra être proposée par les experts du groupe de travail ainsi qu'une analyse critique pour déterminer celle(s) pouvant servir de base à la proposition de la VGAI française.

2. les valeurs guides proposées par d'autres instances et pays qui ont été analysées de façon plus succincte. Seul un résumé des informations disponibles pour ces valeurs est intégré dans le sous-chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Les éléments ayant permis de construire les VG (groupe 1) et les VTR sont ensuite synthétisés afin de disposer de connaissances nécessaires et suffisantes à l'étude critique approfondie menée dans la troisième étape. 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 aux experts du groupe de travail:

- 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.)
- NOAEL/ LOAEL retenus dans les études
- facteurs d'incertitudes appliqués pour passer de NOAEL/LOAEL à la VG/VTR

Dans le cas où les experts du groupe de travail jugent que les données retranscrites par l'organisme sont incohérentes (discordance entre des valeurs issues de la même étude source) ou parcellaires (absence de détails significativement important pour apprécier la portée des données collectées), les études sources citées dans le document de synthèse sont alors consultées.

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

Tableau X1 : Valeurs guides du polluant Y pour des expositions par inhalation

Organisme	VTR/ NOAEL/ LOAEL étude source	Effets critiques	Milieu concerné	UF	VG/ durée d'exposition associée
Exposition court terme					
Exposition intermédiaire					
Exposition long terme					

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

Organisme	Méthodes de construction	Effets critiques	Dose critique (BMD/NOAEL/ LOAEL)	UF	VTR
Exposition aiguë					
Exposition intermédiaire					
Exposition chronique					

3.2.3. 3^{ème} étape : Etude critique approfondie et proposition de VGAI

Sur la base des données collectées, synthétisées et analysées lors des étapes précédentes, le groupe de travail propose un avis sur chacune des valeurs de référence (VG et VTR) recensées en réalisant une analyse critique approfondie. Cette dernière étape permet d'identifier les valeurs existantes entrant dans la démarche de fixation des valeurs retenues pour une ou plusieurs VGAI françaises.

En tenant compte de ces avis, la proposition d'une valeur guide de qualité d'air suit la démarche suivante :

1. le groupe de travail propose un avis sur chacune des valeurs de référence (VG et VTR) recensées en discutant notamment la qualité de l'étude source, l'effet critique retenu, les facteurs d'incertitude appliqués, etc.;
2. à partir de ces avis, la proposition d'une valeur guide de qualité d'air est fonction des deux cas de figure suivants :
 - a. il existe une ou plusieurs VG construite(s) exclusivement sur des considérations sanitaires et/ou une ou plusieurs VTR ; leur qualité est identique au regard des critères préalablement définis. L'opportunité d'un choix sera déterminée au cas par cas en fonction de critères complémentaires (ex : date d'élaboration, données animales ou humaines, etc.) ;

- b. il n'existe pas de VG construite exclusivement sur des considérations sanitaires et/ou de VTR ; ou bien aucune des VG et des VTR recensées ne répond aux critères de qualité préalablement définis ;

Dans ce cas, le groupe de travail ne propose pas de valeur guide française ; des travaux complémentaires d'expertise et de recherche sont nécessaires.

3.3. Fiche descriptive pour chaque polluant

Afin d'explicitier le choix de la VGAI et de permettre au lecteur, quel qu'il soit (évaluateur de risques, gestionnaire,...), d'apprécier la démarche suivie par les experts du groupe de travail et de donner une information la plus étayée possible sur les déterminants et les niveaux d'exposition à chaque polluant liés à la pollution de l'air intérieur, il a été décidé de présenter les résultats de l'expertise sous la forme d'une fiche par polluant. Elle est **divisée en trois parties distinctes**, la première présentant des données générales sur le polluant traité, la suivante explicitant étape par étape les critères ayant conduits à la proposition de la VGAI et enfin la troisième permettant de mettre en perspective la VGAI choisie. Un modèle-type du plan choisi, globalement respecté dans chacune des fiches rédigées, est présenté en Annexe 3.

- **La première partie** rassemble les données utiles à la caractérisation de la substance (identification de la substance, propriétés physico-chimiques, sources d'émissions, données de concentrations). Le recensement des sources d'émission intérieures et extérieures du polluant considéré permet notamment d'identifier les différents contributeurs de l'exposition de la population générale au polluant. Parmi les sources d'émission, les sources naturelles sont distinguées des sources anthropiques (issues de l'activité humaine). Par ailleurs, les données récentes de concentrations mesurées dans l'air intérieur et extérieur¹³ sont rassemblées. 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 [Mosqueron et Nedellec 2001, 2004b] et par les mesures faites dans des environnements plus spécifiques dans lesquels la population générale peut être exposée (écoles, crèches, garages, habitacles de voiture, voies souterraines de circulation, parcs de stationnement...). En cas d'insuffisance de données françaises, il est proposé d'élargir ces données aux données européennes, via notamment les informations collectées par le groupe de travail européen INDEX, ainsi qu'aux données américaines [Mosqueron et Nedellec 2004c].

¹³ Il n'est pas exclu en effet que la pollution de l'air extérieur contribue de façon significative à polluer l'air intérieur.

- **La seconde partie** comprend :
 1. Les données toxicologiques nécessaires en particulier à la compréhension des mécanismes d'action et des effets sanitaires provoqués par la substance chez l'homme et chez l'animal (selon les recommandations du paragraphe 3.2.1) ;
 2. Les différentes VG et VTR disponibles, en détaillant de manière plus ou moins approfondie leur mode de construction en fonction de l'intérêt que porte le groupe de travail (selon les recommandations du paragraphe 3.2.2). En effet, un intérêt plus important est porté sur les valeurs issues d'expertises récentes et/ou conduites par des organismes supranationaux ;
 3. Les conclusions de l'étude critique menée sur les valeurs de référence disponibles permettant de définir la ou les valeurs jugées scientifiquement solides dans le cadre des travaux du groupe et de justifier le choix de la ou les valeurs finalement retenue(s) comme VGAI française(s) par les experts du groupe de travail (selon les recommandations du paragraphe 3.2.3) ;

- **La troisième partie** rappelle les VGAI retenues par les experts du groupe de travail. Elle met en perspective la ou des VGAI choisie(s) au regard des données de relations dose-effet et des données concentrations et d'expositions collectées, de l'identification éventuelle de certaines sources particulièrement contributrices de la pollution des environnements intérieurs¹⁴, etc.

Enfin, il peut être proposé des annexes permettent de disposer d'informations complémentaires sur le polluant considéré et contribuer à une meilleure connaissance des enjeux liés à cette substance (classement CMR (UE) et CIRC notamment, méthode de mesure du polluant dans l'air, normes applicables, etc.).

¹⁴ Une analyse des déterminants de l'exposition de la population au polluant peut être proposée. En effet, si un polluant est présent de façon ubiquitaire car il est issu de l'émission de nombreuses sources présentes dans l'habitat, alors une analyse fine des déterminants de l'exposition est difficile. Par contre, si pour un polluant particulier, les sources sont bien identifiées et si l'on connaît dans quelle mesure elles interviennent dans l'exposition de la population générale, alors il en sera fait mention afin d'alerter notamment les pouvoirs publics et les personnes susceptibles de courir un risque

CONCLUSION

Suite aux recommandations du Plan national Santé Environnement (PNSE, 2004-2008, action 14), et au regard des lacunes concernant l'existence de valeurs de référence permettant de situer, selon des critères de santé humaine, les niveaux de concentrations mesurés notamment dans les logements français (campagne OQAI 2003-2005), l'Agence Française de Sécurité Sanitaire Environnementale (Afsse, devenue Afsset par ordonnance en date du 1^{er} septembre 2005) s'est autosaisie en 2004 sur la thématique « Proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur ». L'Agence a ainsi mis en place un groupe de travail co-piloté avec le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), afin d'être en mesure de proposer des valeurs guides pour la qualité de l'air intérieur en France, fondées sur des critères sanitaires. Ce groupe de travail est sous l'égide du Comité d'experts spécialisés « Evaluations des risques liés aux milieux aériens » depuis le 16 décembre 2005.

Après deux années de travaux, les experts du groupe ont rendu leurs conclusions, sur l'utilité de tels référentiels, le choix des substances candidates et la méthode conduisant à la proposition de VGAI françaises répondant à la définition adoptée par le groupe de travail.

A la lecture des dispositions prises dans de nombreux pays concernant l'instauration d'objectifs de concentrations de certains polluants dans les environnements intérieurs (logements, lieux publics (restaurants, écoles, bureaux, etc.), il apparaît clairement que les VGAI sont un outil pertinent pour l'évaluation sanitaire des niveaux de pollution intérieure, l'instauration de mesures de gestion et la communication autour de la thématique « air intérieur et santé ». Par ailleurs, de telles valeurs existent aussi pour la qualité de l'air extérieur et pourraient être utilisables dans le contexte de l'air intérieur. Toutefois, la construction de valeurs spécifiques pour les environnements clos se justifie ici car certaines substances sont rencontrées plus spécifiquement dans l'air intérieur et ne disposent pas de VG dans les environnements extérieurs.

Suite à ce constat, le groupe de travail a donc élaboré une liste de substances candidates pour la proposition de VGAI, en se référant aux travaux de hiérarchisation les plus récents dans ce domaine. Les premiers polluants pouvant faire l'objet de propositions de VGAI par l'Afsset seront : le formaldéhyde, le benzène, le monoxyde de carbone, les particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM₁₀), le naphtalène, le phtalate de di(2-éthylhexyle) (DEHP), le dioxyde d'azote, l'acétaldéhyde, le trichoréthylène, le tétrachloroéthylène et l'ammoniac.

Afin de définir ses recommandations sur ces substances, le groupe de travail a décidé de s'appuyer sur les nombreux travaux d'expertise développés récemment par des organismes nationaux et internationaux conduisant à la fixation de VG ou à l'établissement de VTR. Ainsi, plutôt que de conduire une nouvelle expertise à partir des données initiales expérimentales ou épidémiologiques, le groupe de travail a préféré proposer une analyse critique des travaux existants et de retenir le résultat le plus en adéquation avec les objectifs du groupe de travail,

c'est-à-dire la proposition d'une valeur construite essentiellement selon des critères sanitaires, confortés par l'analyse des données toxicologiques les plus récentes, non prises en compte dans les rapports de synthèse disponibles.

La méthode développée par le groupe de travail pour choisir la VGAI est ainsi construite en trois temps : le premier consiste à organiser les connaissances toxicologiques (toxicocinétique, mécanisme d'actions, effets sur la santé humaine), le second à analyser la qualité des VG et VTR disponibles et le troisième à choisir la ou les VGAI à retenir parmi les valeurs de référence disponibles.

L'illustration de cette démarche sera au final explicitée dans les fiches rédigées et publiées pour chacun des polluants faisant l'objet d'une proposition de VGAI. Ces documents de référence permettront en effet au lecteur, quel qu'il soit (évaluateur de risques, gestionnaire,...), de disposer des éléments d'informations nécessaires et suffisants lui permettant d'apprécier les choix effectués pour fixer les VGAI. Outre les éléments d'informations essentiels à cette compréhension, la fiche pourra inclure des éléments résumant des données générales sur le polluant traité, telles que des données de concentrations dans l'air mesurées dans différents environnements intérieurs (principalement en France), afin de mettre en perspective la VGAI choisie avec le contexte d'exposition de la population générale.

Perspectives

Dans ce contexte et selon le planning de travail établi par le groupe de travail, il est envisagé une publication de propositions de VGAI au cours de l'année 2007 pour certains polluants tels que le formaldéhyde, le monoxyde de carbone, le benzène et les particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM₁₀).

Enfin, le groupe de travail attire l'attention sur les aspects métrologiques liés à la définition de protocoles de mesurages adaptés aux objectifs de qualité d'air intérieur proposés.. Une présentation plus détaillée de cet aspect figure en Annexe 4. Sous réserve de l'avis du CES « Milieux aériens », ce point pourrait faire l'objet d'une proposition d'étude particulière.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Azuma K**, Uchiyama I and Ikeda K. The risk management for indoor air pollution caused by formaldehyde in housing: the historical perspectives on early warnings and actions, Proceedings Indoor Air 2005, 3449-3453. **2005**.
- **COMEAP** (Committee on the Medical Effects of Air Pollutants). Report : Guidance on the Effects on Health of Indoor Air Pollutants. **2004**.
- **European Commission**. 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. January, **2005**.
- **Hong-Kong**. 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.**2003a**.
http://www.iaq.gov.hk/guidance/publications_guidance.htm ou
<http://www.iaq.gov.hk/cert/doc/CertGuide-eng.pdf>
- **Hong-Kong**. 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. **2003b**. Notes téléchargeables sur :
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
- **IEH**. The issues and implications of setting and applying indoor air quality guidelines, S. Short, Institute for Environment and Health. **2001**.
<http://www.le.ac.uk/ieh/pdf/IAQmtgprep.pdf>
- **INRS** (Institut National de Recherche et de Sécurité). Dipentène ou *d*,/Limonène. Fiche Toxicologique n°227. **2004**.
- **InVS** (Institut de Veille Sanitaire). Valeurs Toxicologiques de Référence : Méthodes d'élaboration. Bonvallot N, Dor F. **2002**.
- **Mosqueron L, Nedellec V**. Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments : période 1990-2001. **2001**. <http://www.air-interieur.org/>
- **Mosqueron L, Nedellec V**. Hiérarchisation sanitaire des paramètres mesurés dans les bâtiments par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur. Rapport final. **2002**.
<http://www.air-interieur.org/>
- **Mosqueron L, Nedellec V**. 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. **2004a**. <http://www.air-interieur.org/>

- **Mosqueron L, Nedellec V.** Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments : actualisation des données sur la période 2001-2004. **2004b**.
<http://www.air-interieur.org/>
- **Mosqueron L, Nedellec V.** Revue des enquêtes sur la qualité de l'air intérieur dans les logements en Europe et aux Etats-Unis. **2004c**.
- **Nielsen GD et al.** Toxicological Based Air Quality Guidelines For Substances In Indoor Air, NKB - Nordisk Komité for Byggebestemmelser (Nordic Committee on Building Regulations). **1996**.
- **OMS** (Organisation Mondiale de la Santé). Strategic approaches to indoor air policy-making. WHO European Centre for Environment and Health Biltoven. 105 p. **1999**.
<http://www.euro.who.int/document/e65523.pdf>
- **OMS** (Organisation Mondiale de la Santé). WHO Air Quality Guidelines for Europe, second edition No.91. **2000**.
- **OQAI** (Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur). « Campagne nationale Logements. Etat de la qualité de l'air dans les logements français. Rapport final ». Novembre **2006**.
<http://www.air-interieur.org/>
- **Pluschke P.** Indoor Air Quality Guidelines. In: Salthammer, T. (ed.) Organic Indoor Air Pollutants, Weinheim, Wiley-VCH, 291–304. **1999**.
- **PNSE** (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>
- **Santé Canada.** 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. **1987**, révisé en **1989**.
http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/exposure-exposition/index_f.html
- **Santé Canada.** Lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel, formaldéhyde. Cat.: H128-1/06-432-1F. 3 pages. Avril **2006**.
- **THADE.** 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. **2003**.

▪ **Références complémentaires**

Liste des rapports allemands d'élaboration de valeurs guides pour l'air intérieur

Source : Bundesministerium für Umwelt, Fachinfo – Innenraumluft, Richtwerten und Handlungsempfehlungen

- ad-hoc-AG, 1996.
Bundesgesundheitsblatt 39 (Heft 11), 422-426
- Richtwerte für die Innenraumluft: Toluol. Sagunski, H., 1996.
Bundesgesundheitsblatt 39 (Heft 11), 416-421 1)
- Richtwerte für die Innenraumluft: Pentachlorphenol. ad-hoc-AG, 1997.
Bundesgesundheitsblatt 40 (Heft 7), 234-236
- Richtwerte für die Innenraumluft: Dichlormethan. Witten. J., Sagunski, H. und B. Wildeboer, 1997.
Bundesgesundheitsblatt 40 (Heft 8), 278-284
- Richtwerte für die Innenraumluft: Kohlenmonoxid. Englert, N., 1997.
Bundesgesundheitsblatt 40 (Heft 11), 425-428
- Richtwerte für die Innenraumluft: Stickstoffdioxid. Englert, N., 1998.
Bundesgesundheitsblatt 41 (Heft 1), 9-12
- Richtwerte für die Innenraumluft: Styrol. Sagunski, H., 1998.
Bundesgesundheitsblatt 41 (Heft 9), 392-398
- Richtwerte für die Innenraumluft: Quecksilber. Link, B., 1999.
Bundesgesundheitsblatt 42 (Heft 2), 168-173
- Richtwerte für die Innenraumluft: TVOC. Seifert, B., 1999.
Bundesgesundheitsblatt 42 (Heft 3), 270-278
- Richtwerte für die Innenraumluft: Diisocyanate. Wolff, T., Stirn, H., 2000.
Bundesgesundheitsblatt 43 (Heft 7), 505-512
- Richtwerte für die Innenraumluft: Tris(2-chlorethyl)phosphat. Sagunski, H., Rosskamp E., 2002.
Bundesgesundheitsblatt 45 (Heft 3), 300-306
- Richtwerte für die Innenraumluft: Bicyclische Terpene (Leitsubstanz α -Pinen). Sagunski, H., Heinzow, B., 2003.
Bundesgesundheitsblatt 46 (Heft 4), 346-352

ANNEXES

Annexe 1: Campagne nationale logement de l'Observatoire de la qualité de l'Air Intérieur (OQAI)

TYPE DE SITES : 567 logements (résidences principales en France métropolitaine continentale)

ECHANTILLONNAGE : sondage probabiliste à trois degrés (communes, sections cadastrales, logements) assurant *in fine* à chaque résidence principale la même probabilité d'être tirée au sort.

DONNEES RECUEILLIES

▪ Descriptif des bâtiments et de leur environnement :

Logements : situation générale et environnement extérieur, caractéristiques physiques de l'immeuble, taille du logement, dépendances, chauffage, équipement sanitaire, aération du logement, travaux, description des pièces...

▪ Descriptif des ménages et de leurs activités :

Ménages : composition, installation dans le logement, statut d'occupation, occupation actuelle, activités, ressources nettes...

Temps passé et activités associées :

- *semainiers* : pas de temps de 10 min tous les jours de la semaine (lieux fréquentés),
- *carnets journaliers* : pas de temps de 10 min, un jour de la semaine (lieux fréquentés et activités).
- *Indicateurs de santé respiratoire et allergique* (occupants \geq 15 ans) : questions basées sur les travaux du ECRHS (European Community Respiratory Health Survey) et du SFAR (Score For Allergic Rhinitis).

▪ Niveaux de pollution

➤ **Mesurages *in situ*** : paramètres mesurés à l'intérieur et à l'extérieur des sites investigués avec des stratégies d'échantillonnage spécifiques :

- Allergènes d'animaux : allergènes de chat (Feld 1) et de chien (Can f1) dans l'air et allergènes d'acariens (Derp1, Derf 1) et de moisissures (*Alternaria alternata* et *Aspergillus fumigatus*) dans les poussières de matelas,
- Monoxyde de carbone (CO) : dans l'environnement et dans l'air expiré (occupant \geq 6 ans),
- Composés organiques volatils (COV) et aldéhydes :
- Hydrocarbures aromatiques : benzène, toluène, m/p xylène, o-xylène, 1,2,4-triméthylbenzène, éthylbenzène, styrène,

- Hydrocarbures aliphatiques : n-décane, n-undécane
(n-C6 à n-C16)
- Hydrocarbures halogénés : trichloroéthylène, tétrachloroéthylène, 1,4-dichlorobenzène
- Ethers de glycol 2PG1ME (1-métoxy 2-propanol) et son acétate, EGBE (2 butoxyéthanol) et son acétate
- Aldéhydes : formaldéhyde, acétaldéhyde, hexaldéhyde, acroléine
- Particules inertes : PM₁₀, PM_{2.5} et ultra fines,
- Radon et Rayonnement gamma.

➤ **Paramètres de confort/confinement**

- Dioxyde de carbone (CO₂),
- Température et humidité relative,
- Débit d'air extrait aux bouches de ventilation sur conduit spécifique.

➤ **Repérage d'éléments nécessitant un diagnostic CO**

Procédure mise en œuvre dès l'entrée dans les logements équipés d'appareil(s) à combustion pour repérer les éléments nécessitant un diagnostic « monoxyde de carbone » et éviter les situations d'intoxications (sub) aiguës : mesurage du CO au niveau de tous les appareils à combustion et questionnaires descriptifs complétés par le technicien-enquêteur lors des deux visites du logement.

Annexe 2 : Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur : Hiérarchisation sanitaire des paramètres de pollution dans les logements et niveau d'information disponible

Mosqueron et Nedellec. 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 » **2004.**

Rapport de l'Observatoire de la Qualité de l'air Intérieur n°CSTB/DDD/SB-2004- 03, 2004

Substance	IH ¹	GH ²	Informations disponibles			
			VTR aiguë ³	VTR chronique ⁴ (classe cancérigène ⁷)	Exposition ⁵	Fréquence ⁶
Formaldéhyde	19	A	+	+ (1/B1)	+	+++++
Benzène	17	A	+	+ (1/A)	+	+++++
Acétaldéhyde	16	A	+	+ (2B/B2)	+	+++++
Dichlorvos	16	A	+	+(2B/B2)	+	++++
Particules (PM ₁₀)	16	A	+	+	-	+++++
Radon	16	A	0	+ (1/ne)	-	+++++
DeHP	15	A	0	+ (3/B2)	-	+++++
Allergènes de chien	13	B	+	+ (ne/ne)	+	++
NO ₂	13	B	+	+ (ne/ne)	-	+++++
Allergènes d'acariens	12	B	+	+ (ne/ne)	+	+++
Toluène	12	B	+	+ (3/D)	+	+++++
Trichloréthylène	12	B	+	+ (2A/ne)	+	+++
Dieldrine	11	B	0	+ (3/B2)	+	+
Plomb	11	B	0	+ (2B/B2)	-	?
SCCP	11	B	0	+ (2B/ne)	-	+++++
Tétrachloroéthylène	11	B	+	+ (2A/ne)	+	+++++
Aldrine	10	B	+	+ (3/B2)	+	+
Allergènes de chat	10	B	+	+ (ne/ne)	+	+
CO	10	B	+	0 (ne/ne)	+	+++++
BBP	9	C	0	+ (3/C))	-	+++++
Heptachlore époxyde	9	C	0	+ (ne/2B)	+	+
HexaBDE	9	C	0	0 (ne/D)	-	+++++
Lindane	9	C	+	+ (2B/ne)	+	++++
TétraBDE	9	C	0	0 (ne/D)	-	+++++
Xylènes	9	C	+	+ (3/D)	+	+++++
1,2,4-triméthylbenzène	8	C	0	0 (ne/ne)	+	+++++
1,4-dichlorobenzène	8	C	+	+ (ne/ne)	+	+++
Alpha-HCH	8	C	0	+ (2B/B2)	+	+
Alpha-pinène	8	C	0	0 (ne/ne)	+	+++++
Amiante	8	C	0	+ (1/en cours)	?	?
décaBDE	8	C	+	+ (3/C)	-	+++++
DiBP	8	C	0	0 (ne/ne)	-	+++++
DOT	8	C	0	0 (ne/ne)	-	+++++
Ethylbenzène	8	C	0	+ (3/D)	+	+++++
HBCD	8	C	0	0 (ne/ne)	-	+++++
heptaBDE	8	C	0	0 (ne/ne)	-	+++++
Heptachlore	8	C	0	+ (2B/B2)	+	+
Hexaldéhyde	8	C	0	0 (ne/ne)	+	+++++
Isobutyraldéhyde	8	C	0	0 (ne/ne)	+	+++++
Isovaléraldéhyde	8	C	0	0 (ne/ne)	+	+++++
Limonène	8	C	0	0 ne/ne)	+	+++++
MBT	8	C	0	- (ne/ne)	-	+++++
MOT	8	C	0	- (ne/ne)	-	+++++
n-décane	8	C	0	0 (ne/ne)	+	+++++
n-undécane	8	C	0	0 (ne/ne)	+	+++++
TBT	8	C	0	+ (ne/ne)	-	+++++
triBDE	8	C	0	- (ne/D)	-	++++

Substance	IH ¹	GH ²	Informations disponibles			
			VTR aiguë ³	VTR chronique ⁴ (classe cancérogène ⁷)	Exposition ⁵	Fréquence ⁶
Valéraldéhyde	8	C	0	0 (ne/ne)	+	+++++
Butylacétate	7	C	0	0 (ne/ne)	+	++++
DBT	7	C	0	+ (ne/ne)	-	+++++
DEP	7	C	+	+ (ne/D)	-	+++++
DnBP	7	C	+	+ (ne/D)	-	+++++
pentaBDE	7	C	+	+ (ne/D)	-	+++++
1-méthoxy-2-propanol	6	C	0	+ (ne/ne)	+	++++
2-éthyl-1-hexanol	6	C	0	0 (ne/ne)	+	+++
Champs e.m	6	C	0	0 (2B/ne)	?	?
DiNP	6	C	0	0 (ne/ne)	-	+++
Endotoxines	6	C	+	+	+	+++++
FMA	6	C	0	+ (2B/ne)	?	?
Folpel	6	C	0	+ (ne/B2)	+	+
TBBP-A	6	C	0	0 (ne/ne)	-	+++
2-butoxyéthanol	5	C	+	+ (ne/C)	+	+++
Benzaldéhyde	5	C	0	0 (ne/ne)	+	++
Diazinon	5	C	0	+ (ne/ne)	+	+
DiDP	5	C	0	0 (ne/ne)	-	++
Methyl-parathion	5	C	0	+ (3/ne)	+	+
Parathion	5	C	0	0 (3/C)	+	+
Propoxur	5	C	0	+ (ne/ne)	+	++
Styrène	5	C	+	+ (2B/ne)	+	++
Terbutylazine	5	C	0	0 (ne/ne)	+	++
4,4'DDT	4	D	+	+ (2B/B2)	+	0
DMP	4	D	0	0 (ne/D)	-	0
1,1,1-trichloroéthane	3	D	+	+ (3/D)	+	+
4OP	3	D	0	0 (ne/ne)	-	0
4TMBP	3	D	0	0 (ne/ne)	-	0
Chlordane	3	D	+	+ (2B/B2)	+	0
Malathion	3	D	+	+ (3/ne)	+	+
Metolachlore	3	D	0	+ (ne/C)	+	0
TeBT	3	D	0	0 (ne/ne)	-	0
Trifluraline	3	D	0	+ (3/C)	+	0
Atrazine	2	D	+	+ (3/ne)	+	0
Carbaryl	2	D	0	+ (3/ne)	+	0
Permethrin	2	D	0	0 (3/ne)	+	0
TCHT	2	D	0	+ (ne/ne)	-	0
TPT	2	D	0	+ (ne/ne)	-	0
Alachlore	1	D	0	+ (ne/ne)	+	0
Chlorpyrifos	1	D	+	+ (ne/ne)	+	0
Coumafène	1	D	0	+ (ne/ne)	+	0
Diflufenicanil	1	D	0	0 (ne/ne)	+	0
Diuron	1	D	0	+ (ne/ne)	+	0
Fenoxaprop-p-ethyl	1	D	0	0 (ne/ne)	+	0
Isoproturon	1	D	0	0 (ne/ne)	+	0
2-éthoxyéthylacétate	4	I	0	0 (ne/ne)	+	+
2-méthoxyéthanol	4	I	0	+ (ne/ne)	?	?
2-méthoxyéthyleacétate	4	I	0	0 (ne/ne)	?	?
4NP	4	I	0	0 (ne/ne)	-	+
DPP	4	I	0	0 (ne/ne)	-	+
Endosulfan	4	I	0	+ (ne/ne)	+	++
2-éthoxyéthanol	3	I	0	+ (ne/ne)	+	+
Oxadiazon	3	I	0	+ (ne/ne)	+	+

(*substances nouvellement hiérarchisées (données 2002, mise à jour 2004)

¹ Indice de hiérarchisation sanitaire Cet indice semi-quantitatif est basé sur la prise en compte des risques sanitaires potentiels par voie respiratoire dans les milieux intérieurs liés d'une part à une exposition aiguë (élaboration d'un **indice de « toxicité aiguë », IA**) et d'autre part à une exposition chronique (construction d'un **indice de « toxicité chronique », IC**). De plus, pour tenir compte de la spécificité de la problématique de la pollution intérieure, un indice de « **fréquence intérieure» (IF)**, témoignant de la fréquence à laquelle les substances sont retrouvées dans les logements, a également été intégré. Pour chaque polluant, l'**Indice de Hiérarchisation (IH)** est calculé en sommant les scores

obtenus pour chacun de ces 3 sous-indices. Pour chaque sous-indice, un score noté de 0 à 5 (IA, IF) ou 0 à 10 (IC) est attribué à chaque substance (plus l'impact sanitaire potentiel est grand ou plus le polluant est fréquemment retrouvé dans l'air intérieur, plus le score attribué est fort).

² Groupes de hiérarchisation : « A » = hautement prioritaires ; « B » = très prioritaires ; « C » = prioritaires ; « D » = non prioritaires ; « I » = inclassables

³ et ⁴ Information sur les VTR : « + » = au moins une VTR est disponible ; « 0 » = pas de VTR disponible (dans les bases de données interrogées)

⁵ Concentration d'exposition : « + » = connue et issue de la campagne pilote OQAI ; « - » = issue de la littérature (extrapolation) ; « ? » = inconnue

⁶ Fréquence de détection : « +++++ » > 80 % ; « ++++ » de 60 à 80 % ; « +++ » de 40 à 60 % ; « ++ » de 20 à 40 % ; « + » < 20 % ; « 0 » = non détecté ; « ? » = inconnue

⁷ Classement établi selon les critères de classification proposé par le CIRC et l'US EPA : ne = non évalué ; 1/A = cancérigène chez l'homme ; 2A/B1-B2 = cancérigène probable chez l'homme ; 3 = inclassable ; 2B/C = cancérigène possible ; 3/C = inclassable ; 4/E = probablement non cancérigène

Annexe 3 : Format type d'une fiche polluant

CONTEXTE
 ABREVIATIONS
 LISTE DES TABLEAUX
 LISTE DES FIGURES
 SYNTHÈSE DE LA FICHE VGAI « POLLUANT »

INTRODUCTION

1. Informations générales

1.1. Identification de la substance

Numéro CAS, ENEICS, etc.	
Nom	
Synonymes	Fr : En :
Formule brute	
Formule développée	

1.2. Propriétés physico-chimiques

Forme physique	
Poids moléculaire	g.mol ⁻¹
Point d'ébullition	°C
Point de fusion	°C
Pression de vapeur	Pa à 20 °C
Densité	
Facteurs de conversion	1 ppm = mg.m ⁻³
Solubilité	
LogKow	
Koc	L.kg ⁻¹
BCF	L.kg ⁻¹
BAF	L.kg ⁻¹
Produits de dégradation environnementale	
Point d'éclair	°C
Température d'auto-inflammation	°C
Limites d'explosivité dans l'air	%

1.3. Sources d'émission

1.3.1. Sources naturelles

1.3.2. Sources anthropiques

1.3.2.1. Sources liées au milieu intérieur (hors milieu professionnel à pollution spécifique)

1.3.2.2. Sources liées au milieu extérieur

1.4. Données de concentrations dans l'air

1.4.1. Concentrations dans l'air intérieur

1.4.2. Concentrations dans l'air extérieur

1.4.3. Ratio des concentrations intérieur/extérieur

1.5. Contribution relative des différents milieux aériens dans l'exposition globale par inhalation

2. Synthèse des données toxicologiques

- 2.1. Toxicocinétique
- 2.2. Mécanisme d'action
- 2.3. Effets sanitaires
- 2.4. Modèles de relations dose-réponse
- 2.5. Populations sensibles
- 2.6. Seuil olfactif

3. Recueil des valeurs guides et valeurs toxicologiques de référence

- 3.1. Valeurs guides
 - 3.1.1. Valeurs guides établies par des instances supranationales ou lors d'expertises nationales récentes
 - 3.1.2. Autres valeurs guides
- 3.2. Valeurs toxicologiques de référence
 - 3.2.1. VTR pour des expositions aiguës
 - 3.2.2. VTR pour des expositions intermédiaires
 - 3.2.3. VTR pour des expositions chroniques

4. Choix et proposition de VGAI française

- 4.1. Avis sur les différentes VG et VTR du formaldéhyde
 - 4.1.1. Considérations préalables
 - 4.1.2. Avis sur les valeurs de référence collectées
- 4.2. Proposition de VGAI

CONCLUSION

MISE EN PERSPECTIVE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

Annexe 4 : Recommandations du sous groupe « métrologie » quant à la mise en œuvre des actions permettant de vérifier la conformité aux Valeurs Guides de Qualité d’Air Intérieur

Dans le cadre des discussions ayant permis de conclure sur la méthode de choix de VGAI, certains experts du groupe de travail, spécialisés dans la mesure des polluants dans l’environnement, ont souhaité formaliser des recommandations relatives aux stratégies d’échantillonnage pouvant être mises en œuvre pour vérifier la conformité aux VGAI. Les conclusions de cette initiative sont ici synthétisées.

Contexte

Selon les organismes qui les élaborent, les valeurs guides s’appliquent pour des pas de temps identifiés. L’expérience des premiers polluants étudiés pour lesquels des VG ont été proposées par différents organismes montre que ces pas de temps varient de quelques minutes ou quelques heures, à quelques mois ou quelques années voire la vie entière. On note d’ailleurs que pour des raisons présentées comme pratiques, dans le cas des expositions chroniques, un usage répandu est de proposer leur application sur un pas de temps annuel.

Ceci étant dit, le respect des VG élaborées nécessite de disposer de protocoles analytiques assurant un mesurage en adéquation non seulement avec le niveau de concentration de la VG mais également avec ce pas de temps sur lequel cette VG est applicable. 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 valeur guide est proposée et il est alors nécessaire de mettre en place une stratégie de prélèvements récurrents dans le temps, qui permettent de retracer un mesurage en continu.

Ceci est d’autant plus nécessaire, que si on mettait en place un mesurage en continu, il ne serait pas possible de juger de l’acceptabilité de l’exposition avant que le pas de temps soit écoulé, c’est à dire selon les cas avant 1 mois ou 1 an par exemple. Ceci est aussi vrai dans le cas de pas de temps court, car en situation accidentelle il n’est pas forcément possible d’attendre toute la durée du pas de temps (1 heure ou plus) pour prendre une décision d’intervention. Enfin, même si une mesure sur 1 an était réalisable, cela correspond en réalité à un pas de temps artificiellement choisi pour certaines valeurs guides chroniques et dans ce contexte seul un mesurage continu avec calcul d’une moyenne glissante serait pertinent (mais encore une fois non réaliste).

Face à ce problème de non concordance entre le pas de temps de la valeur guide et les possibilités de mesure, l’usage le plus répandu consiste à effectuer 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 temps¹⁵. Cependant cette pratique, appliquée en milieu professionnel, suppose la connaissance *a priori* (ou la modélisation ou le choix arbitraire) de la variabilité attendue de mesures effectuées sur des pas de temps inférieurs à celui de la valeur guide. Cette connaissance a été organisée et formalisée en milieu professionnel mais ce n'est pas encore le cas dans l'habitat, constituant la cible des valeurs guides proposées par le groupe de travail, où la connaissance de la distribution des concentrations de 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.

Recommandations du sous-groupe de travail (métrologie)

Ce constat a conduit le sous-groupe de travail « métrologie » à émettre des recommandations quant à la réalisation de mesures dans l'air intérieur à des fins de comparaison aux valeurs guides proposées, en particulier pour les valeurs guides chroniques. Ces recommandations sont de deux ordres :

1. Concernant la stratégie de prélèvement :

- la stratégie de prélèvement devra être adaptée à chaque cas particulier en fonction du/des polluant(s) mesuré(s), des possibilités analytiques, de la question posée par le demandeur de l'analyse, du pas de temps de la valeur guide, de la présence suspectée ou avérée de sources continues/discontinues d'émission de ce/ces polluant(s), des expériences passées *etc.* En tout état de cause, cette **stratégie de prélèvement** et les résultats attendus devront être clairement explicités et avalisés par le demandeur avant la réalisation des mesures par le prestataire. De même, cette stratégie, et sa pertinence devront être rediscutées au vu des résultats obtenus et de l'interprétation que l'on peut en faire. Les normes de la série NF ISO 16000 constituent un support intéressant pour élaborer cette stratégie et devront être utilisées au mieux¹⁶ ;
- afin de ne pas ajouter une inconnue supplémentaire aux résultats de mesure, quel que soit le pas de temps retenu, il convient que l'incertitude analytique apportée par la réalisation de la mesure soit maîtrisée et indiquée par le prestataire réalisant ces mesures. Les agréments, la référence à des normes d'essais, la validation des méthodes ou, à défaut,

¹⁵ Pour évaluer une exposition chronique exprimée sur un pas de temps annuel, une pratique courante par exemple consiste à effectuer (au moins) une mesure de 8 à 15 jours chaque trimestre (saison) et de prendre la moyenne comme valeur d'exposition annuelle.

¹⁶ En effet, les normes de la série NF ISO 16000 sont parfois généralistes et peuvent induire des interprétations différentes selon l'utilisateur. Une précision du mode de mise en application de cette norme peut donc également être fournie par le prestataire.

les preuves d'un travail dans les règles de l'art analytique devront systématiquement être recherchés. Par ailleurs, en ce qui concerne l'incertitude relative à la représentativité de l'échantillonnage au regard de l'exposition réelle de l'individu, des travaux scientifiques complémentaires semblent nécessaires.

2. Concernant la conduite de recherche complémentaire :

- afin de progresser dans la connaissance de la variabilité des résultats de mesures répétées dans le temps pendant plusieurs mois au sein d'un même environnement intérieur, des travaux scientifiques bibliographiques et expérimentaux sont encore nécessaires et le groupe de travail appelle de ces vœux à la réalisation de tels travaux permettant de mieux encadrer les stratégies de prélèvement,
- dans l'attente de tels travaux, la comparaison d'un résultat de mesure (limitée dans le temps) isolé à une valeur guide chronique ne peut être justifiée sur des bases scientifiques mais correspond pourtant à une demande régulièrement rencontrée en pratique. Deux stratégies pourraient être étudiées pour apporter une réponse dans ce contexte :
 - o définir, sur la base d'un jugement d'expert, une fraction de la valeur guide dont le dépassement, lors d'une mesure isolée, doit conduire à considérer la situation comme anormale (exemple 10% de la valeur guide),
 - o élaborer à ces fins des valeurs de « diagnostic », devant conduire à considérer la situation comme anormale, mais indépendamment de tout raisonnement toxicologique (par exemple sur la base des distributions observées par l'OQAI lors de sa campagne de mesures ou sur des considérations relatives aux sources d'émission des polluants),

Au final, au-delà de ces premières recommandations, il paraît nécessaire et indispensable qu'un groupe de travail ad hoc soit mis en place afin de conduire ou de faire conduire les travaux nécessaires à cette question métrologique, garante d'une mise en œuvre et d'un respect des VG de qualité d'air intérieur.



agence française de **sécurité sanitaire**
de l'environnement et du travail

253, avenue du Général Leclerc
94701 Maisons-Alfort Cedex
Tél. +33 1 56 29 19 30
afsset@afsset.fr

www.afsset.fr

ISBN 978-2-11-096714-5

