

# Composés organiques volatils et environnement intérieur

**Procédure de qualification  
des émissions de composés organiques volatils  
par les matériaux de construction et produits de décoration**

- Avis de l'Afsset
- Rapport d'expertise collective



Le Directeur général

Maisons-Alfort, le **08 OCT. 2009**

## **AVIS**

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

**Relatif à une procédure de qualification des émissions de composés organiques volatils par les matériaux de construction et produits de décoration**

Saisine Afsset n°2004/11

---

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

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

---

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

L'Afsset a été saisie le 28 avril 2004 par les ministères chargés de la santé et de l'environnement afin de mettre en place une procédure d'évaluation des risques sanitaires concernant les composés organiques volatils (COV) émis par les produits de construction.

La demande comportait plusieurs volets :

- se prononcer sur la pertinence scientifique et les conditions de faisabilité de la procédure d'évaluation des risques liés aux émissions de COV décrite en annexe II de l'avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) du 5 mars 2002 en indiquant les modifications éventuellement nécessaires ;
- proposer un système de classification basé sur l'évaluation des risques liés aux émissions de COV ;
- valider la procédure proposée en l'appliquant pour 3 ou 4 produits ou matériaux à évaluer en priorité ;
- étudier la possibilité d'extension de cette procédure à d'autres sources de COV présentes dans les espaces clos (par exemple, équipements de ventilation-climatisation, ameublement, décoration, produits d'entretien, etc.) ;
- étudier la possibilité d'extension de cette procédure à d'autres familles de substances chimiques apportées dans l'environnement intérieur par les matériaux de construction susceptibles de concourir à une exposition des personnes également par contact et ingestion.

## Éléments de contexte

La pollution de l'air intérieur est générée par des sources multiples propres au bâti, à l'environnement, aux équipements ou aux comportements des occupants, mettant en jeu de nombreuses substances. Le temps passé dans des espaces clos (en moyenne 70 à 90 %) fait de la qualité de l'air intérieur une préoccupation de santé publique majeure.

Les matériaux de construction et produits de décoration sont à considérer comme des sources non négligeables d'émission de COV de par leur diversité et leur large utilisation.

Des tests d'émissions ont été réalisés à la demande de l'Afsset sur différents produits de construction (revêtements de sol et muraux, produits d'isolation, colles) et de décoration (peintures, vernis, lasure etc.). Les données d'émissions en composés volatils ainsi collectées montrent que, parmi un choix limité de produits et un échantillonnage non représentatif les produits testés ont des émissions variables ; que ce soit sur le nombre de composés émis ou sur les niveaux de concentrations atteints.

Sur l'ensemble des essais réalisés, les composés identifiés appartiennent aux familles chimiques suivantes, et les principaux retrouvés sont :

- hydrocarbures aromatiques : styrène, toluène, trichloroéthylène, benzène
- hydrocarbures aliphatiques : nonane, décane
- terpènes : limonène, pinène, longifolène
- aldéhydes : formaldéhyde, benzaldéhyde, hexanal
- éthers de glycols : propylène glycol (ou 2-butoxyéthanol), 1-méthoxy-2-propanol
- alcools : 2-éthyl-hexanol, 1-butanol, texanol

A titre d'exemple, des concentrations d'exposition en trichloroéthylène, classé cancérigène probable chez l'Homme<sup>1</sup>, pouvant atteindre quelques dizaines de  $\mu\text{g.m}^{-3}$  ont été mesurées pour les émissions d'une dalle de sol, d'une colle à carrelage et d'un complexe de doublage.

Les principaux effets sur la santé humaine décrits pour ces substances vont de symptômes d'irritations de la peau (exemple du toluène), des muqueuses ou du tractus respiratoire, de nausées, de céphalées, jusqu'à des pathologies graves comme des cancers (exemple du benzène).

En 2007, le Grenelle de l'environnement a proposé la mise en place d'un étiquetage obligatoire portant sur l'émission de polluants volatils et l'interdiction des substances cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction de catégorie 1 et 2 (CMR<sub>1,2</sub>) dans ces produits. Ces propositions concernant les matériaux de construction et de décoration ont été intégrées dans la loi d'orientation et de programmation du Grenelle Environnement (article 35) et elles sont soutenues dans le plan national santé environnement (PNSE) 2.

## Points d'intérêt relevés au niveau européen

En Allemagne, un processus binaire comprenant la recherche de plus de 150 composés est utilisé dans un cadre réglementaire depuis 2004 pour l'autorisation de mise sur le marché de certains revêtements de sol.

Depuis les années 1990, des systèmes de labellisation pour les matériaux de construction, intégrant des exigences en terme de la qualité de l'air intérieur ont été développés dans les pays nordiques et en Allemagne : Classification M1 – Finlande ; Indoor Climate Label (ICL) – Danemark ; labels GUT, EMICODE, Der Blauer Engel – Allemagne. Ils sont basés principalement sur des limites d'émissions en COV et sur une démarche volontaire des industriels et des fabricants. Les labels allemands GUT et Der Blauer Engel se sont appuyés sur le schéma de principe du protocole allemand AgBB pour mettre à jour leur étiquetage aidant à la sélection de produits moins émissifs.

---

<sup>1</sup> Catégorie 2 selon la classification de l'Union européenne.

Depuis 2009, des travaux européens sur l'harmonisation des procédures de qualification des matériaux de construction existantes sont coordonnés par le Joint research centre (JRC) de la Commission européenne et regroupent des représentants français, allemand, danois et finlandais. L'objectif est d'obtenir un consensus sur un schéma commun avec des critères obligatoires et optionnels.

## Organisation de l'expertise

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

Ces problématiques relèvent des compétences du comité d'experts spécialisées (CES) « Evaluation des risques liés aux milieux aériens ». L'Afsset a confié l'expertise au groupe de travail « COV » en 2004.

Une première phase d'expertise a porté sur les trois premiers points de la saisine et a fait l'objet d'un rapport publié en décembre 2006 sur le site de l'Afsset. Une méthodologie concernant les composés organiques volatils (COV) émis par les produits de construction solides a été proposée. Elle est basée sur les travaux européens les plus aboutis dans ce domaine a été retenue: procédure élaborée par l'European Collaborative Action (ECA) en 1997 et celle du comité allemand Ausschuss zur gesundheitlichen bewertung von bauprodukten (AgBB) dès 2000.

Dans la seconde phase d'expertise, le groupe de travail a mis à jour la méthodologie présentée dans le précédent rapport et l'a étendue aux matériaux de construction liquides et aux produits de décoration.

Les travaux ont été soumis régulièrement au CES tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques et les conclusions ont été présentées et approuvées lors de la séance du 30 juin 2009.

Cette expertise est ainsi issue d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires.

Cet avis se base pour les aspects scientifiques sur le rapport final issu de cette expertise collective (Procédure de qualification des émissions de composés organiques volatils par les matériaux de construction et produits de décoration, version finale, juin 2009) qui a été adopté par le comité d'experts spécialisé lors de sa séance du 30 juin 2009 et sur la note descriptive présentant les tests d'émission réalisés par l'Afsset. Ce rapport remplace celui de 2006.

## Résultats de l'expertise

Le protocole Afsset 2009 pour la qualification des émissions des matériaux de construction et de décoration repose sur les trois étapes suivantes :

- Mesure des facteurs d'émission spécifiques ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ) d'un produit dans des conditions normalisées à 3 et 28 jours suivant les normes internationales de la série ISO 16000 portant sur les essais d'émission, d'analyse et de préparation des éprouvettes d'essai pour la caractérisation des émissions spécifiques d'un produit.
  - o Recherche à 3 jours du paramètre « composés organiques volatils totaux » (COVT), des substances cancérigènes et mutagènes - catégories 1 et 2 et sensibilisantes par inhalation au niveau européen (Directive 67/548/CEE<sup>2</sup>)
  - o Recherche à 28 jours du paramètre COVT, des substances cancérigènes, mutagènes (catégories 1 et 2 de l'Union Européenne) et sensibilisantes par inhalation et des composés individuels identifiés

---

<sup>2</sup> Catégorie 1A et 1B pour les CMR avec l'application du règlement 1272/2008 « CLP ».

D'après la réglementation actuelle<sup>3</sup>, deux substances cancérigènes et mutagènes de catégorie 1 et 2, pouvant être mesurées par les techniques analytiques préconisées, doivent être recherchées systématiquement pour que les produits de construction et de décoration puissent être mis sur le marché. Il s'agit du **trichloroéthylène** et du **benzène**.

Deux substances classées sensibilisantes par inhalation par l'Union européenne, le **glutaraldéhyde** et l'**hexaméthylènetétramine**, doivent être recherchées systématiquement. La présence de ces composés à l'émission doit être mentionnée sur le produit pour informer les personnes ayant un terrain allergique ou qui se savent sensibilisées.

- Calcul des concentrations d'exposition aux composés volatils dans une pièce de référence (définie conventionnellement en terme de dimensions et de conditions de ventilation) à l'intérieur de laquelle le produit testé aurait été mis en œuvre.

Les dimensions de la pièce de référence sont définies dans le projet de norme européenne en cours de développement dans le cadre de la Directive Produits de construction

- Comparaison des concentrations d'exposition des composés volatils (après 3 et 28 jours) avec des concentrations limites retenues pour:
  - o la concentration en COVT (exprimée en équivalent toluène)
    - à 3 jours,  $COVT \leq 10\ 000\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
    - à 28 jours,  $COVT \leq 1\ 000\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
  - o la concentration en substances cancérigènes et mutagènes (catégories 1 et 2 de l'Union Européenne)
    - à 3 jours,  $CM_{1-2} \leq 10\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
    - à 28 jours,  $CM_{1-2} \leq 1\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

Le protocole Afsset 2009 considère qu'aucun composé classé cancérigène et/ou mutagène de catégories 1 et 2 ( $CM_{1-2}$ ) ne doit être mesuré à l'état de traces par les outils analytiques préconisés dans les normes NF ISO 16000-3 et 6 lors des essais à 28 jours. L'objectif est donc bien de rejeter tout produit pouvant induire une exposition à ce type de polluants.

- o la concentration de chaque composé individuel disposant d'une CLI (concentration limite d'intérêt) identifié individuellement ([composés individuels]<sub>i</sub>)
  - à 28 jours,  $\Sigma[\text{composés individuels}]_i / CLI_i \leq 1$

Une CLI est considérée comme une concentration limite et a pour objectif de prévenir la survenue d'effets sanitaires lors d'une exposition à long terme à des émissions de matériaux de construction et de décoration.

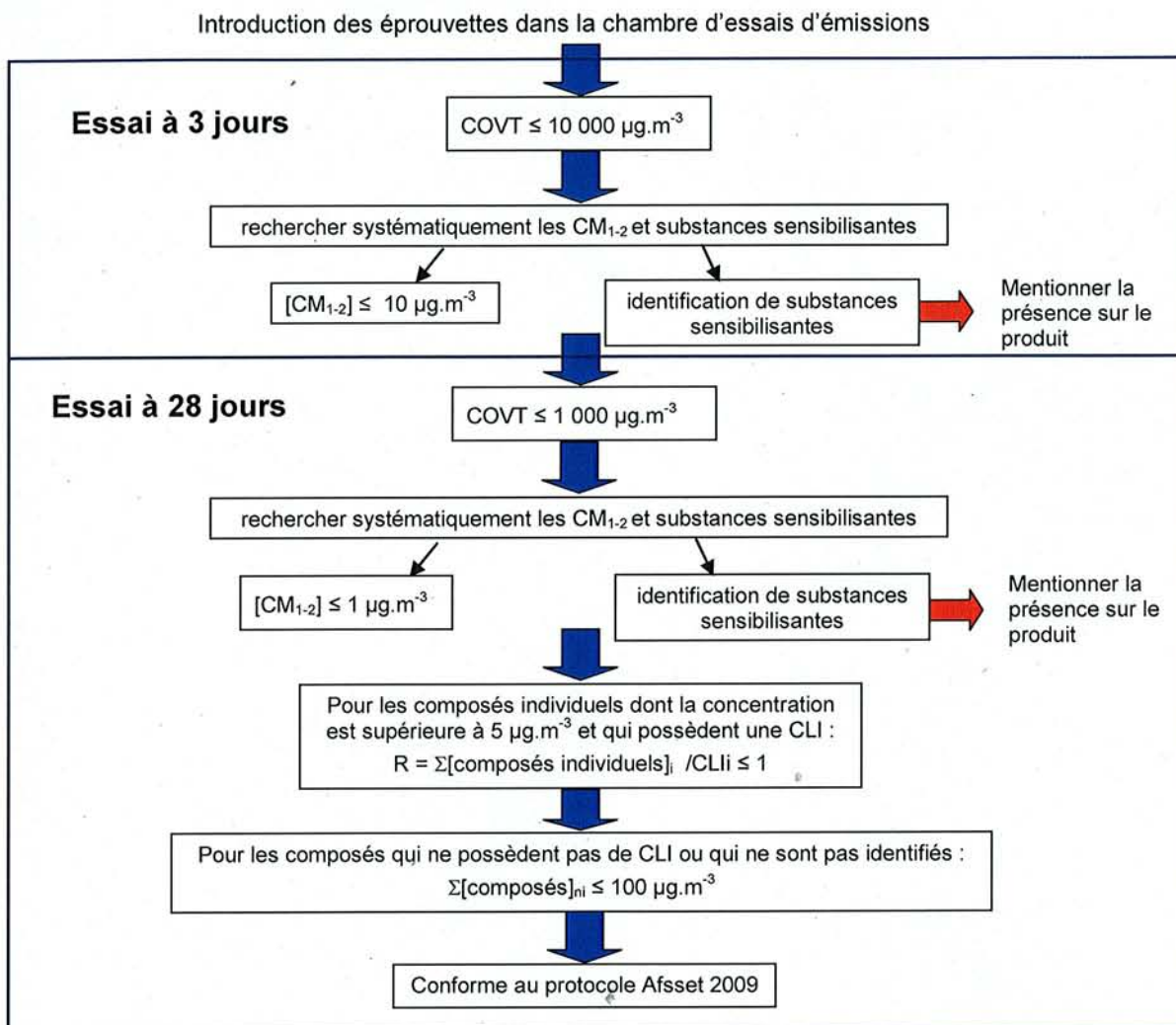
**165 composés** pouvant être émis par les matériaux de construction et produits de décoration disposent d'une CLI établie sur la base des connaissances disponibles pour chaque substance.

- o la somme des concentrations de composés non identifiés ou ne disposant pas de CLI ([composé]<sub>ni</sub>)
  - à 28 jours,  $\Sigma[\text{composés}]_{ni} \leq 100\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

<sup>3</sup> Arrêté du 30 avril 2009 relatif aux conditions de mise sur le marché des produits de construction et de décoration contenant des substances cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques de catégorie 1 ou 2.

## Schéma de principe du protocole Afsset 2009 :

*Si au moins l'un de ces critères n'est pas respecté, le produit est considéré non conforme aux exigences du protocole*



Il est à noter que 4 substances, le glutaraldéhyde, le tributyl phosphate, le triéthyl phosphate, le 5-chloro-2-méthyl-2H-isothiazol-3-one ont des CLI inférieures à  $5 \mu\text{g.m}^{-3}$ . Pour ces substances, une concentration d'exposition calculée inférieure à  $5 \mu\text{g.m}^{-3}$  doit être néanmoins comparée à leur CLI.

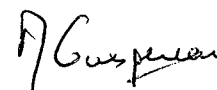
## Avis et recommandations de l'Afsset

- L'Afsset souligne l'importance de mesurer les émissions issues des matériaux de construction et produits de décoration et de réduire les émissions de polluants à leur source.
- L'Afsset préconise de prendre en compte les concentrations limites du protocole Afsset 2009 pour l'étiquetage obligatoire des matériaux de construction et de décoration prévu par les conclusions du Grenelle de l'environnement. Cette mesure complète le dispositif réglementaire interdisant les substances classées cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques de catégorie 1 ou 2 dans ces produits.
- Sans attendre la mise en place de la réglementation, l'Afsset encourage l'application du protocole 2009 sur la base d'un système de labellisation à développer sur une démarche volontaire des industriels et fabricants afin d'apporter des informations au public sur ces produits et de promouvoir les produits considérés « faiblement émissifs ».
- Au-delà des matériaux de construction et produits de décoration, d'autres éléments de l'environnement intérieur sont potentiellement des sources d'émission de composés organiques volatils. L'Afsset encourage le développement de méthodes de mesures et de scénarios d'utilisation adaptés pour ces autres sources, par exemple les produits d'ameublement et de consommation courante (produits de nettoyage, désodorisants, etc.). Ces avancées répondraient en particulier aux objectifs du PNSE 2 publié en juillet 2009 qui propose des actions sur la qualité de l'air intérieur et prévoit notamment des mesures destinées à mieux connaître et limiter les sources de pollution à l'intérieur des bâtiments (action 7).

Enfin, l'Afsset note,

- qu'en l'absence de test expérimental validé, seuls deux composés sont actuellement identifiés par la réglementation européenne comme sensibilisant respiratoire sur la base de données humaines. Des travaux de recherche sont à poursuivre en vue de développer des tests expérimentaux permettant d'identifier les substances sensibilisantes respiratoires.
- qu'en raison de la faible concentration limite d'intérêt et du caractère sensibilisant respiratoire du glutaraldéhyde, des travaux permettant de mieux caractériser la toxicité et l'exposition à cette substance dans l'environnement intérieur doivent être conduits.

**Le Directeur général**



Martin GUESPEREAU

## Annexe : Liste des concentrations limites d'intérêt (CLI) - protocole Afsset 2009

Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	CMR	FS	CLI française ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )
<b>1. Hydrocarbures Aromatique Monocyclique</b>						
Toluène	108-88-3	VG INDEX 2005	300	R3	1	300
Ethylbenzène	100-41-4	VTR RIVM	770		1	750
xylènes - mélange des isomères o-, m- and p-xylène	1330-20-7 106-42-3 108-38-3 95-47-6	VG INDEX 2005 - CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés	200		1	200
Isopropyl benzène (cumène)	98-82-8	VTR IRIS US EPA	400		1	400
n-Propyl benzène	103-65-1	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	200
1-propenyl benzène ( $\beta$ -methyl styrène)	637-50-3	VME France du (a-methylstyrène 98-83-9) (substance analogue AgBB)	123 000		100	1 200
1,3,5-Triméthylbenzène	108-67-8	VME France	100 000		100	1 000
1,2,4-Triméthylbenzène	95-63-6	VME France	100 000		100	1 000
1,2,3-Triméthylbenzène	526-73-8	VME France	100 000		100	1 000
2-Ethyltoluène	611-14-3	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	200
cymène - mélange des isomères o-, m- and p-cymène	25155-15-1 527-84-4 535-77-3 99-87-6	OEL Belgique du p-cymène	100 000		100	1 000
1,2,4,5-Tétraméthylbenzène	95-93-2	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	200
n-Butyl benzène	104-51-8	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	200
1,3-Diisopropylbenzène	99-62-7	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	200
1,4-Diisopropylbenzène	100-18-5	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	200
Phenyl octane et isomères	2189-60-8	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	200
1-Phenyl decane et isomères	104-72-3	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	200



Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	CMR	FS	CLI française ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )
1-Phenyl undecane et isomères	6742-54-7	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	200
4-Phenyl cyclohexène (4-PCH)	31017-40-0 4994-16-5	VG INDEX 2005 du styrène (substance analogue AgBB)	250		1	250
Styrène	100-42-5	VG INDEX 2005	250		1	250
Phenyl acétylène	536-74-3	VG INDEX 2005 du styrène (substance analogue AgBB)	250		1	250
2-Phenyl propène (a-Methylstyrène)	98-83-9	VME France	123 000		100	1 200
Vinyl toluène - mélange d'isomères o-, m- and p-Methylstyrène	25013-15-4 611-15-4 100-80-1 622-97-9	VME France	240 000		100	2 400
Naphtalène	91-20-3	VG Afsset	10	C3	1	10
Indène	95-13-6	VME France	45 000		100	450
1-Méthyl-2-propylbenzène	1074-17-5	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue ECA)	200		1	200
1-Méthyl-3-propylbenzène	1074-43-7	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue ECA)	200		1	200
décahydronaphtalène	91-17-8	OEL Pologne	100 000		100	1 000
<b>2. Hydrocarbures aliphatiques et cycliques</b>						
n-Hexane	110-54-3	VTR IRIS US EPA	700	R3	1	700
Cyclohexane	110-82-7	VTR IRIS US EPA	6 000		1	6 000
Méthylcyclohexane	108-87-2	MAK Allemagne	810 000		100	8 100
hydrocarbures aliphatiques en C6-C8		VME France	1 000 000			10 000
hydrocarbures en C9- C16		MAK Allemagne	600 000			6 000
<b>3. Terpènes</b>						
3-Carène	13466-78-9	OEL Suède	150000		100	1500
$\alpha$ -Pinène	80-56-8	VG INDEX 2005	450		1	450
$\beta$ -Pinène	127-91-3	OEL Danemark	140000		100	1400
Limonène	138-86-3	VG INDEX 2005	450		1	450
Autres terpènes		OEL Danemark	140000		100	1400
<b>4. Alcools</b>						
2-Méthyl-2-propanol (Tert-Butanol)	75-65-0	MAK Allemagne	62 000		100	600
2-Méthyl-1-propanol	78-83-1	VME France	150 000		100	1 500
1-Butanol	71-36-3	OEL USA (PEL OSHA)	300 000		100	3 000
pentanol (tous les isomères)	71-41-0 30899-19-5 94624-12-1 6032-29-7 548-02-1 137-32-6 123-51-3 598-75-4 75-85-4 75-84-3	MAK Allemagne	73 000		100	700

Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine (µg.m <sup>-3</sup> )	CMR	FS	CLI française (µg.m <sup>-3</sup> )
1-Hexanol	111-27-3	MAK-AGS Allemagne	210 000		100	2 100
Cyclohexanol	108-93-0	VME France	200 000		100	2 000
2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	MAK Allemagne	110 000		100	1 100
1-Octanol	111-87-5	MAK-AGS Allemagne	106 000		100	1 100
4-Hydroxy-4-méthyl-pentane-2-one	123-42-2	MAK Allemagne	96 000		100	950
<b>5. Alcools aromatiques</b>						
Phénol	108-95-2	VTR RIVM	20	M3	1	20
2,6-di-tert-butyl-4-méthyl phénol (BHT)	128-37-0	VME France	10 000		100	100
Alcool benzylique	100-51-6	OEL USA (TWA WEEL AIHA)	44 000		100	450
<b>6. Glycols, éthers de glycol, esters de glycol</b>						
Propylène glycol	57-55-6	OEL USA (TWA WEEL AIHA)	10 000		100	100
Ethylène glycol	107-21-1	VTR OEHHHA	400		1	400
Ethylène glycol monobutyl éther (2-butoxyéthanol)	111-76-2	VTR ATSDR	982		1	1000
Diéthylène glycol	111-46-6	MAK Allemagne	44 000		100	450
Diéthylène glycol monobutyl éther	112-34-5	OEL Europe	67 500		100	650
2-Phenoxyéthanol	122-99-6	MAK Allemagne	110 000		100	1 100
Ethylène carbonate	96-49-1	VTR OEHHHA de l'éthylène glycol (107-21-1) (substance analogue AgBB)	400		1	400
Propylène glycol monométhyl éther (1-Méthoxy-2-propanol)	107-98-2	VTR IRIS US EPA	2 000		1	2 000
2,2,4-Triméthyl-1,3-pentanediol monoisobutyrate (Texanol)	25265-77-4	jugement d'expert AgBB	600		1	600
Butyl glycolate	7397-62-8	OEL Danemark	135 000		100	1 300
Diéthylène glycol monométhyl éther acétate (2-(2-butoxyéthoxy) éthyl acétate)	124-17-4	MAK Allemagne	85 000		100	850
Dipropylène glycol monométhyl éther	34590-94-8	OEL Europe	308 000		100	3 100
Ethylène glycol monométhyl éther (2-méthoxyéthanol)	109-86-4	VTR IRIS US EPA	20	R2	1	20
Ethylène glycol monoéthyl éther (2-éthoxyéthanol)	110-80-5	VTR OEHHHA	70	R2	1	70
Ethylène glycol monoisopropyléther (2-propoxyéthanol)	2807-30-9	MAK Allemagne	86 000		100	850
Ethylène glycol isopropyléther (2-méthyléthoxyéthanol)	109-59-1	MAK Allemagne	22 000		100	200
Ethylène glycol n-hexyl éther (2-hexoxyéthanol)	112-25-4	VTR ATSDR de l'éthylène glycol monobutyl éther (111-76-2) (substance analogue AgBB)	982		1	1000
Diméthoxyéthane	110-71-4	VTR US EPA du 2-méthoxyéthanol (109-86-4) (substance analogue AgBB)	20	R2	1	20
1,2-Diéthoxyéthane	73506-93-1	VTR OEHHHA du 2-éthoxyéthanol (110-80-5) (substance analogue AgBB)	70		1	70

Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	CMR	FS	CLI française ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )
2-Méthoxyéthylacétate	110-49-6	VTR OEHHA	90	R2	1	90
2-Ethoxyéthylacétate	111-15-9	VTR OEHHA	300	R2	1	300
2-Butoxyéthylacétate	112-07-2	VME France	13 300		100	150
Diéthylène glycol n-hexyl éther (2-(2-hexoxyéthoxy)-éthanol)	112-59-4	OEL europe du diéthylène glycol monobutyl éther (112-34-5) (substance analogue AgBB)	67 500		100	650
Diéthylène glycol diméthyl éther (1-méthoxy-2-(2-méthoxy-éthoxy))	111-96-6	MAK Allemagne	28 000	R2	1000	30
1- Propylène glycol 2-méthyl éther (2-méthoxy-1-propanol)	1589-47-5	MAK Allemagne	19 000	R2	1000	20
1-Propylène glycol 2-méthyl éther acétate (2-méthoxy-1-propyl-acétate)	70657-70-4	MAK Allemagne	28 000	R2	1000	30
1,2-Propylène glycol di-acétate	623-84-7	OEL Danemark	655 000		100	6 500
Dipropylène glycol	110-98-5 25265-71-8	MAK Allemagne	67 000		100	650
Dipropylène glycol monométhyl éther acétate	88917-22-0	OEL Europe du dipropylène glycol monométhyl éther (34590-94-8) (substance analogue AgBB)	308 000		100	3 100
Dipropylène glycol mono-n-propyl éther	29911-27-1	OEL Europe diéthylène glycol monobutyl éther (112-34-5) (substance analogue AgBB)	67 500		100	650
Dipropylène glycol mono-butyl éther (isomère n et t)	29911-28-2 132739-31-3 35884-42-5	OEL Europe diéthylène glycol monobutyl éther (112-34-5) (substance analogue AgBB)	67 500		100	650
1,4-Butylène glycol	110-63-4	MAK-AGS Allemagne	200 000		100	2 000
Tripropylène glycol monométhyl éther	20324-33-8 25498-49-1	jugement d'expert AgBB	1 000		1	1 000
Triéthylène glycol diméthyl éther	112-49-2	VTR US EPA de l'éthylène glycol monométhyl éther (109-86-4) (substance analogue AgBB)	20	R2	1	20
1,2-Propylène glycol diméthyl éther	7777-85-0	VME du 2-méthoxy-1-propanol (1589-47-5) (substance analogue AgBB)	20		1	20
2,2,4-triméthyl-1,3-pentanediol diisobutyrate (TXIB)	6846-50-0	jugement d'expert AgBB				450
Diéthylène glycol monoéthyl éther (2 - (2 - ethoxyéthoxy) éthanol)	111-90-0	MAK-AGS Allemagne	35000		100	350
Dipropylene glycol dimethyl ether	63019-84-1 89399-28-0 111109-77-4	jugement d'expert AgBB				1300
<b>7. Aldéhydes</b>						
Butyraldéhyde (butanal)	123-72-8	MAK Allemagne NF 16000-3	64000		100	650
Valéraldéhyde (pentanal)	110-62-3	VME France	175 000		100	1 700
Hexaldéhyde (hexanal)	66-25-1	MAK Allemagne Butanal (123-72-8) (substance analogue AgBB)	64 000		100	650

Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	CMR	FS	CLI française ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )
Heptaldéhyde (heptanal)	111-71-7	MAK Allemagne Butanal (123-72-8) (substance analogue AgBB)	64 000		100	650
2-Ethyl-1-hexanal	123-05-7	MAK Allemagne Butanal (123-72-8) (substance analogue AgBB)	64 000		100	650
Octyl aldéhyde (octanal)	124-13-0	MAK Allemagne Butanal (123-72-8) (substance analogue AgBB)	64 000		100	650
Nonyl aldéhyde (nonanal)	124-19-6	MAK Allemagne Butanal (123-72-8) (substance analogue AgBB)	64 000		100	650
Decyl aldéhyde (decanal)	112-31-2	MAK Allemagne Butanal (123-72-8) (substance analogue AgBB)	64 000		100	650
Crotonaldéhyde (2-Butenal)	4170-30-3 123-73-9 15798-64-8	VME France mesure conforme à la norme NF ISO 16000-3	6 000	M3	1000	6
2-Pentenal	1576-87-0 764-39-6 31424-04-1	VME France du 2-butenal (123-73-9) (substance analogue AgBB)	6 000		1000	6
2-Hexenal	6728-26-3 16635-54-4 505-57-7 1335-39-3	CLI du 2-pentenal (1576-87-0) (substance analogue AgBB)	6 000		1000	6
2-Heptenal	2463-63-0 29381-66-6 18829-55-5	CLI du 2-pentenal (1576-87-0) (substance analogue AgBB)	6 000		1000	6
2-Octenal	2363-89-5 25447-69-2 20664-46-4 2548-87-0	CLI du 2-pentenal (1576-87-0) (substance analogue AgBB)	6 000		1000	6
2-Nonenal	2463-53-8 30551-15-6 18829-56-6 60784-31-8	CLI du 2-pentenal (1576-87-0) (substance analogue AgBB)	6 000		1000	6
2-Decenal	2497-25-8 3913-71-1 3913-81-3 2497-25-8	CLI du 2-pentenal (1576-87-0) (substance analogue AgBB)	6 000		1000	6
2-Undecenal	2463-77-6 53448-07-0	CLI du 2-pentenal (1576-87-0) (substance analogue AgBB)	6 000		1000	6
Furfuraldéhyde (furfural)	98-01-1	OEL ACGIH	8 000	C3	1000	8
Glutaraldéhyde	111-30-8	VTR OEHA substance sensibilisante respiratoire mesure conforme à la norme NF ISO 16000-3	0,08		1	0,08 pas de traces mesurées avec l'outil analytique
Benzaldéhyde	100-52-7	OEL USA (TWA WEEL AIHA)	8 850		100	90
Formaldéhyde (méthanal)	50-00-0	VGAI Afsset COTV mesure conforme à la norme NF 16000-3	10	C3	1	10
Acétaldéhyde (éthanal)	75-07-0	VG INDEX 2005 COTV mesure conforme à la norme NF 16000-3	200	C3	1	200

Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	CMR	FS	CLI française ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )
Propionaldéhyde (propanal)	123-38-6	VTR US EPA COTV mesure conforme à la norme NF 16000-3	8		1	8
<b>8. Cétones</b>						
2-Butanone (Méthyléthylcétone)	78-93-3	VTR IRIS US EPA	5 000		1	5 000
3-Méthyl-2-butanone	563-80-4	VME France	705 000		100	7 000
4-Méthyl-2-pentanone (Méthylisobutylcétone)	108-10-1	VTR IRIS US EPA	3 000		1	3 000
Cyclopentanone	120-92-3	OEL Danemark	90 000		100	900
Cyclohexanone	108-94-1	VME France	40 800		100	410
2-Méthylcyclopentanone	1120-72-5	OEL Danemark du cyclopentanone (120-92-3) (substance analogue AgBB)	90 000		100	900
2-Méthylcyclohexanone	583-60-8	VME France	230 000		100	2 300
Acétophénone	98-86-2	OEL USA (TLV ACGIH)	49 000		100	500
1-Hydroxyacétone (1-Hydroxy-2-propanone)	116-09-6	VTR OEHHA éthylène glycol (107-21-1) (substance analogue AgBB)	400		1	400
<b>9. Acides</b>						
Acide acétique	64-19-7	OEL europe	25 000		100	250
Acide propionique	79-09-4	VME France	31 000		100	300
Acide isobutyrique	79-31-2	VME France de l'acide propionique (79-09-4) (substance analogue AgBB)	31 000		100	300
Acide butyrique	107-92-6	VME France de l'acide propionique (79-09-4) (substance analogue AgBB)	31 000		100	300
Acide 2,2-diméthylpropanoïque (acide pivalique)	75-98-9	VME France de l'acide propionique (79-09-4) (substance analogue AgBB)	31 000		100	300
Acide pentanoïque (acide n-valérique)	109-52-4	VME France de l'acide propionique (79-09-4) (substance analogue AgBB)	31 000		100	300
Acide hexanoïque	142-62-1	VME France de l'acide propionique (79-09-4) (substance analogue AgBB)	31 000		100	300
Acide heptanoïque	111-14-8	VME France de l'acide propionique (79-09-4) (substance analogue AgBB)	31 000		100	300
Acide octanoïque	124-07-2	VME France de l'acide propionique (79-09-4) (substance analogue AgBB)	31 000		100	300
Acide 2-éthylhexanoïque	149-57-5	OEL USA (TWA ACGIH)	5 000	R3	1000	5 pas de traces mesurées avec l'outil analytique
<b>10. Esters et lactones</b>						
Isopropylacétate	108-21-4	MAK-AGS Allemagne	420 000		100	4 200
Acétate propylique	109-60-4	MAK Allemagne	420 000		100	4 200
2-Méthoxy-1-Méthyléthylacétate	108-65-6	MAK Allemagne	270 000		100	2 700
Formiate de n-butyle	592-84-7	MAK Allemagne du formiate de méthyle (107-31-3) (substance analogue AgBB)	120 000		100	1 200
Méthacrylate de méthyle	80-62-6	VTR Health Canada	52		1	50

Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	CMR	FS	CLI française ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )
Autres méthacrylates		VTR Health Canada du Méthacrylate de méthyle (80-62-6) (substance analogue AgBB)	52		1	50
Acétate d'isobutyle	110-19-0	MAK Allemagne	480 000		100	4 800
Acétate de butyle	123-86-4	MAK Allemagne	480 000		100	4 800
Acétate de 2-éthylhexyle	103-09-3	MAK Allemagne 2 éthyl 1 hexanol (104-76-7) (substance analogue AgBB)	110 000		100	1100
Acrylate de méthyle	96-33-3	MAK Allemagne	18 000		100	200
Acrylate d'éthyle	140-88-5	VME France	20 000		100	200
Acrylate de n-butyle	141-32-2	VME France	11 000		100	100
Acrylate de 2-éthylhexyle	103-11-7	MAK Allemagne	38 000		100	400
Autres acrylates		VME France acrylate de n-butyl (141-32-2) (substance analogue AgBB)	11 000		100	100
Adipate de diméthyle	627-93-0	jugement d'expert AgBB*	50		1	50
Fumarate de dibutyle	105-75-9	jugement d'expert AgBB*			1	
Succinate de diméthyle	106-65-0	jugement d'expert AgBB*	50		1	50
Glutarate de diméthyle	1119-40-0	jugement d'expert AgBB*	50		1	50
Diacrylate d'hexanediol	13048-33-4	OEL USA (TWA WEEL AIHA)	1 000		100	10
Butyrolactone	96-48-0	OEL Danemark	176 000		100	1 800
Formiate de méthyle	107-31-3	MAK Allemagne	120 000		100	1 200
Acétate de linalyle	115-95-7	MAK Allemagne vinylacétate (108-05-4) (substance analogue ECA)	18000		100	200
<b>11. Hydrocarbures halogénés</b>						
Tétrachloroéthylène	127-18-4	AQG OMS	250	C3	1	250
Tétrachlorométhane (tétrachlorure de carbone)	56-23-5	VTR Afsset	36	C3	1	35
1,4-Dichlorobenzène	106-46-7	VTR ATSDR	60	C3	1	60
<b>12. Autres familles chimiques</b>						
1,4-Dioxane	123-91-1	VTR OEHHA	3 000	C3	1	3 000
Caprolactame	105-60-2	OEL Danemark	10 000		100	100
N-Methyl-2-Pyrrolidone	872-50-4	MAK Allemagne	82 000		100	800
Octaméthylcyclotetra siloxane	556-67-2	jugement d'expert AgBB		R3	1	1 200
Hexaméthylènetétramine	100-97-0	OEL Suède substance sensibilisante respiratoire  difficulté analytique avec NF ISO 16000-6	3 000		100	30
2-Butanonoxime	96-29-7	OEL Danemark	89 000	C3	1000	90
Tributyl phosphate	126-73-8	VME France mesure conforme à la norme NF ISO 16000-6	2 500	C3	1000	2 pas de traces mesurées avec l'outil analytique
Triethyl phosphate	78-40-0	VME France tributylphosphate (126-73-8) (substance analogue AgBB)	2500		1000	2 pas de traces mesurées avec l'outil analytique

Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	CMR	FS	CLI française ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )
5-Chloro-2-methyl-2H-isothiazol-3-one (CIT)	26172-55-4	jugement d'expert AgBB				1 pas de traces mesurées avec l'outil analytique
2-Methyl-2H-isothiazol-3-one (MIT)	2682-20-4	jugement d'expert AgBB				100
N,N - diéthyléthanamine	121-44-8	VTR US EPA	7		1	7

---

**Procédure de qualification des émissions de composés organiques volatils par les matériaux de construction et produits de décoration**

---

Saisine n°2004/11

**RAPPORT  
d'expertise collective**

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

Groupe de travail « Composés organiques volatils »

Septembre 2009



## Mots clés

---

COV (Composés organiques volatils), composés carbonylés, formaldéhyde, produits construction, matériaux construction, produits décoration, procédure de qualification, protocole, valeur limite, émission, chambre d'essai, CMR (cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques)

## Présentation des intervenants

### GROUPE DE TRAVAIL

---

#### Président

M. François MAUPETIT – Responsable du pôle Ingénierie des risques sanitaires (Département Energie, Santé, Environnement– CSTB) - caractérisation des émissions de COV par les produits de construction

#### Membres

M. Bruno COURTOIS – Ingénieur Chimiste au Département Expertise et Conseil Technique (INRS), exposition professionnelle

M. Henri HOELLINGER – Directeur de recherche (Inserm, en retraite) – toxicologue

Mme Séverine KIRCHNER – Responsable du pôle Expologie des environnements intérieurs (Département Energie, Santé, Environnement – CSTB) Coordinatrice de l'OQAI – exposition à la pollution de l'air intérieur, caractérisation des émissions de COV par les produits de construction

Mme Corinne MANDIN – Ingénieur spécialisée en évaluation des risques sanitaires (INERIS)

M. Jean-Paul MORIN – Chargé de recherche (INSERM) – Spécialités : métrologie et toxicologie des aérosols complexes atmosphériques et de combustion ; dépollution automobile.

Mme Anne-Elisabeth PEEL – Conseiller risques sanitaires (DGA), compétences en atmosphère confinée

M. Christophe YRIEIX – Responsable technique du laboratoire de chimie-écotoxicologie (FCBA) – caractérisation des émissions de COV par les produits de construction et d'ameublement.

### ADOPTION DU RAPPORT PAR LE COMITE D'EXPERTS SPECIALISES

---

Ce rapport a été soumis pour commentaires au CES :

- Evaluation des risques liés aux milieux aériens – 5 mai et 30 juin 2009

#### Président

M. Christian ELICHEGARAY – Chef du département « Surveillance de la qualité de l'air » (ADEME) – Spécialités : physico-chimie de l'atmosphère, surveillance de la qualité de l'air.

#### Membres

M. René ALARY – Retraité, ex responsable du département Air (Laboratoire central de la préfecture de police) – Spécialités : pollution et chimie atmosphérique, métrologie.

Mme Isabella ANNESI MAESANO – Responsable de l'équipe « Epidémiologie des maladies allergiques et respiratoires » (Faculté de médecine St-Antoine) – Spécialités : épidémiologie respiratoire.

Mme Armelle BAEZA – maître de conférence, HDR (Université Paris Diderot, Paris 7) – Spécialité : toxicologie.

M. Olivier BLANCHARD – Ingénieur de recherche (INERIS) – Spécialités : évaluation des risques sanitaires, pollution atmosphérique.

Mme Nathalie BONVALLOT – Enseignant-chercheur (EHESP) – Spécialités : toxicologie,, évaluation des risques sanitaires

Mme Christine BUGAJNY – Responsable du groupe Air (CETE-Nord-Picardie) – Spécialités : métrologie, méthodes analytiques des polluants atmosphériques.

M. Pierre-André CABANNES – Médecin adjoint au service médical (EDF) – Spécialités : santé publique, évaluation des risques sanitaires.

M. Dave CAMPAGNA – Responsable de la mise en place d'une surveillance épidémiologique au sein des agents de la RATP – Spécialités : épidémiologie.

M. Christophe DECLERCQ – Coordonnateur du Programme de surveillance Air et Santé (département santé et environnement, InVS, Saint-Maurice) – Spécialité : médecine (santé publique et travail), épidémiologie, évaluation des risques

Mme Véronique DELMAS – Directrice de l'AASQA de Normandie (Air Normand) – Spécialités : surveillance de la qualité de l'air ambiant.

Mme Véronique EZRATTY – Médecin évaluateur de risques (EDF) – Spécialités : santé publique, évaluation des risques.

M. Philippe GLORENNEC – Enseignant chercheur (EHESP) – Spécialités : épidémiologie, évaluation des risques sanitaires.

M. Horacio HERRERA – hygiéniste du travail, chef du département expertise métrologie (Institut universitaire romand de santé au travail, Lausanne - Suisse) – Spécialités : hygiène du travail, métrologie, chimie analytique.

Mme Séverine KIRCHNER – Responsable du pôle Expologie des environnements intérieurs (CSTB) Coordinatrice de l'OQAI – Spécialités : chimie et pollution de l'atmosphère, air intérieur.

M. Philippe LAMELOISE – Directeur de l'AASQA d'Ile de France (AIRPARIF) – Spécialités : surveillance de la qualité de l'air ambiant, chimie de l'atmosphère.

Mme Agnès LEFRANC – Adjointe au responsable du département santé-environnement (InVS) – Spécialités : épidémiologie, évaluation d'impact sanitaire.

M. Maurice MILLET – Maître de conférences des universités (Centre de Géochimie de la surface, Université Louis Pasteur) – Spécialités : physique-chimie, pesticides dans l'air.

M. Alain MORCHEOINE – Directeur Air et Transport (ADEME) – Spécialités : pollution atmosphérique, émissions dans l'air.

M. Yannick MOREL – Chef du département détection biologique (Centre d'études du Bouchet) – Spécialités : toxicologie moléculaire.

M. Jean-Paul MORIN – Chargé de recherche (INSERM) – Spécialités : métrologie et toxicologie des aérosols complexes atmosphériques et de combustion.

M. Christophe PARIS – Médecin professeur des universités et praticien hospitalier (CHU de Nancy) – Spécialités : épidémiologie, pathologie professionnelles.

M. Vincent-Henry PEUCH – Chercheur en modélisation numérique de la composition chimique de l'atmosphère (Centre National de Recherches Météorologiques) – Spécialités : modélisation atmosphérique.

M. Charles POINSOT – Directeur (Atmo Nord-Pas-de-Calais) – Spécialités : surveillance de la qualité de l'air ambiant.

Mme Martine RAMEL – Responsable du programme LCSQA (INERIS) – Spécialités : qualité de l'air ambiant, polluants de l'air.

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

M. Jean-Marc THIBAUDIER – Médecin du travail (MSA des alpes du Nord, Grenoble) – Spécialités : médecine du travail, produits chimiques, produits phytosanitaires et biocides, expositions en milieu agricole.

M. Jacques VENDEL – Chef de laboratoire (IRSN) – Spécialités : métrologie, physico-chimie des aérosols.

Le rapport a été approuvé par les membres du groupe de travail. Après prise en compte des commentaires, il a été adopté par le CES « évaluation des risques liés aux milieux aériens » le 30 juin 2009.

---

## **PARTICIPATION AFSSET**

### **Coordination scientifique**

M. Pierre LECOQ – Chef de projet scientifique – Afsset

Mme Marion KEIRSBULCK – Chargée de projet scientifique – Afsset

Mme Valérie PERNELET-JOLY – Chef d'unité – Afsset

M. Christophe ROUSSELLE – Chef d'unité – Afsset

### **Contribution scientifique**

Melle Emel BELKEBIR – Chargée de projet scientifique – Afsset

### **Secrétariat administratif**

Mme Véronique QUESNEL – Afsset

## SOMMAIRE

Présentation des intervenants.....	3
Expertise collective : synthèse et conclusions .....	8
Abréviations .....	13
Liste des tableaux.....	15
Liste des figures .....	15
<b>1 Contexte, objet et modalités de traitement de la saisine.....</b>	<b>16</b>
1.1 Contexte.....	16
1.2 Objet de la saisine.....	18
1.3 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation .....	18
<b>2 Méthodologie de qualification des émissions de composés organiques volatils par les matériaux de construction et produits de décoration .....</b>	<b>20</b>
2.1 Définition.....	20
2.1.1 Définition des composés considérés .....	20
2.1.2 Définition des matériaux de construction et produits de décoration.....	21
2.2 Principe général .....	21
2.2.1 Mesure des facteurs d'émission spécifiques .....	22
2.2.2 Calcul des concentrations d'exposition.....	23
2.2.3 Comparaison des concentrations d'exposition à des concentrations limites .....	23
2.3 Réglementation et labellisation .....	23
2.3.1 Réglementation.....	23
2.3.2 Labellisation .....	25
2.3.3 Description détaillée des protocoles ECA et AgBB .....	27
<b>3 Protocole Afsset 2009 : application aux produits de construction et de décoration .....</b>	<b>30</b>
3.1 Généralités sur le protocole Afsset - 2009 .....	30
3.1.1 Choix des composés évalués .....	30
3.1.2 Choix des temps de prélèvements .....	30
3.1.3 Prise en compte des substances classées CMR et des substances sensibilisantes par inhalation ....	32
3.1.3.1 Substances cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction (CMR) .....	32
3.1.3.2 Substances sensibilisantes par inhalation.....	33
3.1.4 Test d'odeur .....	34
3.2 Description du protocole Afsset 2009.....	34
3.2.1 Mesure des facteurs d'émission spécifiques .....	36
3.2.1.1 Préparation des éprouvettes d'essai pour des produits solides et liquides .....	36
3.2.1.2 Conditionnement des éprouvettes d'essai.....	36
3.2.1.3 Prélèvements et analyses des COV.....	36
3.2.1.4 Prélèvements et analyses du formaldéhyde et des autres composés carbonylés .....	37

3.2.1.5	Calcul des facteurs d'émission spécifiques .....	38
3.2.2	Calcul des concentrations d'exposition.....	38
3.2.3	Comparaison des concentrations d'exposition calculées à des concentrations limites .....	39
3.2.3.1	Composés organiques volatils totaux COVT .....	39
3.2.3.2	Substances cancérogènes et mutagènes .....	39
3.2.3.3	Composés individuels .....	40
3.2.3.4	Composés non évaluables .....	44
<b>4</b>	<b>Conclusions.....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>Bibliographie .....</b>	<b>47</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>50</b>
Annexe 1	: Lettre de saisine .....	51
Annexe 2	: Typologie des valeurs de référence.....	53
Annexe 3	: Liste des CLI (protocole Afsset 2009).....	56
Annexe 4	: Composés organiques très volatils (COTV) et semi-volatils (COSV) et les concentrations limites d'intérêt associées.....	64
Annexe 5	: Synthèse des déclarations publiques d'intérêts des experts par rapport au champ de la saisine .....	65

## Expertise collective : synthèse et conclusions



### EXPERTISE COLLECTIVE : SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS

Relatives à une procédure de qualification des matériaux de construction et de décoration

Saisine Afsset n°2004/011

Ce document synthétise les travaux du groupe de travail « Composés organiques volatils » et présente les éventuels compléments du Comité d'Experts Spécialisés.

#### Présentation de la question posée

L'Afsset a été saisie le 28 avril 2004 par les ministères chargés de la santé et de l'écologie afin de :

- se prononcer sur la pertinence scientifique et les conditions de faisabilité de la procédure d'évaluation des risques liés aux émissions de composés organiques volatils (COV) décrite en annexe II de l'avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) du 5 mars 2002 en indiquant les modifications éventuellement nécessaires ;
- proposer un système de classification basé sur l'évaluation des risques liés aux émissions de COV ;
- valider la procédure proposée en l'appliquant pour 3 ou 4 produits ou matériaux à évaluer en priorité ;
- étudier la possibilité d'extension de cette procédure à d'autres sources de COV présentes dans les espaces clos (par exemple, équipements de ventilation-climatisation, ameublement, décoration, produits d'entretien, etc.) ;
- étudier la possibilité d'extension de cette procédure à d'autres familles de substances chimiques apportées dans l'environnement intérieur par les matériaux de construction susceptibles de concourir à une exposition des personnes également par contact et ingestion.

#### Contexte

Une première phase d'expertise a porté sur les trois premiers points de la saisine et a fait l'objet d'un rapport publié en décembre 2006 qui est disponible en ligne sur le site de l'agence. Pour cette phase, le groupe de travail a retenu une méthodologie basée sur les travaux européens les plus aboutis dans ce domaine concernant les composés organiques volatils (COV) au sens de la norme NF ISO 16000-6 et les composés carbonyles émis par les produits de construction solides : procédure élaborée par l'European Collaborative Action (ECA) en 1997 et par l'Ausschuss zur gesundheitlichen bewertung von bauprodukten (AgBB) dès 2000. Des essais ont été engagés auprès du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) et de l'Institut technologique forêt cellulose bois-construction et ameublement (FCBA, ex -CTBA) pour tester certains revêtements de sol et murs. Ces mesures expérimentales ont permis d'évaluer le potentiel discriminant de la procédure retenue. Ainsi, l'Afsset a proposé en octobre 2006 une procédure de qualification des produits de construction solides permettant d'identifier les produits à faibles émissions sur la base de leurs émissions de composés volatils.

En 2007, le Grenelle de l'environnement a décidé la mise en place d'un étiquetage obligatoire portant sur l'émission de polluants volatils et l'interdiction des CMR 1-2 dans ces produits. Ces propositions concernant les matériaux de construction et de décoration ont été intégrées dans

• Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail  
253 av. du Général Leclerc 94701 Maisons-Alfort Cedex  
Tél. 01.56.29.18.30 Fax 01.43.96.37.87 M@il afsset@afsset.fr  
[www.afsset.fr](http://www.afsset.fr)

Expertise collective : synthèse et conclusions

Saisine n° 2004/011

le projet de loi d'orientation et de programmation du Grenelle Environnement (article 35) et elles sont soutenues dans le PNSE 2.

Dans ce contexte, le groupe de travail a étudié la possibilité d'étendre la procédure initialement développée pour les matériaux de construction solides aux produits de construction liquides et aux produits de décoration.

### Organisation de l'expertise

L'Afsset a mis en place en 2004 un groupe de travail intitulé «COV et produits de construction» qui a été renforcé début 2008 par la participation de deux nouveaux experts. Le suivi d'Instruction des travaux d'expertise du groupe de travail a été confié au Comité d'Experts Spécialisés (CES) « Evaluation des risques liés aux milieux aériens ».

Depuis la publication du premier rapport d'expertise en décembre 2006, le groupe de travail s'est réuni onze fois entre mai 2007 et avril 2009.

Les travaux d'expertise du groupe de travail ont été soumis régulièrement au CES. Le rapport produit par le groupe de travail tient compte des observations et éléments complémentaires transmis par les membres du CES.

Ces travaux d'expertise sont ainsi issus d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires. Ils ont été réalisés dans le respect de la norme NF X 5C-110 « qualité en expertise » avec pour objectif de respecter les points suivants : compétence, indépendance, transparence, traçabilité.

### Description de la méthode

Une procédure de qualification des émissions de matériaux repose sur la réalisation d'essais normalisés dans des conditions conventionnelles reflétant l'usage prévu du produit. Le prélèvement des atmosphères et l'analyse des composés émis sont réalisés à différents pas de temps : 3 et 28 jours. Ces résultats d'essais permettent de calculer les concentrations d'exposition dans une pièce témoin à l'intérieur de laquelle le produit aurait été appliqué ou utilisé. Le principe de qualification des émissions des produits de construction consiste alors à comparer les concentrations ainsi déterminées à des concentrations limites préalablement définies et qui reposent pour partie sur des considérations sanitaires. Si ces critères sont respectés, les émissions du matériau testé sont considérées conformes aux exigences du protocole.

Pour étudier l'extension de cette procédure aux produits liquides de construction et de décoration, le groupe de travail a plus particulièrement cherché à traiter les questions présentées ci-dessous :

Question	Méthode
Quels sont les systèmes de labellisation pour les produits liquides de construction et de décoration, leurs avantages et inconvénients ?	Recensement et analyse des systèmes existants et audition de fédérations professionnelles
La réalisation de tests d'émission sur les produits liquides fait-elle l'objet de texte de référence ?	Recherche des travaux de normalisation internationaux, européens et français existants : <ul style="list-style-type: none"> <li>- préparation des éprouvettes d'essai</li> <li>- mesure d'émission</li> </ul>
Quels sont les profils d'émission en composés volatils pour les produits liquides de construction et de décoration ? Quels sont les polluants émis par ces produits ?	Réalisation d'essais d'émission et d'analyses.
Est-il possible de prendre en compte l'exposition à court terme ?	- Recensement des valeurs de référence disponibles pour des expositions aiguës - Analyse de leur applicabilité dans le cadre du protocole

2 / 5



Expertise collective : synthèse et conclusions

Saisine n° 2004/011

Parmi les polluants émis par les produits liquides de construction et de décoration, quels sont ceux qui sont plus particulièrement préoccupants par inhalation ?

Identification des substances sensibilisantes par inhalation et des substances cancérigènes, mutagènes de catégories 1 et 2, vérification du respect des CLI pour les autres polluants

Par ailleurs, une mise à jour des concentrations limites d'intérêt (CLI) a été réalisée en fonction de l'évolution des connaissances depuis 2006.

La méthodologie présentée dans le rapport 2006 a été mise à jour et étendue aux produits de construction liquides et de décoration. Concernant les produits liquides, la phase d'application initiale du produit n'est pas couverte par la procédure présentée. Le rapport 2009 annule et remplace celui de 2006.

## Résultats de l'expertise collective

Depuis les années 1990, des systèmes de labellisation pour les matériaux de construction, intégrant des exigences en terme de la qualité de l'air intérieur ont été développés dans certains pays européens : Classification M1 – Finlande ; Indoor Climate Label ICL – Danemark ; GUT, EMICODE, The Blue Angel – Allemagne. Ils sont basés principalement sur des limites d'émissions en composés volatils.

Des normes d'essai d'émission, d'analyse et de préparation des éprouvettes d'essai existent pour la mesure des émissions spécifiques d'un produit. Il s'agit en particulier de la série des normes ISO 16 000.

Des mesures expérimentales réalisées sur certains produits de construction et de décoration liquides (peintures, colles, vernis, lasures...) ont permis de compléter dans le rapport 2009 la liste des substances qui disposent d'une CLI.

Le groupe de travail a établi une liste de substances cancérigènes et mutagènes de catégories 1 et 2 et sensibilisantes par inhalation, classées par l'Union européenne, à rechercher systématiquement. Il est à noter qu'en l'absence de test validé, seuls deux composés sont actuellement identifiés par la réglementation européenne comme sensibilisant respiratoire. La présence de ces composés à l'émission (dès les essais à 3 jours) doit être mentionnée sur le produit pour informer les personnes ayant un terrain allergique ou qui se savent sensibilisées.

Pour 165 composés identifiés, une CLI a été proposée suivant l'arbre décisionnel établi par le groupe de travail sur la base des connaissances disponibles pour chaque substance.

Le protocole proposé par le groupe de travail pour la qualification des émissions des matériaux de construction et de décoration peut être décrit suivant trois étapes :

- Mesure des facteurs d'émission spécifiques ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ) d'un produit dans des conditions normalisées à 3 et 28 jours (normes ISO 16000-3, 6, 9, 10 et 11) ;
  - o Recherche à 3 jours du paramètre « composés organiques volatils totaux » (COVT), des substances cancérigènes et mutagènes - catégories 1 et 2 et sensibilisantes par inhalation au niveau européen (Directive 67/548/CEE<sup>1</sup>)
  - o Recherche à 28 jours du paramètre COVT, des substances cancérigènes, mutagènes (catégories 1 et 2 de l'Union Européenne) et sensibilisantes par inhalation et des composés individuels identifiés individuellement.
- Calcul des concentrations d'exposition en composés volatils dans une pièce de référence (définie conventionnellement en terme de dimensions et de conditions de ventilation) à l'intérieur de laquelle le produit testé aurait été mis en œuvre ;
- Comparaison des concentrations d'exposition en composés volatils (après 3 et 28 jours) avec des concentrations limites sur :

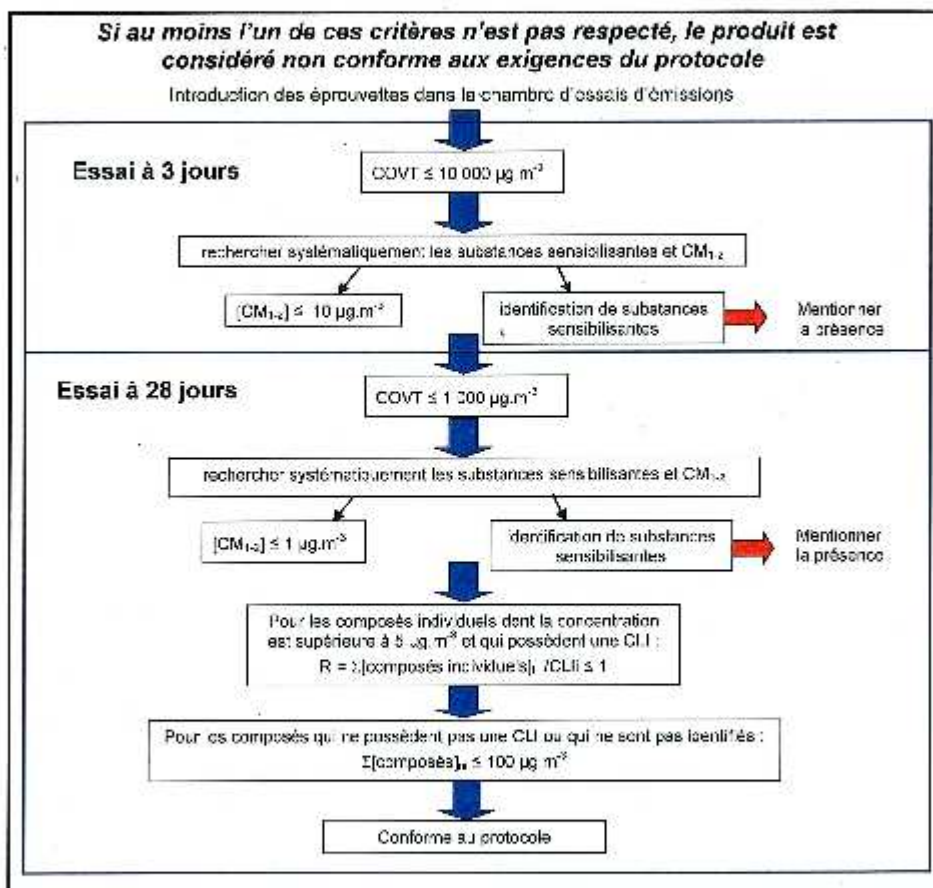
<sup>1</sup> Catégorie 1A et 1B pour les CMR avec l'application du règlement 1272/2008 « CLP »

Expertise collective : synthèse et conclusions

Saisine n° 2004/011

- la concentration en COVT (exprimée en équivalent toluène)
- la concentration en substances cancérigènes et mutagènes (catégories 1 et 2 de l'Union Européenne)
- la concentration de chaque composé individuel identifié disposant d'une CLI ([composés individuels]<sub>i</sub>)
- la somme des concentrations de composés non identifiés ou ne disposant pas de CLI ([composés]<sub>n</sub>)

Le protocole est représenté schématiquement ci-dessous :



Le Comité d'Experts Spécialisés « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » adopte le rapport d'expertise collective lors de sa séance du 30 juin 2009 et fait part de cette adoption à la direction générale de l'Afsset.

Expertise collective : synthèse et conclusions

Saisine n° 2004/011

## Conclusions et recommandations de l'expertise collective

La procédure de qualification des matériaux de construction et de décoration sur la base de leurs émissions en composés volatils permet d'identifier et de promouvoir les produits considérés comme « faiblement émissifs ».

Au vu des résultats de l'expertise, les experts recommandent :

- la promotion et l'utilisation du protocole Afsset 2009 notamment dans les efforts d'harmonisation européenne et sa mise à jour régulière en fonction de l'évolution des connaissances toxicologiques et analytiques et de nouveaux scénarios représentant mieux la mise en œuvre prévue ;
- la sensibilisation et la formation des professionnels à l'application du protocole présenté ;
- l'information du public sur les émissions des produits.

Enfin, compte tenu des premières lacunes identifiées et/ou des données encore fragmentaires disponibles, les experts encouragent :

- o d'un point de vue méthodologique :
  - l'optimisation des techniques de mesures notamment pour la quantification des composés classés cancérigènes et mutagènes de catégorie 1 et 2 et sensibilisants par inhalation ;
  - la normalisation et si besoin développement de méthodes analytiques pour la caractérisation des composés non couverts par les normes ISO 16000 ;
  - l'accréditation des laboratoires d'essai et la mise en place d'essais d'intercomparaison ;
  - le développement de méthodes de mesures et de scénarios d'utilisation adaptés pour les autres sources de composés volatils dans l'environnement intérieur, par exemple les produits d'ameublement et de consommation courante (produits de nettoyage, désodorisants, etc.).
- o en termes de travaux d'étude ou de recherche :
  - la mise au point d'une méthodologie pour la prise en compte de l'exposition pendant et immédiatement après la mise en œuvre des produits liquides ;
  - la caractérisation du devenir des composés organiques semi-volatils (par exemple : phtalates, polybromodiphényléthers, etc.) et des scénarios d'exposition dans les environnements intérieurs pour évaluer la pertinence de leur prise en compte lors de la mise à jour du protocole ;
  - la validation de tests pertinents pour caractériser les propriétés sensibilisantes par voie respiratoire.

Maisons-Alfort, le 30 juin 2009

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

le vice-président du CES,  
Christophe Paris

CENTRE DE CONSULTATIONS  
DE PATHOLOGIE PROFESSIONNELLE  
Professeur Christophe PARIS  
C.H.U. NANCY  
HOPITAL FOURNIER  
54000 NANCY  
03 83 85 24 43

5 / 5

## Abréviations

---

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienist
AEGL	Acute Exposure Guideline Levels
Afsset	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail
AgBB	Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (Commission d'évaluation sanitaire des produits de construction allemand)
AIHA	American Industrial Hygiene Association
AQG	Air Quality Guidelines
ASCOPARG	ASsociation pour le COntôle et la Préservation de l'Air en Région Grenobloise.
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
ATP	Adaptation au Progrès Technique de la directive 67/548/CEE
CEN	Comité Européen de Normalisation
CES	Comité d'Experts Spécialisés
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CLI	Concentration Limite d'Intérêt (en anglais : LCI)
COV	Composé Organique Volatil (en anglais : VOC : Volatile Organic Compound)
Composé <sub>ni</sub>	Composé non évaluable s'il n'est pas identifié ou s'il ne dispose pas de CLI
COSV	Composé Organique Semi Volatil (en anglais : SVOC : Semi Volatile Organic Compound)
COTV	Composé Organique Très Volatil (en anglais : VVOC : Very Volatile Organic Compound)
COVT	Composés Organiques Volatils Totaux (en anglais : TVOC : Total Volatile Organic Compounds)
CMR	Cancérogènes, Mutagènes et/ou toxiques pour la Reproduction
CSHPPF	Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
CVM	Chlorure de Vinyle Monomère
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft (Fondation allemande pour la Recherche)
DIBt	Deutsche Institut für Bautechnik (Institut allemand pour les techniques de construction)
DNPH	2,4-dinitrophénylhydrazine
ECA	European Collaborative Action (action de collaboration européenne)
FCBA	Institut technologique forêt cellulose bois-construction et ameublement (ex CTBA)
FS	Facteur de sécurité

GT	groupe de travail
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
IRIS	Integrated Risk Information System
ISO	International Standardization Organization
JRC	Joint Research Centre
LCI	Lowest Concentration of Interest (en français : CLI)
MRL	Minimal Risk Level
MWC/MAK	Maximum Workplace Concentrations / Maximale Arbeitsplatzkonzentration (concentration maximale autorisée sur le lieu de travail)
NF	Norme française
NIK	Niedrigste Interessierende Konzentrationen (en français : CLI)
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level (Dose Sans Effet Néfaste Observé)
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
OEL	Occupational Exposure Limit
OMS	Organisation mondiale de la Santé (World Health Organization en anglais)
OQAI	Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur
ORS	Observatoire régional de santé
PNSE	Plan National Santé Environnement
REL	Reference Exposure Level
SCOEL	Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (comité scientifique sur l'exposition professionnelle de la commission européenne)
TLV	Threshold Limit Value
TRGS 900	Technischen Regeln für Gefahrstoffe (Règles techniques relatives aux substances dangereuses)
UFC	Union des Fabricants de Contreplaqués
UIPP	Union des Industries des Panneaux de Process
US EPA	United States Environmental Protection Agency
VG	Valeur Guide
VLEP	Valeur Limite d'Exposition Professionnelle
VME	Valeur Moyenne d'Exposition
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
WEEL	Workplace Environment Exposure Limit

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Exemples de composés organiques volatils, très volatils et semi-volatils _____	20
Tableau 2 : Présentation des différents protocoles de caractérisation des émissions par des matériaux de construction _____	26
Tableau 3 : Description générale des protocoles ECA et AgBB _____	27
Tableau 4 : Valeurs de référence prises en compte pour la construction des CLI pour les protocoles ECA et AgBB _____	29
Tableau 5 : Exemples de valeurs de référence pour une exposition aiguë par inhalation _____	31
Tableau 6 : Liste indicative de substances cancérigènes et mutagènes de catégories 1 et 2 potentiellement émises par les produits de construction _____	33
Tableau 7 : Dimensions de la pièce de référence (selon le projet de norme du CEN TC 351) _____	39

## Liste des figures

Figure 1 : Schéma de principe du protocole Afsset 2009 _____	35
--	----

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

Dans ce rapport, les émissions de matériaux de construction et produits de décoration en composés organiques volatils (COV) et en composés carbonylés sont pris en compte et reposent sur les normes NF ISO 16000-3 et 6.

## 1.1 Contexte

Dans le cadre de la campagne nationale réalisée entre 2003-2005 par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI), les concentrations dans l'air intérieur de 20 composés cibles<sup>1</sup> ont été mesurées dans 567 résidences réparties sur l'ensemble du territoire français métropolitain, représentatif du parc de résidences principales françaises. Cette campagne a permis de dresser un état des lieux de la qualité de l'air intérieur et de souligner la spécificité de la pollution à l'intérieur des logements par rapport à l'extérieur. Cette campagne a montré que 10% des logements français peuvent être qualifiés de « multi-pollués » (ils présentent 3 à 8 des composés mesurés à de fortes concentrations), 15% des logements sont « pollués » (1 à 2 composés présents à de fortes concentrations), 30% des logements sont « légèrement pollués » (4 à 7 composés présents à des concentrations supérieures aux médianes de l'ensemble des logements) et 45% des logements sont « peu pollués » (l'ensemble des composés étant présents à des concentrations inférieures aux médianes de l'ensemble des logements). Les principaux composés identifiés dans les logements français sont le formaldéhyde (concentration médiane = 19,6  $\mu\text{g.m}^{-3}$ ), l'hexaldéhyde (concentration médiane = 13,6  $\mu\text{g.m}^{-3}$ ), le toluène (concentration médiane = 12,2  $\mu\text{g.m}^{-3}$ ) et l'acétaldéhyde (concentration médiane = 11,6  $\mu\text{g.m}^{-3}$ ). Pour ces composés, les rapports des concentrations mesurées dans l'air intérieur sur celles mesurées dans l'air extérieur sont très nettement supérieurs à 1. Ces rapports sont respectivement de 10 pour le formaldéhyde, 27 pour l'hexaldéhyde, 3,5 pour le toluène et 9 pour l'acétaldéhyde (OQAI, 2006 ; Kirchner *et al.*, 2007). Des résultats comparables ont été trouvés dans des écoles maternelles ou des crèches. Par exemple, des concentrations moyennes de 21  $\mu\text{g.m}^{-3}$  de formaldéhyde (soit 8 fois plus que dans l'air extérieur) et de 7  $\mu\text{g.m}^{-3}$  d'acétaldéhyde (soit 3,5 fois plus que dans l'air extérieur) ont été mesurées dans des écoles maternelles et crèches de la région Rhône-Alpes (ASCOPARG, 2007).

La qualité de l'air intérieur résulte principalement de trois facteurs : la qualité de l'air extérieur, les conditions de ventilation et les sources de pollution présentes dans les environnements intérieurs. Lorsque le rapport des concentrations mesurées dans l'air intérieur sur les concentrations mesurées dans l'air extérieur est nettement supérieur à 1 (ce qui est le cas des polluants cités ci-dessus), cela traduit la prépondérance des sources de pollution intérieures. Les sources de pollutions intérieures sont nombreuses et variées : les occupants et leurs activités (fumée de tabac environnementale, activités de cuisine, bricolage), les produits de construction, de décoration, d'ameublement et de bureautique, mais aussi les désodorisants d'intérieur et les produits d'entretien.

---

<sup>1</sup> acétaldéhyde ; acroléine ; benzène ; 2-butoxyéthanol ; acétate de 2-butoxyéthyle ; 1,4-dichlorobenzène ; ethylbenzène ; formaldéhyde ; hexaldéhyde ; 1-méthoxy-2-propanol ; acétate de 1-méthoxy-2-propyle ; n-décane ; n-undécane ; styrène ; tétrachloroéthylène ; toluène ; trichloroéthylène ; 1,2,4-triméthylbenzène ; m+p-xylène ; o-xylène

Parmi les sources de pollution identifiées dans les environnements intérieurs, les matériaux de construction et de décoration sont considérés comme des sources non négligeables d'émission de COV de par leur diversité et leur large utilisation.

Les émissions de COV peuvent être de durées variables, allant d'une pollution ponctuelle lors de l'utilisation d'un produit ou d'une activité particulière (produits d'entretien, combustion du bois, du charbon, etc.) à une pollution à long terme (plusieurs mois, voire quelques années (relargage depuis les matériaux de construction : panneaux de bois reconstitués (agglomérés), bois de charpente et planchers, peintures, vernis, mousses isolantes, moquettes, revêtements de sols, etc.) (ORS Ile de France, 2007).

Les effets potentiels sur la santé humaine des COV peuvent par conséquent être distingués de la façon suivante :

- effets à court terme (dits « aigus ») liés à une exposition sur une courte période ;
- effets à long terme (dits « chroniques ») liés à une exposition continue sur une longue période.

Il n'est pas possible aujourd'hui, en l'état actuel des connaissances, de décrire précisément les effets sur la santé de tous les COV. Par ailleurs, si les effets de certains COV étudiés individuellement sont connus, leurs effets combinés dans le cas d'une exposition simultanée restent souvent méconnus.

Les principaux effets sur la santé humaine décrits pour ces substances peuvent aller des irritations de la peau (exemple du toluène), des muqueuses ou du tractus respiratoire, des nausées, des céphalées, jusqu'à des cancers (exemple du benzène).

A ce jour, les matériaux de construction<sup>2</sup> sont évalués au niveau européen et français pour leurs propriétés d'aptitude à l'usage dans le cadre de la Directive 89/106/CEE<sup>3</sup> modifiée : résistance mécanique et stabilité, sécurité en cas d'incendie, sécurité d'utilisation, isolation thermique et acoustique, etc. Cela se traduit par le marquage CE réglementaire des produits. Les caractéristiques environnementales et sanitaires en référence à l'exigence essentielle « Hygiène, santé et environnement » de cette directive ne sont actuellement pas évaluées de façon satisfaisante dans ce type de procédure.

Des travaux de normalisation ont été lancés en 2005 au Comité Européen de Normalisation (CEN). Ainsi, le comité technique TC351 (Produits de construction : évaluation du relargage de substances dangereuses) a été chargé de développer des normes d'essais horizontales (concernant l'ensemble des produits de construction) permettant de caractériser le relargage de substances dangereuses par les produits de construction, d'une part dans l'air intérieur et, d'autre part, dans les eaux de surface et le sol. Ces travaux sont supposés aboutir en 2012.

L'une des douze actions prioritaires du Plan National Santé Environnement (PNSE I) pour la période 2004-2008 prévoyait de « Mettre en place un étiquetage des caractéristiques sanitaires et environnementales des produits et matériaux de construction ». L'ambition ainsi annoncée était de parvenir, à l'horizon 2010, à ce que 50 % des produits de construction mis sur le marché disposent d'un étiquetage informant l'utilisateur sur leurs émissions de composés volatils.

---

<sup>2</sup> La directive Produits de Construction définit les matériaux de construction de la façon suivante : « tout produit qui est fabriqué en vue d'être intégré de façon durable dans les ouvrages de construction, qui couvrent tant les bâtiments, que les ouvrages de génie civil ».

<sup>3</sup> Directive 89/106/CEE du Conseil du 21 décembre 1988 dite « Directive Produits de Construction ou DPC » transposée en France par le décret n°92-647 du 8 Juillet 1992, modifié par le décret n°95-1051 du 20 Septembre 1995 et le Décret n°2003-947 du 3 octobre 2003



Par ailleurs, la lutte contre la pollution de l'air intérieur et extérieur est un des objectifs affichés de la loi n° 2009-967 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement<sup>4</sup> et du PNSE 2. L'article 40 de la loi propose : « *En ce qui concerne l'air intérieur, il est prévu de soumettre les produits de construction et d'ameublement ainsi que les revêtements muraux et de sol, les peintures et vernis et l'ensemble des produits ayant pour objet ou pour effet d'émettre des substances dans l'air ambiant à un étiquetage obligatoire à partir du 1er janvier 2012, notamment sur leurs émissions et contenus en polluants volatils, et d'interdire dans ces produits les substances classées cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction de catégories 1 et 2 (CMR 1 et CMR 2) au sens de la réglementation européenne* » Un groupe de travail mis en place par les ministères chargés de l'environnement et de la santé a préparé un projet de décret et d'arrêté définissant le contenu et le périmètre de l'étiquetage obligatoire des produits de construction et de décoration. Ce projet de textes réglementaires devrait faire l'objet d'une notification à la Commission Européenne en 2009.

## 1.2 Objet de la saisine

Les ministères chargés de la santé et de l'environnement ont saisi l'Agence Française de Sécurité Sanitaire Environnementale (Afsse, devenue Afsset par ordonnance en date du 1er septembre 2005) le 28 avril 2004 pour mettre en place une procédure d'évaluation des risques sanitaires concernant les composés organiques volatils (COV) émis par les produits de construction (voir Annexe 1). Il était demandé à l'agence de :

- se prononcer sur la pertinence scientifique et les conditions de faisabilité de la procédure d'évaluation des risques liés aux émissions de COV décrite en annexe II de l'avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) du 5 mars 2002 en indiquant les modifications éventuellement nécessaires ;
- proposer un système de classification basé sur l'évaluation des risques liés aux émissions de COV ;
- valider la procédure proposée en l'appliquant pour 3 ou 4 produits ou matériaux à évaluer en priorité ;
- étudier la possibilité d'extension de cette procédure à d'autres sources de COV présentes dans les espaces clos (par exemple, équipements de ventilation-climatisation, ameublement, décoration, produits d'entretien, etc.) ;
- étudier la possibilité d'extension de cette procédure à d'autres familles de substances chimiques apportées dans l'environnement intérieur par les matériaux de construction susceptibles de concourir à une exposition des personnes également par contact et ingestion.

## 1.3 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation

L'Afsset a mis en place en 2004 un groupe de travail (GT) « COV et produits de construction » piloté conjointement avec le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB). Le suivi d'instruction des travaux d'expertise du groupe de travail a été confié au Comité d'experts spécialisés (CES) « Evaluation des risques liés aux milieux aériens ».

L'harmonisation des groupes de travail opérant à l'Afsset a conduit à une modification du fonctionnement de ce groupe. En lieu et place d'un copilotage, F. Maupetit (CSTB) est devenu

---

<sup>4</sup> Le projet de loi a été adopté par le parlement le 23 juillet 2009.

président du groupe de travail en janvier 2008. En outre, le groupe a été renforcé par la participation de 2 nouveaux experts début 2008 : C. Mandin et A-E. Peel.

Une première phase d'étude a porté sur les produits de construction solides et a abouti à la publication par l'Afsset du rapport "Risques sanitaires liés aux composés organiques volatils dans l'air intérieur : procédure de qualification des produits de construction sur la base de leurs émissions de COV et de critères sanitaires" en décembre 2006.

Le groupe de travail propose dans ce nouveau rapport la possibilité d'étendre cette procédure à d'autres sources de COV présentes à l'intérieur des espaces clos, que sont les produits liquides de construction et de décoration. Le groupe de travail a par ailleurs souhaité que ce nouveau rapport soit autoporteur et intègre les éléments relatifs aux produits de construction solides et liquides ainsi qu'aux produits de décoration. Une mise à jour des concentrations limites d'intérêt a été réalisée en fonction de l'évolution des connaissances. Ce rapport remplace celui de 2006.

D'autres sources intérieures de COV, telles que les produits d'ameublement et de consommation (produits d'entretien, encens etc.), ne sont pas prises en compte dans ce document.

Par ailleurs, le dernier point de la saisine, qui concerne d'autres familles de substances chimiques apportées dans l'environnement intérieur par les matériaux de construction susceptibles de concourir à une exposition des personnes également par contact et ingestion, n'a pas été traité en accord avec les tutelles car considéré hors champ de l'expertise du GT et du CES.

Le rapport, produit par le groupe de travail, tient compte des observations et éléments complémentaires transmis par les membres du CES.

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

## 2 Méthodologie de qualification des émissions de composés organiques volatils par les matériaux de construction et produits de décoration

### 2.1 Définition

#### 2.1.1 Définition des composés considérés

Dans ce rapport, les composés organiques volatils sont définis selon la norme ISO 16000-6 sur la base de leur température d'ébullition :

- **Composés organiques volatils (COV/VOC)**: composés organiques dont le point d'ébullition se situe entre (50 à 100 °C) et (240 à 260 °C) .

La norme ISO 16000-6 définit également les composés organiques très volatils et les composés organiques semi-volatils de la façon suivante :

- **Composés organiques très volatils (COTV/VVOC)**: composés organiques dont le point d'ébullition se situe entre < 0 °C et (50 à 100 °C) ..
- **Composés organiques semi volatils (COSV/SVOC)**: composés organiques dont le point d'ébullition se situe entre (240 à 260 °C) et (380 à 400 °C).

Cette définition fait référence à la classification adoptée par l'OMS en 1989 qui a été établie sur la base de considérations analytiques (comportement des composés organiques selon le support de prélèvement utilisé pour piéger par adsorption des polluants présents dans l'atmosphère : charbon actif ; Tenax ou carbone graphite ; mousse polyuréthane ou résine XAD2) (Mølhave *et al.*, 1997).

En référence à la norme NF ISO 16000-3, on définit dans ce rapport comme composés carbonylés (aldéhydes et cétones), les composés que l'on peut détecter et quantifier avec cette méthode analytique. Dans les composés carbonylés ainsi définis, on trouve notamment : formaldéhyde, acétaldéhyde, acétone, benzaldéhyde, butyraldéhyde, valéraldéhyde, isovaléraldéhyde, propionaldéhyde, tolualdéhyde, hexaldéhyde.

Remarque : Certains composés, comme par exemple le benzaldéhyde, le valéraldéhyde (pentanal) et l'hexaldéhyde (hexanal) peuvent être prélevés et analysés par chromatographie gazeuse selon la norme NF ISO 16000-6 et par chromatographie liquide selon la norme NF ISO 16000-3.

Le Tableau 1 présente quelques substances volatiles, très volatiles et semi-volatiles.

**Tableau 1 : Exemples de composés organiques volatils, très volatils et semi-volatils**

Nom	N° CAS	Point d'ébullition (°C) à la pression atmosphérique	catégorie
Formaldéhyde	50-00-0	-19.1	COTV
2- méthylbutane	78-78-4	24,8	COTV
benzène	71-43-2	80.1	COV
diéthylène glycol	111-46-6	245.8	COV
phtalate de dibutyle	84-74-2	340	COSV

Selon la norme NF ISO 16000-6, la concentration en « composés organiques volatils totaux » (COVT) correspond à la somme des concentrations des composés organiques volatils dont l'élution se produit entre le n-hexane (C6) et le n-hexadécane (C16) inclus. La concentration en COVT est quantifiée en utilisant le facteur de réponse du toluène (concentration exprimée en équivalent toluène).

### 2.1.2 Définition des matériaux de construction et produits de décoration

Les produits de construction sont définis comme les produits intermédiaires visés à l'article 1 du décret n° 92-647 du 8 juillet 1992, soit tout produit qui est fabriqué en vue d'être intégré de façon durable dans les ouvrages de construction, qui couvrent tant les bâtiments, que les ouvrages de génie civil.

Les produits de décoration sont définis comme les biens de consommation non visés à l'article 1 du décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 et utilisés pour le revêtement des murs, sols et plafonds. A titre d'exemples, sont concernés notamment les papiers peints, les peintures et vernis d'intérieur.

La norme NF ISO 16000-11 distingue trois types de produits de construction et de décoration et fournit un certain nombre d'exemples :

- produits solides : produits élastiques ou rigides dont les propriétés sont conformes aux spécifications des utilisateurs directement, sans phase de transition, telle que la cure<sup>5</sup> ou le séchage. *Par exemple, pour les produits élastiques : produits d'isolation, revêtements de sol ou muraux flexibles. Pour les produits rigides : carreaux, parquets, panneaux agglomérés et plaques de plâtre, panneaux en bois, panneaux acoustiques, portes...*
- produits liquides : produits dont les propriétés sont conformes aux spécifications des utilisateurs après une phase de transition, telle que la cure ou le séchage. *Par exemple : peintures, vernis, huiles, cires, enduits, mortiers, béton, adhésifs, joints d'étanchéité, mastics ...*
- produits combinés : un produit combiné est façonné sur site en associant plusieurs produits solides ou liquides. *Par exemple, applications de colles pour la fixation d'un revêtement de sol ou mural, application de peintures sur une surface absorbante comme un panneau de bois ou une plaque de plâtre.*

## 2.2 Principe général

L'objectif de la procédure de qualification des émissions des produits de construction et de décoration par comparaison à des concentrations limites est d'apporter des informations sur ces produits, en vue de promouvoir les produits considérés « faiblement émissifs ».

Il s'agit bien de proposer une procédure de qualification des émissions des matériaux de construction et de décoration, et non de réaliser une évaluation des risques sanitaires liée à ces émissions. En effet un protocole de qualification est un outil d'aide à la gestion, il se doit d'être facile à mettre en œuvre pour qu'il soit applicable. Il doit également tenir compte de l'ensemble des substances, considérées comme COV et comme composés carbonylés, même si pour certaines d'entre elles, les informations toxicologiques sont limitées.

La procédure de qualification des matériaux de construction ou de décoration repose sur la réalisation d'essais normalisés pour mesurer à différents pas de temps les émissions dans des conditions conventionnelles reflétant l'usage prévu du produit testé. Ces résultats d'essais

---

<sup>5</sup> Procédé favorisant le durcissement optimal du béton en limitant l'évaporation de l'eau.

permettent par la suite de calculer, de façon simplifiée, les concentrations d'exposition dans une pièce de référence<sup>6</sup> à l'intérieur de laquelle le produit aurait été appliqué ou utilisé. Ces essais sont réalisés suivant les normes existantes décrites dans le paragraphe suivant.

La qualification des produits de construction consiste alors à comparer les concentrations ainsi déterminées aux concentrations limites définies qui s'appuient pour une grande part sur des considérations sanitaires et parfois sur d'autres aspects (analytiques par exemple).

Le principe général peut être ainsi décliné suivant trois étapes :

- Déterminer les facteurs d'émission spécifiques du matériau en chambre ou cellule d'essai d'émission,
- Calculer les concentrations d'exposition dans une pièce de référence en utilisant un modèle simplifié tenant compte du taux de charge<sup>7</sup> du produit et du taux de renouvellement d'air,
- Comparer les concentrations d'exposition à des concentrations limites.

### 2.2.1 Mesure des facteurs d'émission spécifiques

- Méthode de la chambre et cellule d'essai d'émission :

Le principe des normes d'essais d'émission consiste dans un premier temps à simuler les émissions d'un produit dans l'air intérieur, en utilisant une chambre ou une cellule d'essai d'émission, dans des conditions maîtrisées de température, d'humidité relative et de renouvellement d'air (**normes NF EN ISO 16000, parties 9 à 11**). Dans un second temps, le prélèvement et l'analyse des composés émis sont réalisés selon les normes **NF ISO 16000 partie 6** (pour les COV) **et partie 3** (pour le formaldéhyde et autres composés carbonylés). Ces normes décrivent les méthodes de prélèvement et d'analyse de ces composés dans l'air intérieur ou en sortie d'une chambre ou cellule d'essai d'émission.

Au sens de la norme NF EN ISO 16000-9, une chambre d'essai d'émission est un volume d'essai étanche, en matériau inerte (verre, acier inoxydable), alimenté par un air propre et à l'intérieur duquel on peut placer des éprouvettes d'essai<sup>8</sup>. Les équipements doivent permettre de contrôler les conditions d'essai et de réguler le débit d'air.

La première étape consiste à déterminer le facteur d'émission spécifique surfacique ( $SE_{RA}$ ) en ajustant le taux de renouvellement de l'air ( $TRA_{CE}$ ) et le taux de charge ( $L_{CE}$ ) du matériau à tester. L'objectif est de déterminer les émissions de COV issues du matériau ou du produit dans des conditions conventionnelles d'utilisation eu égard au volume de la chambre d'essai.

Une cellule d'essai d'émission (NF EN ISO 16000-10) est un dispositif qui possède les mêmes caractéristiques décrites ci-dessus pour la chambre d'essai d'émission à l'exception de son volume qui est plus petit. La cellule est placée directement à la surface d'une éprouvette d'essai.

---

<sup>6</sup> Les caractéristiques de cette pièce témoin en termes de dimensions et de taux de renouvellement d'air sont précisées à titre indicatif dans le paragraphe 3.2.2 (selon le projet de norme du CEN TC 351)

<sup>7</sup> Taux de charge du produit ( $L_{CE}$ ) défini dans la norme NF ISO 16000-9 et 10 comme le rapport de la surface exposée de l'éprouvette d'essai au volume libre de la chambre d'émission (cf paragraphe 3.2.1.5).

<sup>8</sup> Échantillon de matériau à tester

## 2.2.2 Calcul des concentrations d'exposition

Dans les normes d'essai utilisées, un scénario d'exposition simplifié est proposé pour estimer l'exposition associée aux émissions issues de ces matériaux. Les simplifications proposées sont :

- la prise en compte d'une seule source d'émission (le matériau testé dans la chambre d'essai d'émission) ;
- l'hypothèse d'une exposition continue 24h/24 et 7j/7, dans un seul micro-environnement clos ;
- l'absence de prise en compte de phénomènes d'absorption-désorption sur les différentes surfaces de la pièce (murs, ameublements, décoration...) et de réactions chimiques entre les composés dans l'air ;
- l'hypothèse d'une homogénéité du matériau, donc d'une émission identique en tout point de la surface émettrice.

Les paramètres expérimentaux (température, humidité relative et taux de renouvellement d'air) sont fixés par la norme. Il faut noter que la variation de ces paramètres influencerait les émissions en COV.

Les données obtenues sur les émissions sont ainsi utilisées pour calculer les concentrations dans une pièce de référence.

## 2.2.3 Comparaison des concentrations d'exposition à des concentrations limites

Différents critères sont proposés pour qualifier les émissions des matériaux de construction et de décoration :

- la concentration en composés organiques volatils totaux (COVT) (cf. paragraphe 2.1.1) qui constitue un premier niveau de caractérisation des émissions en COV d'un produit dans une approche globale. Néanmoins il ne repose pas sur des considérations sanitaires ; il doit être accompagné d'une analyse plus fine des composés individuels (Mølhavé *et al.*, 1997).
- l'émission de substances préoccupantes pour l'homme, notamment pour celles classées cancérigènes et/ou mutagènes de catégorie 1 et 2 par l'Union européenne : sur le plan réglementaire, ces substances sont soumises à des exigences particulières en termes d'étiquetage et d'interdiction de mise à la disposition du grand public (à partir d'un seuil de concentration lorsque ces substances sont incluses dans des préparations) (INRS, 2006).
- les niveaux d'émission des composés individuels comparativement à une concentration de référence. Cette concentration est appelée « Lowest Concentration of Interest (LCI) » par l'European collaborative action (ECA) et « Niedrigste Interessierende Konzentrationen (NIK) » par la Commission allemande d'évaluation sanitaire des produits de construction (AgBB). Nous parlerons dans ce rapport de concentration limite d'intérêt (CLI). Leur élaboration est décrite dans le chapitre 3.2.3.3.

## 2.3 Réglementation et labellisation

### 2.3.1 Réglementation

La Directive Produit de Construction modifiée prévoit le marquage CE réglementaire des produits de construction visés pour leur mise sur le marché en France comme dans l'Espace Economique Européen. Ce marquage atteste que les produits satisfont aux dispositions de la réglementation européenne. Ils sont évalués pour leur aptitude à l'usage prévu, c'est à dire qu'ils présentent des

caractéristiques telles qu'ils permettent aux ouvrages dans lesquels ils seront incorporés de respecter les six exigences essentielles :

- résistance mécanique et stabilité,
- sécurité en cas d'incendie,
- hygiène, santé et environnement,
- sécurité d'utilisation,
- protection contre le bruit,
- économie d'énergie et isolation thermique.

Précisées dans les documents interprétatifs, ces exigences essentielles sont déclinées en spécifications techniques européennes harmonisées pour les produits selon leur usage.

Pour attester de la conformité d'un produit, une déclaration de conformité par le fabricant ou une certification de conformité délivrée par un organisme agréé doivent être réalisées. Elles reposent sur la conformité aux spécifications techniques harmonisées qui concernent le produit ou une catégorie de produits donnée.

Comme évoqué précédemment (voir 1.1), les dispositions réglementaires liées au marquage CE relativement à l'exigence « Hygiène, santé et environnement » sont actuellement très peu nombreuses. Parmi les exigences existantes, on peut citer le dégagement de formaldéhyde par certains produits de construction. Lorsque le produit contient du formaldéhyde, celui-ci doit être testé et classé selon deux classes d'émission de formaldéhyde, E1<sup>9</sup> ou E2<sup>10</sup>. Cette exigence d'essai se retrouve dans la norme de mise en conformité au marquage CE de certaines familles de produits : panneaux à base de bois (EN 13986), revêtements de sols résilients, textiles et stratifiés (EN 14041), bois lamellé collé (EN 14080), planchers et parquets en bois (EN 14342), etc.

En Allemagne, l'AgBB a proposé une procédure qui repose sur le principe général décrit préalablement (partie 2.2). Celle-ci a été discutée avec les fédérations professionnelles concernées et a abouti à la mise en place d'un protocole réglementaire dans le cadre de l'autorisation de mise sur le marché de certains revêtements de sol. Cette procédure qui est actualisée régulièrement a été mise à jour en 2008 (<http://www.umweltbundesamt.de/building-products/agbb.htm>).

En France, l'interdiction des substances classées cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction de catégories 1 et 2 (C, M, R 1 et C, M, R 2) dans les matériaux de construction et de décoration est un engagement du Grenelle de l'environnement.

L'arrêté du 30 avril 2009 stipule que les produits de construction et de décoration ne peuvent être mis sur le marché que s'ils émettent moins de 1 µg.m<sup>-3</sup> des substances concernées. Cette limite est considérée comme respectée si la valeur de 1 µg.m<sup>-3</sup> mesurée et calculée selon les normes ISO 16000 n'est pas dépassée à 28 jours de conditionnement en chambre d'essai d'émission. L'arrêté du 30 avril 2009 vise le trichloroéthylène. Il a été modifié par l'arrêté du 28 mai 2009 qui intègre le benzène (C1), le dibutyle phtalate (R2) et le 2-éthylhexyle phtalate (R2) à la liste des substances CMR de catégorie 1 ou 2 visées.

---

<sup>9</sup> Émission inférieure à 0,124 mg.m<sup>-3</sup> mesurée selon la norme NF EN 717-1 Panneaux à base de bois - Détermination du dégagement de formaldéhyde.

<sup>10</sup> Émission supérieure à 0,124 mg.m<sup>-3</sup> mesurée selon la norme NF EN 717-1. Panneaux à base de bois - Détermination du dégagement de formaldéhyde. .

### 2.3.2 Labellisation

Dans le domaine commercial, un label permet d'apposer une marque sur un produit qui en garantit la qualité ou l'origine (Le Petit Robert de la langue française, 2009). Le label reconnaît que le produit ou le service satisfait aux normes de qualité et qu'il correspond à des caractéristiques définies.

Depuis les années 1990, des systèmes de labellisation pour les matériaux de construction intégrant des exigences en terme de la qualité de l'air intérieur ont été développés dans certains pays européens : Classification M1 – Finlande ; Indoor Climate Label ICL - Danemark ; GUT, EMICODE, The Blue Angel – Allemagne. La plupart de ces labels ont été initiés et mis en place par des fédérations professionnelles sur une démarche volontaire.

Pour les produits de décoration et de consommation, des labels écologiques, basés sur des exigences en matière de composition en composés organiques volatils (teneurs globales) sont proposés (l'Ecolabel européen – Union européenne, Greenguard – Etats-Unis, The Blue Angel - Allemagne, Nordic ecolabel – Pays nordiques).

En Allemagne, les labels GUT et the Blue Angel se sont appuyés sur le schéma de principe du protocole AgBB, lui-même basé sur le protocole ECA, pour établir un étiquetage aidant à la sélection des produits les moins émissifs.

L'European Collaborative Action a réalisé en 2005 une revue des différents labels et protocoles de qualification existants au niveau de l'Europe et qui intègre des critères sur les émissions de substances volatiles (ECA, 2005). Le Tableau 2 présente une synthèse des principaux labels de caractérisation des émissions par des matériaux de construction. L'objectif du rapport de l'ECA était de souligner l'importance de disposer d'un protocole harmonisé pour les produits de construction présents sur le marché européen.

En juin 2007, le développement d'une approche européenne commune a été initié à l'issue de la conférence « Construction Products and Indoor Air Quality » organisée à Berlin. En effet, cette conférence avait pour objet de faire un tour d'horizon des différents concepts proposés et/ou mis en place en Europe, visant à identifier les émissions dans l'air intérieur issues des produits de construction. Un groupe de travail a été mis en place regroupant des représentants des systèmes finlandais, danois et allemand. La réflexion de ce groupe de travail sur l'harmonisation des différents protocoles a été présentée en 2008 lors des conférences INDOOR AIR 2008 et EnVIE Final Conference.

Depuis fin 2008, les travaux sur l'harmonisation européenne des protocoles de qualification des matériaux de construction sont coordonnés par le Joint Research Centre (JRC). Un processus de labellisation dans une démarche volontaire pourrait être mis en place sur la base de ce protocole harmonisé.



Tableau 2 : Présentation des différents protocoles de caractérisation des émissions par des matériaux de construction

Paramètres	ECA	AgBB	Indoor Climate 2000 (M1)	Indoor Climate Label (ICL)	Nature plus	GUT	Blue Angel	EMICODE
Pays d'origine	Projet européen	Allemagne	Finlande	Danemark	Allemagne	Allemagne	Allemagne	Allemagne
Année de mise en place	1997	2001	1995	1995	2002	90's	1977	1997
Statut	proposition d'harmonisation volontaire	règlementaire	volontaire	volontaire	volontaire	volontaire	volontaire	volontaire
Descriptif	protocole d'évaluation des émissions	protocole d'évaluation des émissions	3 niveaux de classification : M1, M2, M3	différents critères d'acceptabilité par groupe de produits	les produits doivent contenir 85 % de matières minérales ou régénérées	protocole d'évaluation des émissions	protocole différent suivant le groupe de produits	5 catégories de produits
Produits concernés	produits de revêtements de sol	produits de revêtements de sol	tout type de produit de construction	tout type de produit de construction	plusieurs groupes de matériaux de construction précisés	revêtements de sol textiles	plusieurs groupes de matériaux de construction précisés	produit pour l'installation des revêtements de sol : adhésifs
Exemple présenté	/	/	Classe M1	/	moquette et revêtement vinyle	/	revêtements de sol	/
Norme d'essai	Non définie	Normes ISO 16000	Normes ISO 16000	Normes ISO 16000	Normes ISO 16000	EN 13419-1 et 2 -> ISO 16000	Norme ISO 16000	Norme ISO 16000
Durée de l'essai	1, 3 et 28 jours	3 et 28 jours	28 jours	3,10 et 28 jours	1,3 et 28 jours	3 jours	3 et 28 jours	1 et 10 jours
Seuil TVOC	5000 $\mu\text{g.m}^{-3}$ à 3 j 200 $\mu\text{g.m}^{-3}$ à 28 j	10 000 $\mu\text{g.m}^{-3}$ à 3 j 1000 $\mu\text{g.m}^{-3}$ à 28 j	200 $\mu\text{g.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$	non	200-300 $\mu\text{g.m}^{-3}$ à 28 j	300 $\mu\text{g.m}^{-3}$ à 3 j	1200 $\mu\text{g.m}^{-3}$ à 3 j 360 $\mu\text{g.m}^{-3}$ à 28 j	500 $\mu\text{g.m}^{-3}$ à 10 j
Seuil COV individuels (COVi)	oui	oui	groupe de COV et COV identifiés	COV qui dispose d'un seuil d'odeur et d'irritation	groupe de COV et COV identifiés	oui (liste AgBB)	oui (liste AgBB)	non
Seuil formaldéhyde	10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ après 28 j	série EN 717, EN 120	50 $\mu\text{g.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$	oui	36 $\mu\text{g.m}^{-3}$ après 3 ou 28 j	10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ après 3 j	60 $\mu\text{g.m}^{-3}$ à 28 j	50 $\mu\text{g.m}^{-3}$ à 1 j
Seuil cancérrogènes	benzène, chlorure de vinyle monomère	C1, C2 (EU) < 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ à 3 jours < 1 $\mu\text{g.m}^{-3}$ à 28 j	IARC 1 < 5 $\mu\text{g.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$	Pas de C1	C1, C2 (UE) et classification nationale < 1 $\mu\text{g.m}^{-3}$ à 1 j	pas de C1-C2 (UE) à 3 j	C1+C2 (UE) < 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ à 3 j < 1 $\mu\text{g.m}^{-3}$ à 28 j	5 substances identifiées C1<2 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ; C2<10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ; C3<50 $\mu\text{g.m}^{-3}$
Autres mesures	odeurs, COSV	COSV	non	odeur	odeur	odeur, COSV	en projet	non

NB : Les critères du label Indoor Climate 2000 (M1) portent sur des facteurs d'émission exprimés en  $\mu\text{g.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ .

### 2.3.3 Description détaillée des protocoles ECA et AgBB

La première démarche qui répondait au principe général décrit précédemment est le protocole européen ECA de 1997 (ECA, 1997). En Allemagne, cette démarche a été reprise et adaptée par l'AgBB, puis portée au niveau réglementaire pour certains revêtements de sol. Le protocole de l'AgBB a fait l'objet d'actualisations, notamment en 2008.

Ces deux systèmes de qualification des matériaux de construction sont considérés par les experts du groupe de travail comme les plus complets.

Les protocoles ECA et AgBB reposent sur les méthodes normalisées et le principe général décrits dans la partie 2.2.

Le descriptif complet de ces 2 protocoles est synthétisé dans le Tableau 3 qui présente les différentes étapes et les critères appliqués.

**Tableau 3 : Description générale des protocoles ECA et AgBB**

<i>Temps de mesure des émissions</i>	<i>Paramètres mesurés</i>	<i>Critères du protocole ECA (1997)</i>	<i>Critères du protocole AgBB (2008)</i>
<b>J1</b>	<i>Emission de composés cancérogènes C1 et C2</i>	<i>Pour une durée d'exposition « vie entière », correspondant à un excès de risque de <math>10^{-4}</math> et <math>10^{-5}</math> respectivement</i> <i>[benzène] <math>\leq 25</math> et <math>2.5 \mu\text{g.m}^{-3}</math> et</i> <i>[chlorure de vinyle monomère CVM] <math>\leq 100</math> ou <math>10 \mu\text{g.m}^{-3}</math></i>	/
<b>J3</b>	<i>Emission de composés organiques volatils totaux</i>	<i>COVT <math>&lt; 5\,000 \mu\text{g.m}^{-3}</math></i>	<i>COVT <math>&lt; 10\,000 \mu\text{g.m}^{-3}</math></i>
<b>J3</b>	<i>Emission de composés cancérogènes C1 et C2</i>	/	<i>chaque cancérogène C1, C2 <math>&lt; 10 \mu\text{g.m}^{-3}</math></i>
<b>J28</b>	<i>Emission de composés organiques volatils totaux</i>	<i>COVT <math>&lt; 200 \mu\text{g.m}^{-3}</math></i>	<i>COVT <math>&lt; 1\,000 \mu\text{g.m}^{-3}</math></i>
<b>J28</b>	<i>Emission de composés organiques semi volatils</i> <i>COSV</i>	/	<i><math>\Sigma \text{COSV} &lt; 100 \mu\text{g.m}^{-3}</math></i>
<b>J28</b>	<i>Emission de composés cancérogènes C1 et C2</i>	<i><math>[\text{COV}]_{\text{ci}} \cdot \text{RU} \leq 10^{-5}</math> soit</i> <i>[benzène] <math>\leq 2,5 \mu\text{g.m}^{-3}</math> et</i> <i>[CVM] <math>\leq 10 \mu\text{g.m}^{-3}</math></i>	<i>chaque cancérogène C1, C2 <math>&lt; 1 \mu\text{g.m}^{-3}</math></i>
<b>J28</b>	<i>Emission de composés organiques volatils pris individuellement</i> <i>[composé_individuel]<sub>i</sub> <math>&gt; 5 \mu\text{g.m}^{-3}</math></i>	<i><math>R = \Sigma [\text{composé\_individuel}]_i / \text{LCI}_i &lt; 1</math></i>	<i><math>R = \Sigma [\text{composé\_individuel}]_i / \text{NIK}_i &lt; 1</math></i>
<b>J28</b>	<i>Emission de composés organiques volatils n'ayant pas de valeurs limites ou non identifiés</i>	<i><math>\Sigma [\text{composé}]_{\text{ni}} &lt; 20 \mu\text{g.m}^{-3}</math></i>	<i><math>\Sigma [\text{composé}]_{\text{ni}} &lt; 100 \mu\text{g.m}^{-3}</math></i>

Une liste de substances identifiées individuellement et leur concentration limite d'intérêt respective (LCI ou NIK) associée est proposée dans chacun de ces protocoles. Les protocoles ECA et AgBB visent respectivement 150<sup>11</sup> et 159<sup>12</sup> substances ou groupes de substances. Les COV cancérigènes de catégories 1 et 2 de l'Union européenne ne sont pas intégrés dans ces listes car un critère spécifique leur est appliqué. Le protocole ECA propose un critère pour 2 substances cancérigènes, le benzène et le chlorure de vinyle monomère (CVM). Les autres substances cancérigènes susceptibles d'être émises par les revêtements de sol sont prises en compte dans le critère concernant les composés organiques volatils n'ayant pas de valeurs limites ou non identifiés (Composé<sub>ni</sub>). Pour le protocole AgBB, ce critère a évolué lors de la dernière actualisation du rapport en 2008. A présent, aucune substance cancérigène de catégories 1 et 2 ne doit avoir une concentration d'exposition supérieure à 10 et 1 µg.m<sup>-3</sup> respectivement à 3 et 28 jours. Précédemment, ce critère portait sur la somme des substances cancérigènes de catégorie 1 et 2 qui devait respecter les mêmes valeurs à 3 et 28 jours, à savoir 10 et 1 µg.m<sup>-3</sup>. Cette évolution conduit donc à une approche moins restrictive.

La liste des substances disposant d'une CLI, selon le protocole ECA, a été élaborée sur la base de résultats d'essais d'émission réalisés sur des produits de revêtement de sol. Lors de l'élaboration du protocole AgBB, des experts du secteur industriel ont été consultés pour l'élaboration de cette liste. La construction des concentrations limites d'intérêt est basée, pour les deux protocoles, sur le choix d'une valeur de référence existante, produite par un organisme reconnu.

Le Tableau 4 présente l'arbre de choix adopté par l'ECA et l'AgBB pour la construction des CLI ainsi que les facteurs de sécurité pouvant être appliqués aux valeurs établies pour une exposition professionnelle. Le facteur de sécurité permet de prendre en compte les différences de conditions d'exposition (durée et fréquence) et de sensibilité entre les travailleurs et la population générale.

On peut constater que le protocole de l'AgBB s'appuie exclusivement sur des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) alors que celui de l'ECA s'appuie en première intention sur des valeurs guides et seulement en seconde intention sur des VLEP. Etant donné le mode de construction des VLEP qui peuvent intégrer des considérations autres que sanitaires (analytiques mais aussi socio-économiques,) les experts du GT n'ont pas souhaité que les CLI reposent sur les VLEP lorsque des valeurs sanitaires sont disponibles.

---

<sup>11</sup> Intégrant des COV et certains COSV, COTV au sens de la norme NF ISO 16000-6

<sup>12</sup> Intégrant uniquement des COV au sens de la DIS ISO 16000-6 ; liste mise à jour en 2008

**Tableau 4 : Valeurs de référence prises en compte pour la construction des CLI pour les protocoles ECA et AgBB**

	<i>ECA (1997)</i>	<i>AgBB (2008)</i>
<b>arbre de choix</b>	1) Valeurs guides de qualité d'air (VG) établies par différentes organisations <sup>13</sup> La plus faible est retenue	1) VLEP réglementaire allemande (TRGS 900) ou de l'Union européenne La plus faible est retenue
	2) Valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) : recherche des valeurs réglementaires danoise, allemande, anglaise ou américaine (recommandée par ACGIH) La plus faible est retenue	2) VLEP réglementaires d'autres pays européens La plus faible est retenue 3) VLEP recommandées : - allemande MAK – DFG ; américaine TLV- ACGIH ou WEEL - AIHA
	3) VG ou VLEP d'une autre substance définie	4) évaluation individuelle de la substance qui privilégie le choix de la VLEP la plus faible d'une substance de structure chimique analogue et de profil toxicologique comparable
<b>facteur de sécurité</b>	Pour les VLEP : → facteur 1000 pour les substances tératogènes, reprotoxiques et cancérigènes C3 suivant la classification de l'Union européenne, → facteur 100 pour les autres substances	Pour les VLEP : → facteur 1000 pour les substances cancérigènes, → analyse au cas par cas pour les substances mutagènes et reprotoxiques → facteur 100 pour les substances non cancérigènes → Analogie autre substance : conversion suivant le poids moléculaire de ces substances

<sup>13</sup> dont l'Organisation mondiale de la santé (WHO Air Quality Guidelines for Europe - 1<sup>st</sup> edition, 1987)

## 3 Protocole Afsset 2009 : application aux produits de construction et de décoration

Le groupe de travail a choisi une démarche équivalente à celle de l'ECA et de l'AgBB, en réponse à la demande qui était de s'inspirer de démarches existantes.

Le présent protocole présente une mise à jour du protocole Afsset 2006<sup>14</sup> pour les produits de construction solides et son extension aux produits liquides et aux produits de décoration. Il couvre ainsi l'ensemble des produits de construction et de décoration.

### 3.1 Généralités sur le protocole Afsset - 2009

#### 3.1.1 Choix des composés évalués

Le groupe de travail a décidé de retenir les composés analysables selon les méthodes normalisées existantes pour l'air intérieur : les COV **selon la norme NF ISO 16000 partie 6**, le formaldéhyde et les composés carbonylés suivants : acétaldéhyde, butyraldéhyde, propionaldéhyde, glutaraldéhyde et crotonaldéhyde **selon la norme NF ISO 16000 partie 3**.

Pour la mesure des COV, la norme précise que la méthode proposée est valable pour les COV non polaires ou légèrement polaires, dans une plage de concentration allant de quelques  $\mu\text{g.m}^{-3}$  à plusieurs  $\text{mg.m}^{-3}$ . Elle recommande l'utilisation de l'adsorbant Tenax couplé à l'analyse par chromatographie en phase gazeuse - détection à l'aide d'un détecteur à ionisation de flamme (DIF) et d'un détecteur à spectrométrie de masse (DSM) ou uniquement à l'aide de ce dernier. Elle permet de déterminer la présence et la concentration de composés organiques volatils de  $\text{C}_6$  (hexane) jusqu'à  $\text{C}_{16}$  (hexadécane). Les composés organiques très volatils (ayant une chaîne carbonée inférieure à  $\text{C}_6$ ) et semi volatils (ayant une chaîne carbonée supérieure à  $\text{C}_{16}$ ) ne sont pas pris en compte dans la procédure de qualification.

Pour les composés carbonylés, le support de prélèvement recommandé est du gel de silice imprégné de 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH) (NF ISO 16000-3).

#### 3.1.2 Choix des temps de prélèvements

Les normes NF EN ISO 16000-9 et 10 précisent que les émissions des produits de construction et de décoration doivent être caractérisées après  $72 \pm 2$  heures (soit 3 jours) et  $28 \pm 2$  jours de conditionnement en chambre (ou cellule) d'essai. Elles précisent aussi que, pour des besoins spécifiques, les émissions peuvent être également caractérisées après des temps plus courts (1 jour) ou plus longs (56 jours, 6 mois).

Actuellement, une durée de 28 jours est considérée comme un compromis acceptable pour la caractérisation du niveau d'émission d'un produit de construction, car jugé représentatif de sa vie en œuvre et donc d'un profil d'émission à long terme. Cette approche est conservatrice, les émissions en COV continuant généralement à décroître par la suite.

---

<sup>14</sup> Procédure de qualification des matériaux de construction sur la base de leurs émissions en composés organiques volatils et de critères sanitaires, Afsset, 2006.

La mesure à 3 jours est considérée comme reflétant une exposition lors de la mise en œuvre du produit ou dans un délai court après son application.

Les produits liquides, tels que les peintures, présentent la particularité d'avoir une cinétique d'émission rapide pendant l'application du produit et dans les premières heures qui suivent. Les experts du GT soulignent l'importance, pour ce type de produits, de prendre en compte l'exposition aiguë et les effets possibles sur la santé.

Toutefois, des limites liées à la prise en compte des expositions aiguës dans le protocole Afsset ont été identifiées dans les deux situations suivantes:

- *L'exposition pendant l'utilisation du produit*  
L'application d'un produit liquide correspond, sur le plan expérimental, à l'étape de préparation de l'éprouvette d'essai avant son introduction en chambre d'essai. L'exposition correspondante ne peut ainsi pas être caractérisée avec cette méthode, puisque le produit n'est pas encore dans la chambre d'essai.
- *L'exposition après l'utilisation du produit*  
Des mesures peuvent être réalisées dans les premières heures suivant l'introduction de l'éprouvette d'essai en chambre d'essai d'émission. Toutefois, comme le montre le Tableau 5, les valeurs de référence identifiées pour une exposition aiguë sont construites pour une durée d'exposition cible ou un pas de temps allant de 10 minutes à 14 jours. En effet ces valeurs sont construites par exemple pour appuyer la gestion de situations accidentelles ou de catastrophe (exposition unique, exemple des AEGL-1) ou bien être destinées à des expositions pouvant être répétées suite à des pics d'exposition ne résultant pas d'accidents (exemple des MRL, REL).

**Tableau 5 : Exemples de valeurs de référence pour une exposition aiguë par inhalation**

<u>Valeurs de référence</u>	<u>Organisme</u>	<u>Durée d'exposition cible</u>	<u>Population cible</u>	<u>Effet cible</u>
AEGL-1	US EPA	10 min, 30 min, 1h, 4h, 8 heures	Population générale (sensible comprise)	Effet non sévère transitoire et réversible (inconfort, irritation ou symptômes aspécifiques réversibles après l'arrêt de l'exposition)
MRL	ATSDR	1-14 jours	Population générale (sensible comprise)	Absence d'effet
REL	OEHHA	1 heure	Population générale (sensible comprise)	Absence d'effet

Compte tenu de ces limites, les émissions des produits liquides considérées dans ce protocole concernent uniquement les émissions rémanentes. Pour limiter l'exposition lors de l'application d'un produit liquide et après cette application, le GT attire l'attention sur le respect des bonnes pratiques : ventiler les locaux, prendre connaissance de l'étiquetage et de la fiche de données de sécurité du produit (notamment sur les précautions d'emploi et de stockage), ne pas occuper la pièce avant quelques jours, etc.

### 3.1.3 Prise en compte des substances classées CMR et des substances sensibilisantes par inhalation

#### 3.1.3.1 Substances cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction (CMR)

Les critères de classification des substances cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction sont repris, dans ce travail, tels qu'ils sont décrits à l'annexe VI de la directive 67/548/CEE modifiée relative à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses. Cette classification CMR prend en compte l'évaluation du potentiel toxique d'une substance en fonction des données disponibles à différents niveaux (études épidémiologiques, animales ou *in vitro*). Ainsi, trois catégories de substances cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction sont déterminées en fonction du degré de connaissances et de certitudes que l'on a sur la substance ou la préparation :

- CMR de catégorie 1 : substances et préparations que l'on sait être CMR pour l'homme ;
- CMR de catégorie 2 : substances et préparations pour lesquelles il existe une forte présomption que l'exposition de l'homme à de telles substances et préparations peut provoquer ou augmenter la fréquence d'apparition des effets CMR cités ci-dessus ;
- CMR de catégorie 3 : substances et préparations préoccupantes pour l'homme en raison d'effets CMR possibles mais pour lesquelles les informations disponibles sont insuffisantes pour classer ces substances et préparations dans la catégorie 2.

Il est important de noter que la directive 67/548/CEE a été abrogée par le « règlement CLP »<sup>15</sup> qui introduit parmi les classes de danger pour la santé les termes « cancérigénicité », « mutagénicité sur les cellules germinales » et « toxicité pour la reproduction ». Par ailleurs, les catégories 1, 2 et 3 de CMR sont respectivement remplacées par les catégories 1A, 1B et 2. Ce règlement est entré en application le 20 janvier 2009. La date limite proposée pour la reclassification des substances est le 1<sup>er</sup> décembre 2010 et pour les mélanges le 1<sup>er</sup> juin 2015.

Les classifications non réglementaires, telles que celle proposée par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), ne sont pas prises en compte dans le présent travail.

Dans le protocole Afsset, les substances cancérigènes et mutagènes de catégorie 3 (C3 ou M3) ainsi que les substances toxiques pour la reproduction de catégorie 1 à 3 (R1 à R3) sont prises en compte individuellement. Certains composés classés cancérigènes et/ou mutagènes de catégories 1 et 2 (CM1-2) par l'Union européenne ont un mécanisme d'action considéré comme sans seuil de dose<sup>16</sup>. Le groupe de travail a décidé de considérer une concentration unique à ne pas dépasser quel que soit le composé CM1-2 mesurable par les normes NF ISO 16000-3 et 6 à l'instar du protocole allemand de l'AgBB.

Les niveaux choisis par les experts du groupe de travail correspondent à ceux déterminés par les experts de l'AgBB, et conduisent ainsi, en particulier pour le seuil à 28 jours, à **considérer qu'aucun composé volatils cancérigène (C1 ou C2) et/ou mutagène (M1 ou M2) ne soit mesurable à l'état de traces par les outils analytiques actuellement disponibles**. L'objectif est donc bien de rejeter tout produit de construction pouvant induire une exposition à ce type de polluants (concentration limite adaptée aux techniques analytiques préconisées dans les normes NF ISO 16000-3 et 6).

---

<sup>15</sup> Règlement 1272/2008 relatif à la classification, l'étiquetage et l'emballage des substances et des mélanges (CLP).

<sup>16</sup> Il s'agit des effets sanitaires (ici le cancer) dont la probabilité d'apparition et non la gravité croît avec la dose d'exposition. On considère généralement que ces effets peuvent survenir sans seuil, autrement dit, dès qu'une exposition existe, aussi faible soit-elle.

L'élaboration d'une liste de composés classés cancérigènes et mutagènes de catégories 1 et 2 à rechercher systématiquement dans le cadre de cette procédure a été souhaitée par le groupe de travail. L'INERIS a réalisé en 2008 à la demande du ministère chargé de l'écologie une étude sur les substances classées CMR 1-2 par l'Union Européenne émises par les matériaux de construction présents sur le marché français. Cette étude était basée sur une enquête de filières recensant l'utilisant des CMR 1 et 2 dans l'industrie française, sur une étude bibliographique des émissions de CMR 1 et 2 par les produits de construction et de décoration et sur une évaluation des risques sanitaires liée à ces émissions. Ces travaux ont permis de dresser une liste de 5 substances cancérigènes et mutagènes de catégories 1 et 2 (Tableau 6) potentiellement émises par les produits de construction et de décoration. Parmi ces 5 composés, la norme ISO 16000-6 ne permet de détecter et de quantifier que le benzène et le trichloroéthylène.

**Tableau 6 : Liste indicative de substances cancérigènes et mutagènes de catégories 1 et 2 potentiellement émises par les produits de construction**

<u>nom substance</u>	<u>classification européenne</u>	<u>n°CAS</u>
trichloroéthylène	C2, M3	79-01-6
benzène	C1, M2	71-43-2
chlorure de vinyle monomère	C1	75-01-4
1 chloro-2-3-époxypropane	C2	106-89-8
oxyde de propylène	C2, M2	75-56-9

### 3.1.3.2 Substances sensibilisantes par inhalation

La réaction allergique est une réponse anormale et excessive du système immunitaire. Cette réaction est constituée de 2 phases : une phase de sensibilisation et une phase d'élicitation. Suite à un premier contact avec un allergène, celui-ci peut induire une phase de sensibilisation. Durant cette étape, l'exposition à la substance n'entraîne pas de manifestation clinique. Lors d'un contact ultérieur avec la même substance, la réaction allergique peut se traduire par des symptômes tels que des rhinites, de l'asthme, une conjonctivite ou un choc anaphylactique. Les experts du groupe de travail ont donc jugé nécessaire de détecter les émissions de telles substances, lorsque cela est possible, afin d'indiquer leur présence pour les personnes ayant un terrain allergique ou se sachant sensibilisées à une substance donnée. Dans ce cadre, les substances sensibilisantes par voie respiratoire ont été recherchées parmi la liste de substances disposant de CLI dans le protocole Afsset 2006.

Les critères de classification des substances sensibilisantes employés dans ce contexte sont issus de la directive 67/548/CEE modifiée (tenant compte de la 31<sup>ème</sup> adaptation au progrès technique votée le 15 janvier 2009). Les substances sensibilisantes par voie respiratoire sont qualifiées par la phrase de risque R42 : « peut entraîner une sensibilisation par inhalation ».

Il n'existe pas à ce jour, contrairement à la sensibilisation cutanée, de protocole expérimental validé reconnu pour caractériser la sensibilisation respiratoire. Les sensibilisants respiratoires sont ainsi classés sur la base de données épidémiologiques et de cas cliniques, ce qui explique le nombre limité de substances actuellement classées R42.

Les substances sensibilisantes par voie cutanée n'ont, quant à elles, pas été retenues dans ce travail car la voie d'exposition n'a pas été considérée comme pertinente dans ce contexte de qualification des émissions de composés organiques dans l'air.

Une distinction a ainsi été faite entre les substances sensibilisantes et irritantes par voie respiratoire car les mécanismes de toxicité sont différents. La réaction de sensibilisation n'a, par exemple, pas lieu lors du premier contact et peut être déclenchée à des concentrations beaucoup



plus faibles que les concentrations irritantes. Les valeurs de référence recherchées dans ce travail n'ont pas été établies pour des effets sensibilisants alors que les effets irritants ont pu être retenus comme effets critiques pour certaines de ces valeurs.

Pour autant une personne sensibilisée pourra par la suite déclencher des symptômes allergiques suite à une exposition et les experts ont donc jugé utile d'inclure des sensibilisants respiratoires dans le protocole.

Deux substances classées R42 ont été retrouvées et sont concernées par ce protocole :

- Le glutaraldéhyde (n°CAS : 111-30-8) ;
- L'hexaméthylènetétramine (n°CAS : 100-97-0).

Il est important de noter que la directive 67/548/CEE a été abrogée par le règlement CLP. Ce règlement introduit une catégorie 1 de danger pour les substances sensibilisantes (Annexe I du règlement 1272/2008). La phrase de risque R42 est remplacée par la mention de danger H331 « Peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation ». Ce règlement est entré en application le 20 janvier 2009. La date limite proposée pour la modification de classification des substances est le 1<sup>er</sup> décembre 2010 et pour les mélanges le 1<sup>er</sup> juin 2015.

Les experts du GT ont décidé de proposer que soient spécifiquement recherchées les substances classées « sensibilisants respiratoires » lors des essais à 3 et 28 jours dans le protocole Afsset. Pour ces substances, il n'est toutefois pas proposé de seuil. **La présence de ces substances à l'émission doit être mentionnée sur le produit (étiquetage) pour informer les personnes ayant un terrain allergique ou qui se savent sensibilisées.**

Remarque : Pour l'hexaméthylènetétramine, la fiche toxicologique de l'INRS, éditée en 2008, indique que cette substance a une pression de vapeur de  $5.10^{-2}$  kPa, ce qui en fait un COV. Mais, d'après ses propriétés physico-chimiques, une décomposition est attendue entre 200 et 300 °C. La technique NF 16000-6 qui nécessite une désorption thermique entre 260 et 280 °C n'est donc *a priori* pas optimale pour mesurer cette substance.

Remarque : Le glutaraldéhyde est mesurable par HPLC selon la norme NFISO 16000-3.

### 3.1.4 Test d'odeur

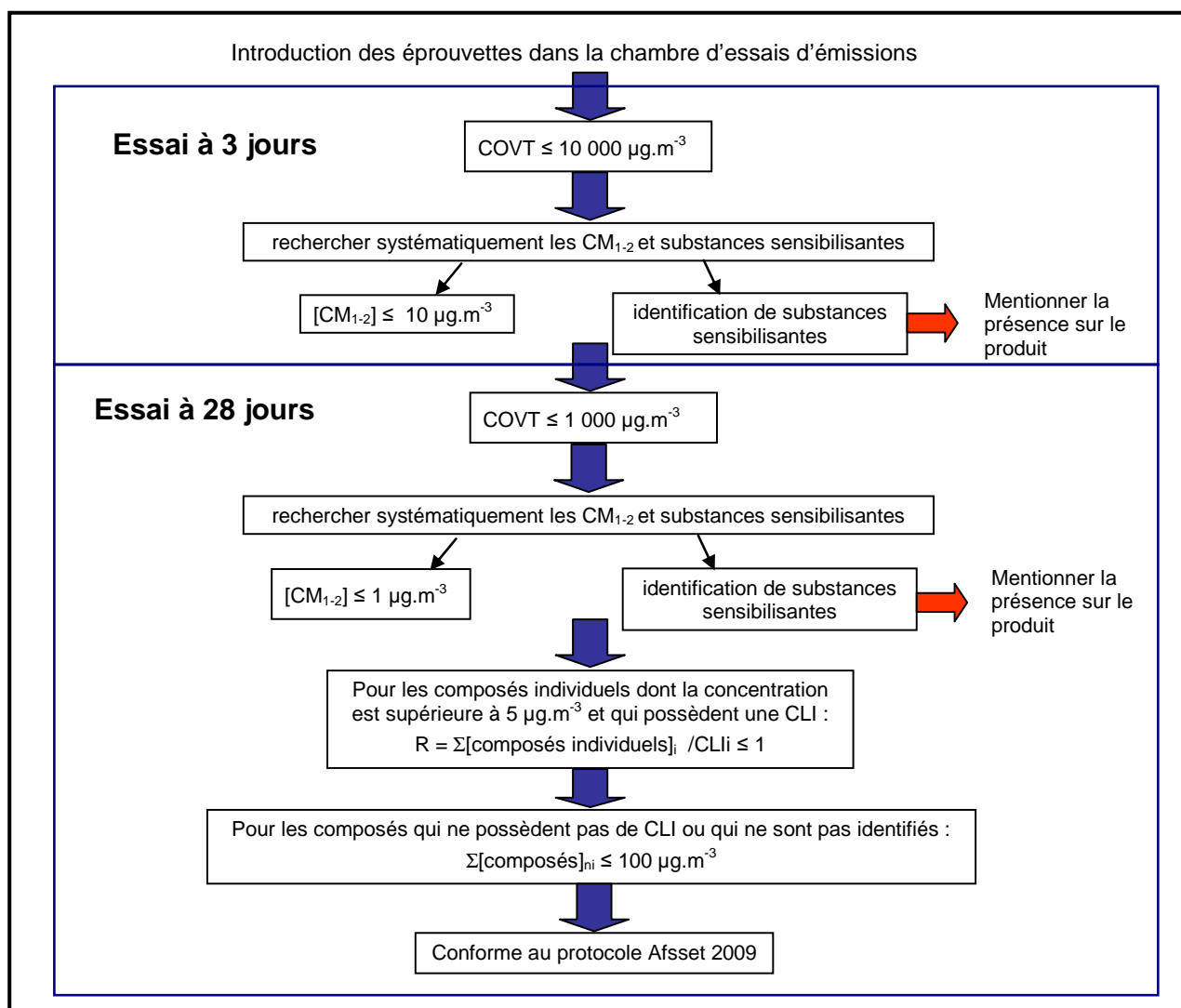
Le groupe de travail n'a pas retenu la réalisation d'une mesure d'odeur dans le protocole de qualification des matériaux de construction et de décoration. Plusieurs méthodes de mesure des odeurs dans l'air intérieur ou à l'émission des produits existent (notamment acceptabilité ou intensité d'odeur) sans faire l'objet d'harmonisation et de consensus, en particulier sur la détermination d'une valeur limite acceptable en terme d'analyse sensorielle (ECA, 1999). La réalisation d'un test d'odeur nécessite la participation de nez humains.

La normalisation de l'évaluation sensorielle des émissions des matériaux et des produits de construction est en cours de développement au niveau international (ISO TC 146/SC-ISO/WD16000-28).

La mesure des odeurs peut être réalisée en parallèle aux analyses chimiques nécessaires au protocole, par exemple pour fournir des informations en matière de confort olfactif des environnements intérieurs, mais ce type de mesure reste complémentaire au protocole Afsset et n'y est pas intégré.

## 3.2 Description du protocole Afsset 2009

Le schéma de principe du protocole décline les étapes et les critères proposés pour la qualification de produit de construction et de décoration.



**Figure 1 : Schéma de principe du protocole Afsset 2009**

Le protocole proposé par l'Afsset permet de qualifier les matériaux de construction et de décoration au vu de leurs émissions de composés volatils. Cette partie décrit les trois étapes fondamentales :

- Mesure du facteur d'émission spécifique ( $\mu\text{g.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ ) d'un produit dans des conditions normalisées à 3 et 28 jours (normes NF EN ISO 16000-3, 6, 9, 10 et 11) ;
- Calcul des concentrations d'exposition dans une pièce de référence (définie en terme de dimensions et de conditions de ventilation) à l'intérieur de laquelle le produit testé aurait été mis en œuvre, selon un scénario conventionnel ;
- Comparaison des concentrations d'exposition (après 3 et 28 jours) à des concentrations limites établies pour la concentration en COV totale [COVT], pour la concentration en substances cancérogènes et mutagènes (catégories UE 1 et 2) et pour la concentration de chaque composé individuel.

### 3.2.1 Mesure des facteurs d'émission spécifiques

#### 3.2.1.1 Préparation des éprouvettes d'essai pour des produits solides et liquides

La norme NF EN ISO 16000-11 précise les procédures d'échantillonnage et de préparation des éprouvettes d'essai pour la caractérisation des émissions des produits de construction solides, liquides et combinés.

L'annexe A (normative) de la norme NF EN ISO 16000-11 détaille ainsi ces procédures pour les produits solides en rouleaux et pour les produits rigides.

L'annexe B (normative) détaille ces mêmes procédures pour différents types de produits liquides :

- ⇒ Peintures, vernis et primaires d'imprégnation,
- ⇒ Adhésifs,
- ⇒ Produits de ragréage, revêtements de sol en résine et enduits,
- ⇒ Matériaux pour chapes et béton,
- ⇒ Joints d'étanchéité et mastics de rebouchage,
- ⇒ Mastics.

Au sens de la norme, les peintures doivent être appliquées sur un support en verre, en acier inoxydable ou sur une feuille de polyester. Pour des besoins d'essais spécifiques visant à caractériser les émissions de peintures, vernis ou lasures appliqués sur leurs véritables supports (par exemple : peinture appliquée sur plaque de plâtre ou lasure appliquée sur lambris), on est alors dans le cas d'un matériau combiné et les émissions du support doivent être caractérisées avant d'y appliquer le produit testé.

Enfin, l'annexe C (informative) donne des recommandations pour la préparation d'essais sur des produits combinés.

#### 3.2.1.2 Conditionnement des éprouvettes d'essai

Les normes NF EN ISO 16000-9 et 10 définissent les conditions dans lesquelles les essais sont réalisés :

- Température :  $23 \pm 2$  °C,
- Humidité relative :  $50 \pm 5$  %,
- Concentrations de fond inférieures à  $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  en COVT et à  $2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  en composés individuels,
- Vitesse de l'air comprise entre 0,1 et 0,3 m.s<sup>-1</sup>.

#### 3.2.1.3 Prélèvements et analyses des COV

Les émissions des produits de construction et de décoration sont caractérisées après  $72 \pm 2$  heures (3 jours) et  $28 \pm 2$  jours (28 jours) de conditionnement en chambre ou cellule d'essai.

La méthode de mesure des concentrations en sortie des chambres ou cellules d'essai d'émission pour les COV repose sur un prélèvement actif par pompage à travers un tube contenant un adsorbant spécifique (Tenax TA®), suivi par une désorption thermique et une analyse par chromatographie en phase gazeuse avec détection par spectrométrie de masse (MS) et/ou ionisation de flamme (FID) (NF ISO 16000-6).

Le principe de la mesure des COV consiste à :

- rechercher les composés CMR de catégorie 1 et 2 ciblés (benzène et trichloroéthylène, voir paragraphe 3.2.3.2) et les quantifier par étalonnage spécifique,
- identifier tous les COV présentant une concentration supérieure à  $1 \mu\text{g.m}^{-3}$  (en équivalent toluène),
- quantifier ces composés avec leur facteur de réponse spécifique (ou en utilisant le facteur de réponse du toluène si le facteur de réponse spécifique n'est pas disponible).

Une étude inter laboratoires récente menée dans le cadre du protocole AgBB et rassemblant 29 laboratoires européens a permis d'avoir une bonne idée sur les incertitudes de mesures pour la caractérisation des émissions de COV par les produits de construction (Wilke *et al.*, 2009). On rappelle que cette caractérisation comprend plusieurs étapes :

- échantillonnage et préparation des éprouvettes d'essai (selon NF EN ISO 16000-11),
- conditionnement des éprouvettes d'essai en chambre ou cellule d'essai d'émission (selon NF EN ISO 16000-9 ou NF EN ISO 16000-10),
- prélèvements actifs sur tubes garnis de Tenax TA (selon NF ISO 16000-6)
- analyse par désorption thermique et chromatographie gazeuse avec détection MS et/ou FID (selon NF ISO 16000-6).

Pour les 26 laboratoires participants, les coefficients de variation sur les résultats étaient compris entre 17% et 19% pour le butanol, le butyle acétate, le dibutyle éther et le butyle acrylate (concentrations de l'ordre de  $15$  à  $60 \mu\text{g.m}^{-3}$ ). Des coefficients de variation plus importants ont été calculés pour un COV plus difficile à analyser (coefficient de variation de 61% pour l'éthanediol à des niveaux de concentrations de l'ordre de  $500 \mu\text{g.m}^{-3}$ ) ou pour des COV présents à des faibles concentrations (coefficients de variation de 43 et 47 % pour des niveaux de concentrations de l'ordre de  $5 \mu\text{g.m}^{-3}$ ) (Wilke *et al.*, 2009).

#### 3.2.1.4 Prélèvements et analyses du formaldéhyde et des autres composés carbonylés

Pour les composés carbonylés identifiés dans la partie 3.1.1, la mesure des concentrations en sortie des chambres ou cellules d'essai d'émission est réalisée par prélèvement actif par pompage avec un tube contenant du gel de silice imprégné de DNPH, suivi par une élution liquide à l'acétonitrile et une analyse par chromatographie liquide haute performance avec détection UV (HPLC/UV) (NF ISO 16000-3).

L'AgBB indique que la mesure des aldéhydes avec les techniques décrites dans la norme NF ISO 16000-6 pose des problèmes notamment pour les substances qui disposent de CLI faibles (performance analytique insuffisante en termes de limite de quantification). Il recommande l'utilisation de la méthode DNPH-HPLC décrite dans ce chapitre pour ces substances dont le glutaraldéhyde (AgBB, 2008). La fiche Métropol de l'INRS propose aussi cette méthode pour la mesure des aldéhydes (dont le glutaraldéhyde) dans l'atmosphère du poste de travail (INRS, 2007).

Une étude inter-laboratoires a été menée en 2008 et a rassemblé 6 laboratoires européens. Elle a été organisée par FCBA à la demande des professionnels des panneaux à base de bois (UIPP, UFC). Elle fournit les premières données européennes de variabilité des émissions de formaldéhyde par un produit de construction solide (panneau de particules) selon la série de normes ISO 16000 (FCBA, 2009). Un plan d'expérience spécifique a été développé pour minimiser la variabilité de l'échantillonnage :

- échantillonnage et préparation des éprouvettes d'essai à partir d'un panneau de particules,
- pré-conditionnement des éprouvettes d'essai 4 semaines avant essai,

- conditionnement des éprouvettes d'essai en chambre d'essai d'émission selon NF EN ISO 16000-9,
- prélèvements actifs sur gel de silice imprégné de 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH) après 3 et 28 jours,
- élution liquide à l'acétonitrile et analyse du formaldéhyde et de l'acétaldéhyde par HPLC/UV selon NF ISO 16000-3.

Pour les 6 laboratoires participants, le coefficient de variation inter-laboratoires était égal à 17,4 % pour des concentrations de formaldéhyde de l'ordre de  $58 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  à 28 jours. Un coefficient de variation inter-laboratoires du même ordre (17,4 %) a été calculé pour l'acétaldéhyde pour des concentrations plus faibles (moyenne de  $5,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  à 28 jours).

### 3.2.1.5 Calcul des facteurs d'émission spécifiques

Le facteur d'émission spécifique surfacique  $\text{SER}_A$  (Area specific emission rate, en  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ) est calculé de la façon suivante :

$$\text{SER}_A = C_a \cdot \text{TRA}_{\text{CE}} / L_{\text{CE}}$$

où  $C_a$  représente la concentration mesurée en sortie de la chambre d'essai (en  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ),  $\text{TRA}_{\text{CE}}$  le taux de renouvellement d'air dans la chambre d'essai (en  $\text{h}^{-1}$ ) et  $L_{\text{CE}}$  le taux de charge du produit testé (en  $\text{m}^2\cdot\text{m}^{-3}$ ), défini de la façon suivante :

$$L_{\text{CE}} = S_{\text{MAT}} / V_{\text{CE}}$$

où  $S_{\text{MAT}}$  représente la surface émissive du matériau testé (en  $\text{m}^2$ ) et  $V_{\text{CE}}$  le volume de la chambre d'essai (en  $\text{m}^3$ ).

Remarque : On appelle souvent  $q_e$  le débit d'air spécifique par unité de surface pendant l'essai (en  $\text{m}^3\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ) défini de la façon suivante :

$$q_e = \text{TRA}_{\text{CE}} / L_{\text{CE}}$$

Le facteur d'émission spécifique surfacique  $\text{SER}_A$  (en  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ) traduit les propriétés émissives intrinsèques du produit testé alors que le débit d'air spécifique par unité de surface  $q_e$  (en  $\text{m}^3\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ) reflète un scénario d'utilisation du produit.

### 3.2.2 Calcul des concentrations d'exposition

Pour réaliser la qualification des émissions des produits de construction et de décoration par rapport à des concentrations limites, notamment par comparaison aux concentrations limites d'intérêt (CLI) (voir paragraphe 3.2.3), on calcule, à partir des résultats de l'essai exprimés en facteurs d'émission spécifique surfacique, des concentrations d'exposition dans une pièce de référence. Ce principe consiste à évaluer la contribution des émissions d'un produit de construction (caractérisées par leurs  $\text{SER}_A$ ) à la qualité de l'air intérieur d'une pièce de référence définie en termes de dimensions et de taux de renouvellement de l'air.

Les concentrations d'exposition ( $C_{\text{exp}}$ , en  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) dans la pièce de référence sont définies à partir des facteurs d'émission spécifique surfacique  $\text{SER}_A$  :

$$\text{SER}_A = C_{\text{exp}} \cdot \text{TRA}_{\text{PR}} / L_{\text{PR}}$$

où  $\text{TRA}_{\text{PR}}$  le taux de renouvellement d'air dans la pièce de référence (en  $\text{h}^{-1}$ ) et  $L_{\text{PR}}$  le taux de charge du produit mis en œuvre dans la pièce de référence (en  $\text{m}^2\cdot\text{m}^{-3}$ ).

Par conséquent, les concentrations d'exposition ( $C_{\text{exp}}$ , en  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) dans la pièce de référence sont calculées de la façon suivante :

$$C_{\text{exp}} = \text{SER}_A \cdot L_{\text{PR}} / \text{TRA}_{\text{PR}}$$

Les dimensions de la pièce de référence sont définies dans le projet de norme « chapeau » du CEN TC 351 (TC351/WG2, N124). Le GT COV a adopté ces dimensions, représentatives d'un logement, car elles ont par ailleurs été également reprises dans les projets de textes réglementaires liés à la mise en œuvre du Grenelle Environnement (voir paragraphe 1.1).

Le taux de renouvellement d'air dans la pièce de référence ( $TRA_{PR}$ ) est égal à  $0,5 \text{ h}^{-1}$ , la hauteur sous plafond est de 2,5 m et le volume de la pièce de référence ( $V_{PR}$ ) est de  $30 \text{ m}^3$ . Les dimensions des différentes surfaces sont définies dans le tableau suivant :

**Tableau 7 : Dimensions de la pièce de référence (selon le projet de norme du CEN TC 351)**

Pièce de référence	Surface ( $S_{PR}$ ) (en $\text{m}^2$ )	Taux de charge ( $L_{PR}$ $= S_{PR}/V_{PR}$ ) (en $\text{m}^2/\text{m}^3$ )	Débit d'émission spécifique surfacique ( $q_{PR} = TRA_{PR}/L_{PR}$ ) (en $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ )
Sol	12	0,40	1,25
Plafond	12	0,40	1,25
1 porte	1,6	0,05	10
1 fenêtre	2	0,07	7
Murs (moins fenêtre et porte)	31,4	1	0,5
Joint (ou très petites surfaces)	0,2	0,007	70

### 3.2.3 Comparaison des concentrations d'exposition calculées à des concentrations limites

#### 3.2.3.1 Composés organiques volatils totaux COVT

La procédure de qualification Afsset propose un premier critère pour les COVT. La concentration en COVT est couramment utilisée comme indicateur global de la teneur en COV des émissions des produits de construction mais ce paramètre n'a pas de valeur sanitaire en soi.

Après 3 et 28 jours de conditionnement de l'éprouvette d'essai en chambre d'essai d'émission, le protocole Afsset (2009) recommande que la concentration en COVT n'excède pas respectivement  $10\,000$  et  $1\,000 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ .

$$\text{Soit à 3 jours, } [COVT] \leq 10\,000 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$$

et

$$\text{à 28 jours, } [COVT] \leq 1000 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$$

#### 3.2.3.2 Substances cancérigènes et mutagènes

Le protocole AgBB a fait évoluer son critère pour les COV cancérigènes de catégorie 1 et 2 de l'Union européenne lors de la dernière actualisation du rapport en 2008 pour des raisons métrologiques. A présent, aucune substance cancérigène de catégories 1 et 2 ne doit avoir une concentration d'exposition supérieure à  $10$  et  $1 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  respectivement à 3 et 28 jours. Précédemment, ce critère portait sur la somme des substances cancérigènes de catégorie 1 et 2 qui devait respecter les mêmes valeurs à 3 et 28 jours, à savoir  $10$  et  $1 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ .

Les niveaux choisis par les experts du groupe de travail correspondent à ceux déterminés par les experts de l'AgBB, et conduisent ainsi, en particulier pour le seuil à 28 jours, à **considérer qu'aucun COV cancérigène (C1 ou C2) et/ou mutagène (M1 ou M2) ne soit mesurable à l'état de traces par les outils analytiques actuellement disponibles**. L'objectif est donc bien de

rejeter tout produit de construction pouvant induire une exposition à ce type de polluants (concentration seuil adaptée aux techniques analytiques préconisées dans les normes NF ISO 16000-3 et 6).

Après 3 et 28 jours de conditionnement de l'échantillon en chambre d'essai d'émission, le protocole Afsset (2009) recommande que les concentrations d'exposition prises individuellement pour les substances cancérigènes et mutagènes (de catégories 1 et 2) n'excèdent pas respectivement 10 et 1  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Soit à 3 jours,  $CM_{1,2} \leq 10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

et à 28 jours,  $CM_{1,2} \leq 1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

*Remarque : Il est important de souligner que les substances inscrites dans la liste des substances CMR ne sont pas toutes des COV. Pour information, cette liste ne présente pas à l'heure actuelle (jusqu'à la 30<sup>ème</sup> ATP) de substances classées M1 et il est remarqué que les substances classées M2 sont aussi classées C1 ou C2 (sauf le carbendazime et le benomyl qui ne sont pas des COV). Jusqu'à la publication de la prochaine adaptation au progrès technique de la directive 67/548/CEE, la mesure des composés C1 et C2 revient donc à considérer aussi les substances mutagènes de catégorie 2.*

Les substances cancérigènes et mutagènes de catégorie 3 (C3 ou M3) ainsi que les substances toxiques pour la reproduction (R1 à R3) sont considérés comme ayant des effets à seuil et sont considérés individuellement suivant l'arbre décisionnel décrit dans le paragraphe suivant.

Les composés cancérigènes et mutagènes de catégorie 1 et 2 recherchés dans le cadre de ce protocole sont le benzène (C1) et le trichloroéthylène (C2) (voir 3.3.3).

### 3.2.3.3 Composés individuels

- *Définition d'une concentration limite d'intérêt (CLI)*

L'objectif de cette dernière étape du protocole est de comparer les concentrations d'exposition pour chaque composé individuel à des concentrations limite d'intérêt (CLI). Une CLI est considérée comme une concentration limite et a pour objectif de prévenir la survenue d'effets sanitaires lors d'une exposition à long terme à des émissions de matériaux de construction et de décoration.

Une CLI est construite pour chaque composé individuel suivant les valeurs de référence disponibles : valeurs guides de qualité d'air, valeurs toxicologiques de référence (VTR), valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP). Selon les cas, un facteur de sécurité peut être appliqué à la valeur de référence retenue. La CLI d'une substance n'a pas pour objectif d'être utilisée comme valeur de référence pour la qualité d'air intérieur en tant que telle, même si les valeurs guides de qualité d'air constituent le premier niveau de choix de l'arbre décisionnel décrit dans la méthode de construction ci-dessous. La CLI constitue davantage un outil permettant de situer les niveaux d'émissions de composés volatils par les produits de construction et de décoration, par comparaison.

Pour la construction d'une CLI, une première liste de substances individuelles a été établie dans le protocole version 2006. Cette liste intégrait l'ensemble des substances considérées par les protocoles ECA et AgBB (2005).

La liste des substances a été actualisée pour le protocole Afsset 2009 au vu :

- des normes d'essai retenues,
- de la liste actualisée 2008 du protocole AgBB,
- des résultats d'essais d'émission réalisés à la demande de l'Afsset sur des produits liquides qui ont permis d'identifier de nouvelles substances émises par ces produits.

- *Méthode de construction des CLI*
  - Choix de la valeur de référence : arbre décisionnel

Afin de choisir la CLI à appliquer dans le cadre du protocole Afsset, le groupe de travail a décidé de s'inspirer de la démarche suivie par l'ECA et l'AgBB en suivant un arbre de choix.

Ainsi, il a semblé pertinent de prendre en considération en tout premier lieu les valeurs guides de qualité d'air intérieur proposées par l'Afsset (Afsset, 2007), celles proposées dans le projet européen INDEX (EC, 2005) et enfin celles recommandées par l'OMS pour l'air ambiant (OMS, 2000).

Afin d'utiliser des données sanitaires applicables dans des milieux non spécifiques et pour une population dite « générale » (par opposition avec le milieu professionnel), le groupe de travail a suggéré de retenir en second choix les valeurs toxicologiques de référence (VTR) définies pour une exposition chronique par voie respiratoire. Ces valeurs proposées par des organismes internationaux ou nationaux ont été recherchées dans les bases de données ou sites internet référencés par le moteur de recherche Furetox<sup>17</sup> (IRIS – US EPA, RIVM, ATSDR, OEHHA, Health Canada, etc.). Si plusieurs valeurs existent pour une même substance, par précaution et en l'absence d'une expertise toxicologique approfondie pour l'ensemble des substances, la plus faible des valeurs construites sur un pas de temps chronique est choisie comme CLI.

En troisième choix, certains composés ne disposant pas de valeur guide ou de VTR, le groupe de travail a décidé de retenir des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) en privilégiant les valeurs moyennes d'exposition européennes, françaises, allemandes et américaines, devant les valeurs issues d'autres pays européens tels que la Suède et le Danemark notamment.

Enfin, si aucune des valeurs précédemment citées n'est actuellement disponible, le groupe de travail a choisi de conserver l'extrapolation faite pour ces substances, dans le cadre des protocoles ECA et AgBB, c'est-à-dire d'adopter la CLI d'une substance de structure chimique analogue et de profil toxicologique similaire. Néanmoins, les experts du groupe de travail indiquent que ces valeurs ne sont pas pleinement satisfaisantes d'un point de vue toxicologique et qu'il subsiste dans ce cas une incertitude importante sur les niveaux proposés. S'appuyant en partie sur l'expertise menée par l'ECA et l'AgBB, les experts du GT ont repris ce critère pour choisir des CLI mais soulignent qu'une évaluation particulière doit être menée sur les substances concernées afin de définir dans le futur des CLI à partir de leurs propres caractéristiques toxicologiques.

La méthode élaborée par le groupe de travail pour définir ces CLI est donc basée sur l'arbre décisionnel suivant, présenté par ordre décroissant de choix :

- 1) Valeurs guides de qualité d'air
  - i) Valeurs guides de qualité d'air intérieur françaises (Afsset)
  - ii) « Exposure Limit » long terme proposée dans le projet européen INDEX par le Joint Research Centre (2005).
  - iii) Valeurs guides OMS (Air Quality Guidelines (AQG) for Europe, 2000) : Si plusieurs AQG, alors la valeur définie sur le pas de temps le plus long est retenue.
- 2) Valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour une exposition chronique par voie respiratoire.

Si plusieurs VTR existent dans les bases IRIS, ATSDR, OEHHA et Health Canada, alors la plus faible est retenue,

---

<sup>17</sup> <http://www.furetox.fr/home.html>



### 3) Valeurs Limites d'Exposition Professionnelles (VLEP)

- i) VLEP recommandées ou à défaut réglementaires par des organismes reconnus : OEL de l'Union européenne sur 8 h (Directives 2006/15/CE, 2000/39/CE et 91/322/CE), VME françaises (INRS, octobre 2007 - Afsset), Allemagne (TRGS 900-AGS; MAK DFG mise à jour en 2007), américaines (TLV-TWA ACGIH, 2007 – WEEL AIHA, 2007). Si plusieurs VLEP sont disponibles, alors la plus faible est retenue,
  - ii) VLEP autres pays européens. Si plusieurs VLEP sont disponibles, alors la plus faible est retenue,
- 4) Choix d'une CLI selon l'arbre décisionnel pour une substance analogue (même substance analogue que celle proposée par l'ECA ou l'AgBB)<sup>18</sup>
- 5) Choix de la valeur NIK du protocole AgBB 2008 ou le cas échéant la LCI du protocole ECA (1997).

L'Annexe 2 présente les différentes typologies de valeurs de référence prises en compte pour la construction des CLI.

- Choix des facteurs de sécurité

Il est important de noter que les concentrations mesurées en sortie de la chambre ou cellule d'émission sont données à un instant t. Elles sont ensuite converties en concentrations d'exposition.

En suivant cet arbre décisionnel, les experts du groupe de travail ont décidé que, pour une meilleure homogénéité entre les CLI proposées, soient appliqués des facteurs dits « de sécurité (FS) » pour corriger les VLEP, considérées par les experts du GT non adaptées à la problématique de protection de la population générale. En effet, sur les 165 CLI proposées, 102 sont établies sur la base de VLEP.

Les méthodes de construction des valeurs moyennes d'exposition (VME) destinées à protéger la santé des travailleurs, des valeurs guides de qualité de l'air et des VTR à seuil pour une exposition chronique par voie respiratoire définies pour la population générale sont proches. Néanmoins, les VME ne peuvent être considérées comme transposables pour protéger la population générale car :

- La durée d'exposition considérée correspond à la durée de travail : 8 h/jour, 5 jours/semaine (ou 240 jours/an), pendant 40 ans. Cette période d'exposition est donc discontinuée.
- La population active est plus homogène que la population générale. Elle correspond à des personnes adultes en bonne santé et n'intègre pas les nourrissons, enfants, personnes âgées, etc.

Les VME sont construites en premier lieu à partir de relations dose-effet définies par différentes phases :

- 1) aucun effet
- 2) effets compensatoires ou précoces, sans conséquence néfaste pour la santé
- 3) troubles de santé précoces, effets néfastes clairs
- 4) maladie déclarée
- 5) décès

---

<sup>18</sup> Substance de structure chimique analogue qui a un profil toxicologique comparable

Les effets sont considérés comme devenant néfastes au cours du passage de la phase 2 à la phase 3. La définition au sens large des effets néfastes inclut le concept de « nuisances » en milieu du travail (difficulté d'objectiver), qui se différencie cependant d'une simple perception.

Ainsi, dans le cas où la valeur retenue pour fixer une CLI est une VME ou toute autre valeur de gestion applicable en milieu professionnel, le groupe de travail a décidé d'appliquer un facteur de sécurité (FS).

Ce facteur de sécurité intègre deux composantes :

- un facteur de « transposition », tenant compte de la différence de durée d'exposition entre les populations professionnelle (exposition 8 heures par jour, 5 jours par semaine, pendant 40 ans) et générale (exposition 24 heures par jour, 7 jours par semaine, pendant 70 ans) ce qui correspond à un facteur de 4,2 ( $8/24 * 5/7$ ) ;
- un facteur de « précaution » pour tenir compte du type de population considérée (professionnel pour les VME versus général pour les CLI), correspondant à un facteur d'incertitude de 10 pour tenir compte de la variabilité au sein de la population humaine : il existe en effet des personnes plus sensibles au sein de la population générale que chez les travailleurs (enfants et personnes âgées par exemple).

On obtient par ce calcul un facteur de 42. Or, les informations nécessaires à l'élaboration d'une VME, outre les données de toxicité, prennent en compte également les méthodes de mesure des concentrations dans l'air sur le lieu de travail et éventuellement d'autres considérations socio-professionnelles.

Compte tenu du facteur de sécurité retenu par l'AgBB (égal à 100), le groupe de travail a choisi une démarche conservatrice en retenant le même facteur de sécurité égal à 100.

Pour les substances cancérigènes et/ou mutagènes de catégorie 3 (CM3) ainsi que les substances toxiques pour la reproduction (R1 à R3), il a été décidé d'appliquer un facteur supplémentaire de 10 afin de tenir compte du classement CMR de ces composés. Pour ces substances, un facteur de 1000 est donc appliqué pour le calcul d'une CLI à partir d'une VME.

Les valeurs des CLI pour les substances identifiées en 2006 ont été actualisées dans ce document afin de considérer l'évolution des connaissances, plus précisément de la mise à jour des valeurs de référence ainsi que la publication de nouvelles valeurs suivant l'arbre décisionnel détaillé dans la partie précédente. La liste actualisée est fournie en Annexe 3.

Le protocole considère les substances individuelles évaluables lorsque leur concentration d'exposition est supérieure à  $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Or la construction des CLI telle que définie dans cette partie a amené à proposer quelques CLI inférieure à  $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Les substances concernées sont le glutaraldéhyde, le tributyl phosphate, le triéthyl phosphate, le 5-chloro-2-méthyl-2H-isothiazol-3-one. Pour ces substances, quelle que soit la concentration d'exposition calculée, il est nécessaire de la comparer à leur CLI.

Il est calculé pour chaque composé individuel identifié, les ratios :

$$R_i = [\text{composé\_individuel}]_i / CLI_i$$

Il est supposé ici que chaque composé individuel n'a pas d'effet si le ratio  $R_i$  ne dépasse pas 1.

Dans une approche conservatrice et par analogie avec les protocoles ECA et AgBB, le protocole Afsset (2009) recommande que l'indice R, somme des  $R_i$ , ne dépasse pas la valeur de 1, soit :

$$R = \sum_i R_i = \sum_i [\text{composés\_individuels}]_i / CLI_i \leq 1$$

A titre informatif, l'annexe 4 présente une liste de substances semi volatiles et très volatiles et leurs concentrations limites d'intérêt.

#### 3.2.3.4 Composés non évaluables

Il s'agit des substances qui ne peuvent pas être évaluées, soit parce qu'elles ne peuvent être identifiées (par exemple en raison de problèmes analytiques), soit parce qu'elles ne disposent pas de CLI.

Pour les composés non évaluables, le protocole Afsset (2009) recommande que la somme des concentrations pour ces composés soit inférieure à  $100 \mu\text{g.m}^{-3}$ :

$$\sum_i [\text{composés}]_{ni} \leq 100 \mu\text{g.m}^{-3}$$

Pour certaines substances, il n'est pas possible d'établir une CLI du fait d'un manque de données toxicologiques disponibles et donc pour ces substances, la recherche de nouvelles données serait nécessaire afin d'établir une CLI.

## 4 Conclusions

Le protocole Afsset est une procédure de qualification des émissions de matériaux de construction et produits de décoration reposant sur la réalisation d'essais normalisés dans des conditions conventionnelles qui reflètent l'usage prévu du produit testé (série des normes ISO 16000). La phase d'application initiale du produit n'est pas couverte par la procédure présentée, en raison de limites méthodologiques. Seule l'exposition chronique par inhalation aux substances émises par ces matériaux est prise en compte. Le prélèvement des atmosphères et l'analyse des composés émis sont réalisés à différents pas de temps : 3 et 28 jours de conditionnement des produits testés en chambre d'essai d'émission. Les composés analysés sont les COV, le formaldéhyde et certains autres composés carbonylés. Les émissions de composés organiques très volatils (COTV) et semi-volatils (COSV), non mesurables par les techniques analytiques employées, ne sont pas évaluées dans le cadre de ce protocole.

Les résultats d'essais ainsi obtenus permettent d'estimer les concentrations d'exposition dans une pièce de référence à l'intérieur de laquelle le produit testé aurait été appliqué ou utilisé. Le principe de qualification des émissions des produits de construction consiste alors à comparer les concentrations d'exposition ainsi déterminées à des concentrations limites préalablement définies. Le protocole porte sur les émissions de composés cancérigènes et mutagènes de catégorie 1 et 2, la concentration en COV totaux (COVT) et les concentrations individuelles des composés émis. Pour 165 composés identifiés, une concentration limite d'intérêt (CLI) a été proposée suivant l'arbre décisionnel établi par le groupe de travail et la mise à jour des connaissances pour chaque substance. Si ces concentrations sont respectées, les émissions du matériau de construction ou du produit de décoration testé sont considérées conformes aux exigences du protocole.

L'objectif d'un tel protocole est de promouvoir les matériaux de construction et produits de décoration considérés « faiblement émissifs ».

Au vu des résultats de l'expertise, les experts recommandent :

- la promotion et l'utilisation du protocole Afsset 2009 notamment dans les efforts d'harmonisation européenne
- sa mise à jour régulière en fonction de l'évolution des connaissances toxicologiques et analytiques et de nouveaux scénarios représentant mieux la mise en œuvre prévue ;
- la sensibilisation et la formation des professionnels à l'application du protocole présenté ;
- l'information du public sur les émissions des produits.

Enfin, compte tenu des premières lacunes identifiées et/ou des données encore fragmentaires disponibles, les experts encouragent :

- o d'un point de vue méthodologique :
  - l'optimisation des techniques de mesures notamment pour la quantification des composés classés cancérigènes et mutagènes de catégorie 1 et 2 et sensibilisants par inhalation ;
  - la normalisation et si besoin développement de méthodes analytiques pour la caractérisation des composés non couverts par les normes ISO 16000 ;
  - l'accréditation des laboratoires d'essai et la mise en place d'essais d'intercomparaison ;

- le développement de méthodes de mesures et de scénarios d'utilisation adaptés pour les autres sources de composés volatils dans l'environnement intérieur, par exemple les produits d'ameublement et de consommation courante (produits de nettoyage, désodorisants, etc.).
- en termes de travaux d'étude ou de recherche :
  - la mise au point d'une méthodologie pour la prise en compte de l'exposition pendant et immédiatement après la mise en œuvre des produits liquides ;
  - la caractérisation du devenir des composés organiques semi-volatils (par exemple : phtalates, polybromodiphényléthers, etc.) et des scénarios d'exposition dans les environnements intérieurs pour évaluer la pertinence de leur prise en compte lors de la mise à jour du protocole ;
  - la validation de tests pertinents pour caractériser les propriétés sensibilisantes par voie respiratoire.

## 5 Bibliographie

Afsset (2006) Procédure de qualification des matériaux de construction sur la base de leurs émissions en composés organiques volatils et de critères sanitaires. 136 pages

Afsset (2007) En partenariat avec le CSTB. Valeurs guides de qualité d'air intérieur : document cadre et éléments méthodologiques. Juillet 2007. 53 pages

Afsset (2007) En partenariat avec le CSTB. Proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur : pour le formaldéhyde. Juillet 2007. 78 pages

AgBB. (2005, 2008). Health-related evaluation procedure for volatile organic compounds emissions (VOC et SVOC) from building products (<http://www.umweltbundesamt.de/bauprodukte/agbb.htm> )

Arrêté du 30 avril 2009 relatif aux conditions de mises sur le marché des produits de construction et de décoration contenant des substances cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques de catégorie 1 ou 2. J.O n°0122 du 28 mai 2009 page 8 840 (texte 2)

Arrêté du 28 mai 2009 relatif aux conditions de mises sur le marché des produits de construction et de décoration contenant des substances cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques de catégorie 1 ou 2. J.O n°0124 du 30 mai 2009 page 8940 (texte 12)

ASCOPARG (2007). Mesure des aldéhydes dans l'air intérieur des écoles maternelles et des crèches de la région Rhône-Alpes. Etude financée par la DRASS Rhône-Alpes

CSHPF (2002) Avis relatif à l'information des utilisateurs sur les émissions de composés organiques volatils par les produits de construction, Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, Section des milieux de vie Séance du 5 mars 2002.

Décret n°92-647 du 8 juillet 1992 concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction

Directive 67/548/CEE modifiée du 27 juin 1967 concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses

Directive 89/106/CEE du conseil du 21 décembre 1988 modifiée par la Directive 93/68/CEE du Conseil du 22 juillet 1993 relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des Etats membres concernant les produits de construction, JOCE L40 du 11 février 1989 et L220 du 30 août 1993.

Directive 2006/15/CE du 7 février 2006 établissant une deuxième liste de valeurs limites indicatives d'exposition professionnelle en application de la directive 98/24/CE du conseil et portant modification des directives 91/322/CE et 2000/39/CE. JOUE du 9.2.2006: L36-L39 (FR).

ECA (1997). Report n°18, Evaluation of VOC emissions from buildings products – Solid flooring materials. European Collaborative Action.

ECA (1999) Report n°20, Sensory evaluation of indoor air quality European Collaborative Action.

ECA (2005). Report n°24, Harmonisation of indoor material emissions labelling systems in the EU. European Collaborative Action.

EC (2005) – Joint Research Center – INDEX Project Critical Appraisal of the Setting and implementation of Indoor Exposure Limits in the European Union. European Commission

(FiSIAQ). (2004). Emission classification of building materials : protocol for chemical and sensory testing of building materials. Finnish Society of indoor air and climate. The Building information foundation RTS publication ([http://www.rts.fi/M1/Testing\\_protocol\\_version\\_15122004.pdf](http://www.rts.fi/M1/Testing_protocol_version_15122004.pdf))

INERIS (2008). Substances classées par l'Union européenne cancérigènes, mutagènes et/ou reprotoxiques (CMR) de catégorie 1 ou 2 dans les matériaux de construction : état des lieux sur le marché français. réf. DRC-08-94375-05771B

INERIS (2009). Évaluation des risques sanitaires de substances CMR de catégories 1 et 2 éligibles aux mesures de suppression / restriction dans les produits de construction. réf. DRC-08-99211-15365B

INRS. (2007). Valeurs limites d'exposition professionnelles aux agents chimiques en France, ED 984

INRS (2006) Produits chimiques cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction. Classification réglementaire, ED 976

INRS (2007). Fiche Métropol 001 – Aldéhydes – recueil de méthodes de prélèvement et d'analyse de l'air pour l'évaluation de l'exposition professionnelle aux agents chimiques [base de données en ligne] mise à jour 2008. En ligne : <http://www.inrs.fr/> [dernière consultation le 07/11/08]

INRS (2008) Fiche toxicologique FT 177 Hexaméthylènetétramine. Disponible en ligne sur le site <http://www.inrs.fr/>

Kirchner *et al.* (2007). Etat de la qualité de l'air dans les logements français. Environnement, Risques & Santé – Vol. 6, n°4 : 259-269

Molhave *et al.* (1997) Total volatile organic compounds (TVOC) in indoor air quality investigations. *Indoor air*; 7 : 225-240

Norme NF X 50-110 qualité en expertise

Norme NF ISO 16000-3 (janvier 2002) Air intérieur – Partie 3 : Dosage du formaldéhyde et d'autres composés carbonylés – Méthode par échantillonnage actif. AFNOR

Norme NF ISO 16000-6 (juin 2005) Air intérieur – Partie 6 : Dosage des composés organiques volatils dans l'air intérieur des locaux et enceintes d'essai par échantillonnage actif sur le sorbant Tenax TA, désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse utilisant MS/FID. AFNOR

Norme NF EN ISO 16000-9 (août 2006) Air intérieur – Partie 9 : dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipement – Méthode de la chambre d'essai d'émission. AFNOR (ancienne norme pr NF EN 13419-1)

Norme NF EN ISO 16000-10 (août 2006) Air intérieur – Partie 10 : dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipement – Méthode de la cellule d'essai d'émission. AFNOR (ancienne norme pr NF EN 13419-2).

Norme NF EN ISO 16000-11 (août 2006) Air intérieur – Partie 11 : dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipement – Échantillonnage, conservation des échantillons et préparation d'échantillons pour essai. AFNOR (ancienne norme pr NF EN 13419-3).

Norme NF EN 13986 (2005) Panneaux à base de bois destinés à la construction - Caractéristiques, évaluation de conformité et marquage. AFNOR

Norme NF EN 14041 (2005) Revêtements de sols résilients, textiles et stratifiés - Caractéristiques essentielles

Norme NF EN 14080 (2005) Structures en bois - Bois lamellé collé - Exigences

Norme NF EN 14342 (2007) Compteurs d'énergie thermique - Partie 2 : prescriptions de fabrication

Norme NF EN 717-1 (2005) Panneaux à base de bois - Détermination du dégagement de formaldéhyde - Partie 1 : émission de formaldéhyde par la méthode à la chambre

OQAI (2006). Campagne nationale Logements - Etat de la qualité de l'air dans les logements français - Observatoire de la qualité de l'air intérieur - Rapport final

OMS (2000). WHO Air Quality Guidelines for Europe, second edition No.91. En ligne : <http://www.euro.who.int/document/e71922.pdf>

ORS Ile de France (2007) Les composés organiques volatils (COV) - Etat des lieux : définition, sources d'émissions, exposition, effets sur la santé. Disponible en ligne : [http://www.ors-idf.org/etudes/pdf/rapport\\_cov\\_final.pdf](http://www.ors-idf.org/etudes/pdf/rapport_cov_final.pdf)

Projet de norme du CEN TC 351 (TC351/WG2, N124). Comité européen de normalisation. Produits de construction : évaluation du relargage de substances dangereuses. 24/03/2009

Règlement 1272/2008 relatif à la classification, l'étiquetage et l'emballage des substances et des mélanges (CLP).

Wilke *et al.* (2009). European interlaboratory study for sampling VOC emissions - Step 3 - Emission test chamber measurements. BAM Federal Institute for Materials Research and Testing, Berlin, Germany

FCBA. (2009). Etude inter-laboratoires pour la mesure des émissions de COV et de formaldéhyde par un panneau à base de bois, rapport FCBA.

### Base de données

Gestis - valeurs limites d'exposition professionnelle internationales aux agents chimiques [base de données en ligne] mise à jour 2008. En ligne : [http://www.hvbg.de/e/bia/gestis/limit\\_values/index.html](http://www.hvbg.de/e/bia/gestis/limit_values/index.html) [dernière consultation le 8/04/2009]

Furetox - valeurs toxicologiques de référence [base de données en ligne] mise à jour hebdomadaire. En ligne : <http://www.furetox.fr/home.html> [dernière consultation le 08/04/2009]



---

## **ANNEXES**

---

## Annexe 1 : Lettre de saisine



COURRIER REÇU LE

29 AVR. 2004

5682

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU  
DEVELOPPEMENT DURABLE  
Direction des études économiques et  
de l'évaluation environnementale

p<sup>u</sup> 219

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DE LA  
PROTECTION SOCIALE  
Direction générale de la santé

Le directeur général de la santé

Le directeur des études économiques et de  
l'évaluation environnementale

à

Madame la directrice  
Agence Française de Sécurité Sanitaire  
Environnementale  
27-31 Avenue du Général Leclerc  
94701 MAISONS ALFORT

Paris, le 28 AVR. 2004

**OBJET :** Procédure d'évaluation des risques sanitaires concernant les composés organiques volatils (COV) émis par les produits de construction

**Pièce jointe :** Avis du 5 mars 2002 du Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF) relatif à l'information des utilisateurs sur les émissions de composés organiques volatils (COV) par les produits de construction.

Madame la directrice générale,

Dans son avis du 5 mars 2002 relatif à l'information des utilisateurs sur les émissions de composés organiques volatils (COV) par les produits de construction, le Conseil supérieur d'hygiène publique de France demande « qu'un comité ad hoc soit mis en place, sur l'initiative des pouvoirs publics, afin de contribuer à la définition et à la validation de la procédure visant à rendre disponible l'information relative aux impacts sanitaires associés aux émissions de COV : définition des scénarios d'exposition, établissement et suivi de la liste des substances à examiner et des valeurs de référence correspondantes, ... ». Une proposition de procédure d'évaluation des COV émis par les produits de construction, qui comporte trois phases, est décrite dans l'annexe II de cet avis.

Parallèlement, dans le cadre de la directive 89/106/CE relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des états membres concernant les produits de construction, la Commission européenne (DG Entreprises) prépare actuellement un mandat au Comité Européen de Normalisation (CEN) concernant l'élaboration de normes harmonisées dans le cadre de l'exigence essentielle n°3 (Santé, Hygiène et Environnement) requise pour le marquage CE des produits de construction.

Nous demandons à l'AFSSE dans ce contexte, en prenant en compte les études réalisées en France (notamment par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, dans le cadre de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur et du Comité Environnement et Santé de l'Avis Technique) et en Europe (notamment en Allemagne) concernant les émissions de COV par les produits de construction, de :

- se prononcer sur la pertinence scientifique et les conditions de faisabilité de la procédure d'évaluation des risques liés aux émissions de COV décrite en annexe II de l'avis du CSHPF, en indiquant les modifications éventuellement nécessaires ;
- proposer un système de classification basé sur l'évaluation des risques liés aux émissions de COV ;
- valider la procédure proposée en l'appliquant pour trois à quatre produits ou matériaux à évaluer en priorité ;
- étudier la possibilité d'extension de cette procédure à d'autres sources de COV présentes dans les espaces clos (par ex. équipements de ventilation-climatisation, ameublement, décoration etc.) ;
- étudier la possibilité d'extension de cette procédure à d'autres familles de substances apportées dans l'environnement intérieur par les matériaux de construction susceptibles de concourir à une exposition des personnes également par contact et ingestion.

Nous vous saurions gré de nous faire parvenir avant le 15 juillet 2004, une note d'étape sur l'organisation de vos travaux en réponse à cette saisine.

Nos services se tiennent à votre disposition pour de plus amples renseignements.

Nous vous prions d'agréer, Madame la directrice générale, l'assurance de notre considération distinguée.

Le directeur général de la santé



Professeur William DAB

Le directeur des Risques Accidents  
et de l'évaluation environnementale



Dominique BUREAU

## Annexe 2 : Typologie des valeurs de référence

Afin de caractériser le lien entre une exposition par voie respiratoire à une substance chimique et l'occurrence d'un effet néfaste observé, un certain nombre de valeurs de référence existent. Ces valeurs sont déclinées selon leurs objectifs.

### Les Valeurs Guides (VG)

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a proposé des valeurs guides (VG) de qualité d'air dès 1987 et les a mises à jour depuis (2000,2005). Le principal objectif d'une valeur guide (VG) de qualité d'air est de fournir une base pour protéger la population de tous les 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.

Une valeur numérique associée à un temps d'exposition est établie et correspond à une concentration dans l'air d'une substance chimique en dessous de laquelle aucun effet sur la santé n'est en principe attendu pour la population générale pour les substances dites à seuil et correspond à un excès de risque unitaire si la substance est dite sans seuil (pour les composés cancérigènes génotoxiques). Selon la substance étudiée, la VG est donnée pour un pas de temps déterminé (15mn, 1h, 24h, 7j, annuel....).

Le groupe de travail Afsset a défini une valeur guide de qualité d'air intérieur (VGAI) 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 cancérigènes dont le mode d'action est génotoxique, il existe aussi des valeurs guides mais celles-ci sont exprimées sous la forme de niveaux d'excès de risque correspondant à une probabilité de survenue de la maladie.

### Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)

Les VTR sont des valeurs établies par des instances nationales (US-EPA, ATSDR, OEHHA, Health Canada, RIVM, Afsset) ou internationales (OMS) caractérisant le lien entre une exposition à une substance toxique et un effet néfaste observé. Elles sont définies sur la base d'une analyse systématique et exhaustive des connaissances toxicologiques et épidémiologiques disponibles. Elles sont spécifiques d'un effet donné, d'une voie d'exposition (orale, respiratoire, cutanée) et d'une durée d'exposition (aiguë, subchronique, chronique).

Pour une exposition par voie respiratoire, la VTR s'exprime en masse de substance par mètre cube d'air ambiant (ex :  $\text{mg.m}^{-3}$ ) et correspond à la teneur de la substance dans l'air ambiant à laquelle un individu peut être exposé sans constat d'effet nuisible. On recense :

- les « Reference Concentration (RfC) » élaborées par l'US EPA,
- les « Minimal Risk Levels (MRL) » élaborés par l'ATSDR,
- les « Concentrations Admissibles dans l'Air (CAA) » élaborées par l'OMS.
- les « Chronic Reference Exposure Level (CREL) » élaborées par l'OEHHA,
- les « Tolerable Concentration in Air (TCA) » élaborées par le RIVM,
- les « Concentrations (journalières) Admissibles (CA) » élaborées par Santé Canada.

La base de données internet Furetox fournit un tableau de synthèse des VTR disponibles répertoriées par type d'effet, voie d'exposition et organisme et propose une définition succincte de chacune de ces valeurs ([http://www.furetox.fr/vtr\\_tableaux.html](http://www.furetox.fr/vtr_tableaux.html)).

### **Les Valeurs Limites d'Exposition Professionnelles (VLEP)**

En France, l'Afsset est chargée depuis 2005 de mener une expertise scientifique pour l'élaboration de VLEP pour différentes substances chimiques. Sur la base des recommandations scientifiques de l'Afsset, le ministère chargé du travail fixe ensuite des valeurs limites réglementaires qui peuvent être contraignantes (fixées par décret) ou indicatives (fixées par arrêté) afin de protéger la santé des travailleurs.

Pour une substance donnée, deux types de valeurs limites d'exposition en milieu professionnel sont recommandées par l'Afsset sur la base des données scientifiques actuellement disponibles :

- une Valeur Limite d'Exposition Professionnelle - 8 heures (VLEP - 8 h) fois: elle a pour objectif de protéger à moyen et long termes la santé des travailleurs exposés régulièrement et ce pendant la durée d'une vie de travail à l'agent chimique considéré. Il s'agit, sauf indication contraire, de la limite de la moyenne pondérée en fonction du temps de la concentration d'un agent chimique, dans l'air de la zone de respiration d'un travailleur au cours d'une journée de travail de 8 heures.

- une Valeur Limite d'exposition à Court Terme (VLCT) : elle vise à protéger les travailleurs des effets néfastes (effets toxiques immédiats ou à court terme, tels que des phénomènes d'irritation) sur la santé dus à des pics d'exposition. Il s'agit d'une valeur limite correspondant à une exposition mesurée sur une période de référence de 15 minutes (sauf indication contraire) pendant le pic d'exposition quelle que soit sa durée.

Les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) sont exprimées sous forme de concentrations dans l'air d'une substance chimique, associées à un temps d'exposition déterminé, concentrations en dessous desquelles le risque d'altération de la santé est négligeable. Ces niveaux de concentration sont déterminés en considérant que la population exposée (les travailleurs) est une population qui ne comprend ni enfants ni personnes âgées.

Le terme « VME France » dans l'annexe 3 fait référence à des valeurs moyennes d'exposition sur 8 heures qui ont été fixées par des circulaires du ministère du travail entre 1982 et 1996.

Ces niveaux de concentration sont déterminés à partir des informations disponibles à partir d'études chez l'Homme (études épidémiologiques, cliniques) ou d'études expérimentales animales (études toxicologiques).

En Europe, la directive 98/24/CE sur les agents chimiques et la directive 2004/37/CE sur les agents cancérigènes et mutagènes constituent la base réglementaire et juridique sur laquelle sont fixées les valeurs limites d'exposition professionnelle européennes. Deux types de valeurs limites européennes peuvent être fixés : des valeurs limites indicatives et des valeurs limites contraignantes. Les valeurs limites indicatives d'exposition professionnelle sont adoptées par le biais de directives de la Commission (91/322/CEE, 2000/39/CE et 2006/15/CE) alors que les valeurs limites contraignantes d'exposition professionnelle sont adoptées par le biais de directives du Conseil et du Parlement européen (97/42/CE, 99/38/CE et 2003/18/CE).

Au niveau communautaire, il existe un comité scientifique d'experts européens chargé de mener une expertise en matière de limites d'exposition professionnelle à des agents chimiques (CSLEP ou SCOEL selon la dénomination anglaise). Sur la base des avis émis par ce comité, la commission européenne fixe des VLEP au niveau européen par le biais de directives.

Ces valeurs limites d'exposition professionnelle européennes doivent ensuite être transposées dans les différentes réglementations nationales, conformément à certaines règles communautaires. Ainsi, pour une valeur contraignante européenne, les Etats-Membres de l'union européenne établissent une VLEP nationale contraignante qui peut être inférieure à la valeur limite

européenne fixée mais ne peut pas être supérieure. Il est à noter que les valeurs limites contraignantes européennes peuvent prendre en compte des facteurs de faisabilité (en sus de l'évaluation du rapport entre les effets sur la santé et le niveau d'exposition professionnelle). Pour une valeur indicative européenne, les Etats-Membres doivent fixer une VLEP nationale qui tienne compte de la valeur limite européenne et qui soit conforme à la législation et aux pratiques nationales. Le choix leur est donc laissé de la fixer de façon indicative ou contraignante, ou de la fixer à des niveaux différents. Ils doivent cependant à cette occasion joindre à la Commission et aux autres Etats-membres les données scientifiques et techniques pertinentes les ayant conduit à retenir ces valeurs.

Ainsi certains Etats-membres se sont dotés de comités en charge d'évaluer les connaissances scientifiques disponibles en vue de recommander des valeurs sanitaires pour les lieux de travail. On peut citer notamment les cas de l'Allemagne (avec la Commission MAK de la DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft)), des Pays-Bas (avec le DECOS- Dutch Expert Committee on Occupational Standards).

Aux Etats-Unis, l'Association américaine des hygiénistes industriels (American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)), organisation scientifique privée non gouvernementale publie régulièrement des lignes directrices sous la dénomination de TLV (threshold limit values ou valeurs seuils) élaborées pour être utilisées comme outils d'évaluation des risques sur les lieux de travail par des hygiénistes mais pas en vue de fixer des valeurs de référence (ou valeurs standards). Il est à noter que ces TLV sont parfois malgré tout utilisées pour fixer des valeurs de référence dans certains organismes gouvernementaux. Ces TLV sont basées uniquement sur des considérations sanitaires et n'intègrent pas de facteur économique ni de faisabilité technique.

Pour les valeurs retenues pour la proposition de concentrations limites d'intérêt (cf. Annexe 3), des renseignements sont donnés ci-dessous au sujet des instances chargées d'établir et/ou de publier les limites d'exposition professionnelle.

- En Allemagne, Les valeurs limites réglementaires applicables figurent dans des documents intitulés Technical rules for hazardous substances (TRGS) qui sont réalisés par le comité tripartite « Committee on hazardous substances (AGS) » du Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin\* (Baua).
- En Belgique, les limites d'exposition professionnelle sont publiées par le ministère fédéral de l'Emploi et du Travail et figurent à l'annexe IA de l'arrêté royal du 11 mars 2002 relatif à la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail.
- Au Danemark, le comité danois « Danish Working Environment Authority » propose des valeurs limites sur la base des éléments de connaissances scientifiques pris en compte dans différents comités ou institutions reconnus (au niveau européen (SCOEL), américain (ACGIH, NIOSH, OSHA), allemand (MAK) et néerlandais (DECOS), etc.). Le comité « Danish Working Environment Council's Committee on Limit Values » qui regroupe des représentants patronaux et d'employés, réalise ensuite une évaluation technico-économique des valeurs proposées. Ensuite, la direction générale du « Danish Working Environment Authority » fixe les valeurs et les publie en annexe du guide WEA (Limit values for substances and materials).
- aux Etats-Unis, des limites d'exposition professionnelle recommandées sont élaborées et périodiquement révisées par l'Institut national de sécurité et de santé au travail (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)). Ces recommandations sont ensuite publiées et communiquées à l'Administration de la sécurité et de la santé au travail (Occupational Safety and Health Administration (OSHA)) qui les utilise pour promulguer des normes légales dans ce domaine.

## Annexe 3 : Liste des CLI (protocole Afsset 2009)

Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	CMR	FS	CLI française ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )
<b>1. Hydrocarbures Aromatique Monocyclique</b>						
Toluène	108-88-3	VG INDEX 2005	300	R3	1	<b>300</b>
Ethylbenzène	100-41-4	VTR RIVM	770		1	<b>750</b>
xylènes - mélange des isomères o-, m- and p-xylène	1330-20-7 106-42-3 108-38-3 95-47-6	VG INDEX 2005 - CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés	200		1	<b>200</b>
Isopropyl benzène (cumène)	98-82-8	VTR IRIS US EPA	400		1	<b>400</b>
n-Propyl benzène	103-65-1	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	<b>200</b>
1-propenyl benzène ( $\beta$ -methyl styrène)	637-50-3	VME France du ( $\alpha$ -methylstyrène 98-83-9) (substance analogue AgBB)	123 000		100	<b>1 200</b>
1,3,5-Triméthylbenzène	108-67-8	VME France	100 000		100	<b>1 000</b>
1,2,4-Triméthylbenzène	95-63-6	VME France	100 000		100	<b>1 000</b>
1,2,3-Triméthylbenzène	526-73-8	VME France	100 000		100	<b>1 000</b>
2-Ethyltoluène	611-14-3	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	<b>200</b>
cymène - mélange des isomères o-, m- and p-cymène	25155-15-1 527-84-4 535-77-3 99-87-6	OEL Belgique du p-cymène	100 000		100	<b>1 000</b>
1,2,4,5-Tétraméthylbenzène	95-93-2	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	<b>200</b>
n-Butyl benzène	104-51-8	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	<b>200</b>
1,3-Diisopropylbenzène	99-62-7	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	<b>200</b>
1,4-Diisopropylbenzène	100-18-5	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	<b>200</b>
Phenyl octane et isomères	2189-60-8	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	<b>200</b>
1-Phenyl decane et isomères	104-72-3	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	<b>200</b>

Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	CMR	FS	CLI française ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )
1-Phenyl undecane et isomères	6742-54-7	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue AgBB)	200		1	200
4-Phenyl cyclohexène (4-PCH)	31017-40-0 4994-16-5	VG INDEX 2005 du styrène (substance analogue AgBB)	250		1	250
Styrène	100-42-5	VG INDEX 2005	250		1	250
Phenyl acétylène	536-74-3	VG INDEX 2005 du styrène (substance analogue AgBB)	250		1	250
2-Phenyl propène (a-Methylstyrène)	98-83-9	VME France	123 000		100	1 200
Vinyl toluène - mélange d'isomères o-, m- and p-Methylstyrène	25013-15-4 611-15-4 100-80-1 622-97-9	VME France	240 000		100	2 400
Naphtalène	91-20-3	VG Afsset	10	C3	1	10
Indène	95-13-6	VME France	45 000		100	450
1-Méthyl-2-propylbenzène	1074-17-5	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue ECA)	200		1	200
1-Méthyl-3-propylbenzène	1074-43-7	CLI identique à celle du xylène (1330-20-7) CLI la plus faible des alkylbenzènes saturés (substance analogue ECA)	200		1	200
décahydronaphtalène	91-17-8	OEL Pologne	100 000		100	1 000
<b>2. Hydrocarbures aliphatiques et cycliques</b>						
n-Hexane	110-54-3	VTR IRIS US EPA	700	R3	1	700
Cyclohexane	110-82-7	VTR IRIS US EPA	6 000		1	6 000
Méthylcyclohexane	108-87-2	MAK Allemagne	810 000		100	8 100
hydrocarbures aliphatiques en C6-C8		VME France	1 000 000			10 000
hydrocarbures en C9- C16		MAK Allemagne	600 000			6 000
<b>3. Terpènes</b>						
3-Carène	13466-78-9	OEL Suède	150000		100	1500
$\alpha$ -Pinène	80-56-8	VG INDEX 2005	450		1	450
$\beta$ -Pinène	127-91-3	OEL Danemark	140000		100	1400
Limonène	138-86-3	VG INDEX 2005	450		1	450
Autres terpènes		OEL Danemark	140000		100	1400
<b>4. Alcools</b>						
2-Méthyl-2-propanol (Tert-Butanol)	75-65-0	MAK Allemagne	62 000		100	600
2-Méthyl-1-propanol	78-83-1	VME France	150 000		100	1 500
1-Butanol	71-36-3	OEL USA (PEL OSHA)	300 000		100	3 000
pentanol (tous les isomères)	71-41-0 30899-19-5 94624-12-1 6032-29-7 548-02-1 137-32-6 123-51-3 598-75-4 75-85-4 75-84-3	MAK Allemagne	73 000		100	700



Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine (µg.m <sup>-3</sup> )	CMR	FS	CLI française (µg.m <sup>-3</sup> )
1-Hexanol	111-27-3	MAK-AGS Allemagne	210 000		100	2 100
Cyclohexanol	108-93-0	VME France	200 000		100	2 000
2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	MAK Allemagne	110 000		100	1 100
1-Octanol	111-87-5	MAK-AGS Allemande	106 000		100	1 100
4-Hydroxy-4-méthyl-pentane-2-one	123-42-2	MAK Allemagne	96 000		100	950
<b>5. Alcools aromatiques</b>						
Phénol	108-95-2	VTR RIVM	20	M3	1	20
2,6-di-tert-butyl-4-méthyl phénol (BHT)	128-37-0	VME France	10 000		100	100
Alcool benzylique	100-51-6	OEL USA (TWA WEEL AIHA)	44 000		100	450
<b>6. Glycols, éthers de glycol, esters de glycol</b>						
Propylène glycol	57-55-6	OEL USA (TWA WEEL AIHA)	10 000		100	100
Ethylène glycol	107-21-1	VTR OEHHA	400		1	400
Ethylène glycol monobutyl éther (2-butoxyéthanol)	111-76-2	VTR ATSDR	982		1	1000
Diéthylène glycol	111-46-6	MAK Allemagne	44 000		100	450
Diéthylène glycol monobutyl éther	112-34-5	OEL Europe	67 500		100	650
2-Phenoxyéthanol	122-99-6	MAK Allemagne	110 000		100	1 100
Ethylène carbonate	96-49-1	VTR OEHHA de l'éthylène glycol (107-21-1) (substance analogue AgBB)	400		1	400
Propylène glycol monométhyl éther (1-Méthoxy-2-propanol)	107-98-2	VTR IRIS US EPA	2 000		1	2 000
2,2,4-Triméthyl-1,3-pentanediol monoisobutyrate (Texanol)	25265-77-4	jugement d'expert AgBB	600		1	600
Butyl glycolate	7397-62-8	OEL Danemark	135 000		100	1 300
Diéthylène glycol monométhyl éther acétate (2-(2-butoxyéthoxy) éthyl acétate)	124-17-4	MAK Allemagne	85 000		100	850
Dipropylène glycol monométhyl éther	34590-94-8	OEL Europe	308 000		100	3 100
Ethylène glycol monométhyl éther (2-méthoxyéthanol)	109-86-4	VTR IRIS US EPA	20	R2	1	20
Ethylène glycol monoéthyl éther (2-éthoxyéthanol)	110-80-5	VTR OEHHA	70	R2	1	70
Ethylène glycol monoisopropyléther (2-propoxyéthanol)	2807-30-9	MAK Allemagne	86 000		100	850
Ethylène glycol isopropyléther (2-méthyléthoxyéthanol)	109-59-1	MAK Allemagne	22 000		100	200
Ethylène glycol n-hexyl éther (2-hexoxyéthanol)	112-25-4	VTR ATSDR de l'éthylène glycol monobutyl éther (111-76-2) (substance analogue AgBB)	982		1	1000
Diméthoxyéthane	110-71-4	VTR US EPA du 2-méthoxyéthanol (109-86-4) (substance analogue AgBB)	20	R2	1	20
1,2-Diéthoxyéthane	73506-93-1	VTR OEHHA du 2-éthoxyéthanol (110-80-5) (substance analogue AgBB)	70		1	70

Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	CMR	FS	CLI française ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )
2-Méthoxyéthylacétate	110-49-6	VTR OEHHA	90	R2	1	<b>90</b>
2-Ethoxyéthylacétate	111-15-9	VTR OEHHA	300	R2	1	<b>300</b>
2-Butoxyéthylacétate	112-07-2	VME France	13 300		100	<b>150</b>
Diéthylène glycol n-hexyl éther (2-(2-hexoxyéthoxy)-éthanol)	112-59-4	OEL europe du diéthylène glycol monobutyl éther (112-34-5) (substance analogue AgBB)	67 500		100	<b>650</b>
Diéthylène glycol diméthyl éther (1-méthoxy-2-(2-méthoxy-éthoxy))	111-96-6	MAK Allemagne	28 000	R2	1000	<b>30</b>
1- Propylène glycol 2-méthyl éther (2-méthoxy-1-propanol)	1589-47-5	MAK Allemagne	19 000	R2	1000	<b>20</b>
1-Propylène glycol 2-méthyl éther acétate (2-méthoxy-1-propyl-acétate)	70657-70-4	MAK Allemagne	28 000	R2	1000	<b>30</b>
1,2-Propylène glycol di-acétate	623-84-7	OEL Danemark	655 000		100	<b>6 500</b>
Dipropylène glycol	110-98-5 25265-71-8	MAK Allemagne	67 000		100	<b>650</b>
Dipropylène glycol monométhyl éther acétate	88917-22-0	OEL Europe du dipropylène glycol monométhyl éther (34590-94-8) (substance analogue AgBB)	308 000		100	<b>3 100</b>
Dipropylène glycol mono-n-propyl éther	29911-27-1	OEL Europe diéthylène glycol monobutyl éther (112-34-5) (substance analogue AgBB)	67 500		100	<b>650</b>
Dipropylène glycol mono-butyl éther (isomère n et t)	29911-28-2 132739-31-3 35884-42-5	OEL Europe diéthylène glycol monobutyl éther (112-34-5) (substance analogue AgBB)	67 500		100	<b>650</b>
1,4-Butylène glycol	110-63-4	MAK-AGS Allemagne	200 000		100	<b>2 000</b>
Tripropylène glycol monométhyl éther	20324-33-8 25498-49-1	jugement d'expert AgBB	1 000		1	<b>1 000</b>
Triéthylène glycol diméthyl éther	112-49-2	VTR US EPA de l'éthylène glycol monométhyl éther (109-86-4) (substance analogue AgBB)	20	R2	1	<b>20</b>
1,2-Propylène glycol diméthyl éther	7777-85-0	VME du 2-méthoxy-1-propanol (1589-47-5) (substance analogue AgBB)	20		1	<b>20</b>
2,2,4-triméthyl-1,3-pentane diol diisobutyrate (TXIB)	6846-50-0	jugement d'expert AgBB				<b>450</b>
Diéthylène glycol monoéthyl éther (2 - (2 - ethoxyéthoxy) éthanol)	111-90-0	MAK-AGS Allemagne	35000		100	<b>350</b>
Dipropylène glycol diméthyl éther	63019-84-1 89399-28-0 111109-77-4	jugement d'expert AgBB				<b>1300</b>
<b>7. Aldéhydes</b>						
Butyraldéhyde (butanal)	123-72-8	MAK Allemagne NF 16000-3	64000		100	<b>650</b>
Valéraldéhyde (pentanal)	110-62-3	VME France	175 000		100	<b>1 700</b>

Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	CMR	FS	CLI française ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )
Hexaldéhyde (hexanal)	66-25-1	MAK Allemagne Butanal (123-72-8) (substance analogue AgBB)	64 000		100	650
Heptaldéhyde (heptanal)	111-71-7	MAK Allemagne Butanal (123-72-8) (substance analogue AgBB)	64 000		100	650
2-Ethyl-1-hexanal	123-05-7	MAK Allemagne Butanal (123-72-8) (substance analogue AgBB)	64 000		100	650
Octyl aldéhyde (octanal)	124-13-0	MAK Allemagne Butanal (123-72-8) (substance analogue AgBB)	64 000		100	650
Nonyl aldéhyde (nonanal)	124-19-6	MAK Allemagne Butanal (123-72-8) (substance analogue AgBB)	64 000		100	650
Decyl aldéhyde (decanal)	112-31-2	MAK Allemagne Butanal (123-72-8) (substance analogue AgBB)	64 000		100	650
Crotonaldéhyde (2-Butenal)	4170-30-3 123-73-9 15798-64-8	VME France mesure conforme à la norme NF ISO 16000-3	6 000	M3	1000	6
2-Pental	1576-87-0 764-39-6 31424-04-1	VME France du 2-butenal (123-73-9) (substance analogue AgBB)	6 000		1000	6
2-Hexenal	6728-26-3 16635-54-4 505-57-7 1335-39-3	CLI du 2-pental (1576-87-0) (substance analogue AgBB)	6 000		1000	6
2-Heptenal	2463-63-0 29381-66-6 18829-55-5	CLI du 2-pental (1576-87-0) (substance analogue AgBB)	6 000		1000	6
2-Octenal	2363-89-5 25447-69-2 20664-46-4 2548-87-0	CLI du 2-pental (1576-87-0) (substance analogue AgBB)	6 000		1000	6
2-Nonenal	2463-53-8 30551-15-6 18829-56-6 60784-31-8	CLI du 2-pental (1576-87-0) (substance analogue AgBB)	6 000		1000	6
2-Decenal	2497-25-8 3913-71-1 3913-81-3 2497-25-8	CLI du 2-pental (1576-87-0) (substance analogue AgBB)	6 000		1000	6
2-Undecenal	2463-77-6 53448-07-0	CLI du 2-pental (1576-87-0) (substance analogue AgBB)	6 000		1000	6
Furfuraldéhyde (furfural)	98-01-1	OEL ACGIH	8 000	C3	1000	8
Glutaraldéhyde	111-30-8	VTR OEHHA substance sensibilisante respiratoire mesure conforme à la norme NF ISO 16000-3	0,08		1	0,08 pas de traces mesurées avec l'outil analytique
Benzaldéhyde	100-52-7	OEL USA (TWA WEEL AIHA)	8 850		100	90

Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	CMR	FS	CLI française ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )
Formaldéhyde (méthanal)	50-00-0	VGAI Afsset COTV mesure conforme à la norme NF 16000-3	10	C3	1	10
Acétaldéhyde (éthanal)	75-07-0	VG INDEX 2005 COTV mesure conforme à la norme NF 16000-3	200	C3	1	200
Propionaldéhyde (propanal)	123-38-6	VTR US EPA COTV mesure conforme à la norme NF 16000-3	8		1	8
<b>8. Cétones</b>						
2-Butanone (Méthyléthylcétone)	78-93-3	VTR IRIS US EPA	5 000		1	5 000
3-Méthyl-2-butanone	563-80-4	VME France	705 000		100	7 000
4-Méthyl-2-pentanone (Méthylisobutylcétone)	108-10-1	VTR IRIS US EPA	3 000		1	3 000
Cyclopentanone	120-92-3	OEL Danemark	90 000		100	900
Cyclohexanone	108-94-1	VME France	40 800		100	410
2-Méthylcyclopentanone	1120-72-5	OEL Danemark du cyclopentanone (120-92-3) (substance analogue AgBB)	90 000		100	900
2-Méthylcyclohexanone	583-60-8	VME France	230 000		100	2 300
Acétophénone	98-86-2	OEL USA (TLV ACGIH)	49 000		100	500
1-Hydroxyacétone (1-Hydroxy-2-propanone)	116-09-6	VTR OEHHA éthylène glycol (107-21-1) (substance analogue AgBB)	400		1	400
<b>9. Acides</b>						
Acide acétique	64-19-7	OEL europe	25 000		100	250
Acide propionique	79-09-4	VME France	31 000		100	300
Acide isobutyrique	79-31-2	VME France de l'acide propionique (79-09-4) (substance analogue AgBB)	31 000		100	300
Acide butyrique	107-92-6	VME France de l'acide propionique (79-09-4) (substance analogue AgBB)	31 000		100	300
Acide 2,2-diméthylpropanoïque (acide pivalique)	75-98-9	VME France de l'acide propionique (79-09-4) (substance analogue AgBB)	31 000		100	300
Acide pentanoïque (acide n-valérique)	109-52-4	VME France de l'acide propionique (79-09-4) (substance analogue AgBB)	31 000		100	300
Acide hexanoïque	142-62-1	VME France de l'acide propionique (79-09-4) (substance analogue AgBB)	31 000		100	300
Acide heptanoïque	111-14-8	VME France de l'acide propionique (79-09-4) (substance analogue AgBB)	31 000		100	300
Acide octanoïque	124-07-2	VME France de l'acide propionique (79-09-4) (substance analogue AgBB)	31 000		100	300
Acide 2-éthylhexanoïque	149-57-5	OEL USA (TWA ACGIH)	5 000	R3	1000	5 pas de traces mesurées avec l'outil analytique
<b>10. Esters et lactones</b>						
Isopropylacétate	108-21-4	MAK-AGS Allemagne	420 000		100	4 200

Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine (µg.m <sup>-3</sup> )	CMR	FS	CLI française (µg.m <sup>-3</sup> )
Acétate propylique	109-60-4	MAK Allemagne	420 000		100	4 200
2-Méthoxy-1-Méthyléthylacétate	108-65-6	MAK Allemagne	270 000		100	2 700
Formiate de n-butyle	592-84-7	MAK Allemagne du formiate de méthyle (107-31-3) (substance analogue AgBB)	120 000		100	1 200
Méthacrylate de méthyle	80-62-6	VTR Health Canada	52		1	50
Autres méthacrylates		VTR Health Canada du Méthacrylate de méthyle (80-62-6) (substance analogue AgBB)	52		1	50
Acétate d'isobutyle	110-19-0	MAK Allemagne	480 000		100	4 800
Acétate de butyle	123-86-4	MAK Allemagne	480 000		100	4 800
Acétate de 2-éthylhexyle	103-09-3	MAK Allemagne 2 éthyl 1 hexanol (104-76-7) (substance analogue AgBB)	110 000		100	1100
Acrylate de méthyle	96-33-3	MAK Allemagne	18 000		100	200
Acrylate d'éthyle	140-88-5	VME France	20 000		100	200
Acrylate de n-butyle	141-32-2	VME France	11 000		100	100
Acrylate de 2-éthylhexyle	103-11-7	MAK Allemagne	38 000		100	400
Autres acrylates		VME France acrylate de n-butyl (141-32-2) (substance analogue AgBB)	11 000		100	100
Adipate de diméthyle	627-93-0	jugement d'expert AgBB*	50		1	50
Fumarate de dibutyle	105-75-9	jugement d'expert AgBB*			1	
Succinate de diméthyle	106-65-0	jugement d'expert AgBB*	50		1	50
Glutarate de diméthyle	1119-40-0	jugement d'expert AgBB*	50		1	50
Diacrylate d'hexanediol	13048-33-4	OEL USA (TWA WEEL AIHA)	1 000		100	10
Butyrolactone	96-48-0	OEL Danemark	176 000		100	1 800
Formiate de méthyle	107-31-3	MAK Allemagne	120 000		100	1 200
Acétate de linalyle	115-95-7	MAK Allemagne vinylacétate (108-05-4) (substance analogue ECA)	18000		100	200
<b>11. Hydrocarbures halogénés</b>						
Tétrachloroéthylène	127-18-4	AQG OMS	250	C3	1	250
Tétrachlorométhane (tétrachlorure de carbone)	56-23-5	VTR Afsset	36	C3	1	35
1,4-Dichlorobenzène	106-46-7	VTR ATSDR	60	C3	1	60
<b>12. Autres familles chimiques</b>						
1,4-Dioxane	123-91-1	VTR OEHHA	3 000	C3	1	3 000
Caprolactame	105-60-2	OEL Danemark	10 000		100	100
N-Methyl-2-Pyrrolidone	872-50-4	MAK Allemagne	82 000		100	800
Octaméthylcyclotetra siloxane	556-67-2	jugement d'expert AgBB		R3	1	1 200
Hexaméthylènetétramine	100-97-0	OEL Suède substance sensibilisante respiratoire difficulté analytique avec NF ISO 16000-6	3 000		100	30
2-Butanonoxime	96-29-7	OEL Danemark	89 000	C3	1000	90
Tributyl phosphate	126-73-8	VME France mesure conforme à la norme NF ISO 16000-6	2 500	C3	1000	2 pas de traces mesurées avec l'outil analytique

Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine (µg.m <sup>-3</sup> )	CMR	FS	CLI française (µg.m <sup>-3</sup> )
Triethyl phosphate	78-40-0	VME France tributylphosphate (126-73-8) (substance analogue AgBB)	2500		1000	2 pas de traces mesurées avec l'outil analytique
5-Chloro-2-methyl-2H-isothiazol-3-one (CIT)	26172-55-4	jugement d'expert AgBB				1 pas de traces mesurées avec l'outil analytique
2-Methyl-2H-isothiazol-3-one (MIT)	2682-20-4	jugement d'expert AgBB				100
N,N - diéthyléthanamine	121-44-8	VTR US EPA	7		1	7

\* Mise à jour 2009, lien document AgBB: <http://www.umweltbundesamt.de/building-products/archive/NIK-Bearbeitungsliste.pdf>

Règle des arrondis:

Il est proposé une analyse conceptuelle par « catégories » de valeurs pour arrondir les valeurs des CLI :

pour les unités : discussion au cas par cas

pour les dizaines :

\* entre 10 et 50 : arrondi de l'unité à 5

\* entre 50 et 100 : arrondi à la dizaine

pour les centaines : arrondi à la cinquantaine

pour les milliers : arrondi à la centaine

pour les dizaines et vingtaines de milliers : arrondi au millier

## Annexe 4 : Composés organiques très volatils (COTV) et semi-volatils (COSV) et les concentrations limites d'intérêt associées

Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	CMR	FS	CLI française ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )
3-Methyl pentane	96-14-0	COTV - MAK-AGS Allemagne	720000		100	<b>7200</b>
2-Methyl pentane	107-83-5	COTV - MAK-AGS Allemagne	720000		100	<b>7200</b>
2-Méthylbutane	78-78-4	COTV VME France	3 000 000		100	<b>30000</b>
n-Pentane	109-66-0	COTV OEL USA (PEL OSHA)	2 950 000		100	<b>29500</b>
Ethanol	64-17-5	COTV - MAK Allemagne	960000		100	<b>9600</b>
1-Propanol	71-23-8	COTV - VME France	500000		100	<b>5000</b>
2-Propanol	67-63-0	COTV - MAK Allemagne	500000		100	<b>5000</b>
Diméthoxyméthane	109-87-5	COTV VME France	3 100 000		100	<b>31 000</b>
Acétone	67-64-1	COTV - VTR ATSDR	30 840		1	<b>30800</b>
Acétate de méthyle	79-20-9	COTV - VME France	610 000		100	<b>6100</b>
Acétate d'éthyle	141-78-6	COTV - VME France	1400000		100	<b>14000</b>
Acétate de vinyle	108-05-4	COTV - VTR OEHHA	200	C3	1	<b>200</b>
Ester dibutylique de l'acide 2-butènedioïque	105-76-0	COSV jugement d'expert AgBB	190		1	<b>190</b>
Dichlorométhane	75-09-2	COTV - AQG OMS	450	C3	1	<b>450</b>
Acide hexadécanoïque	57-10-3	COSV - VME France de l'acide propionique (79-09-4) (analogie ECA)	31000		100	<b>310</b>
Phtalate de diméthyle	131-11-3	COSV - VME France	5000		100	<b>50</b>
Phtalate de dibutyle	84-74-2	COSV - VME France	5 000	R2, R3	1000	<b>5</b>
Phtalates alkylés (saturés)		COSV - VME France du Phtalate de diméthyle (131-11-3) et dibutyl (84-74-2) (analogie ECA)	5000		100	<b>50</b>

## Annexe 5 : Synthèse des déclarations publiques d'intérêts des experts par rapport au champ de la saisine

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

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

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

NOM	Prénom	Date de déclaration des intérêts
<b>Analyse Afsset :</b>	<b>Rubrique de la DPI</b>	
	Description de l'intérêt <i>en cas de lien déclaré</i>	

<b>ALARY René</b>		20 juin 2005
		16 juin 2006
		06 novembre 2006
		06 février 2007
		11 février 2008
		26 février 2008
		27 mars 2008
		13 juin 2008
<b>Analyse Afsset :</b>	Aucun lien déclaré /	



<b>ANNESI-MAESANO</b>	<b>Isabella</b>	25 juin 2003 08 novembre 2006 27 novembre 2007
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>BAEZA</b>	<b>Armelle</b> (membre du CES « Évaluation des risques liés aux milieux aériens » depuis le 12 mai 2009)	02 avril 2007 14 avril 2007 10 décembre 2007 05 février 2008 14 février 2009
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>BLANCHARD</b>	<b>Olivier</b>	1 <sup>er</sup> juillet 2003 30 novembre 2005 19 juin 2006 21 mars 2007 11 décembre 2007 05 février 2008 20 juin 2008
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>De BLAY de GAIX</b>	<b>Frédéric</b> (membre du CES « Évaluation des risques liés aux milieux aériens » jusqu'au 14 juin 2007)	28 décembre 2005
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>BONVALLOT</b>	<b>Nathalie</b> (membre du CES « Évaluation des risques liés aux milieux aériens » depuis le 12 mai 2009)	28 janvier 2009
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>BUGAJNY</b>	<b>Christine</b> (membre du CES « Évaluation des risques liés aux milieux aériens » depuis le 12 mai 2009)	20 février 2009
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>CABANES</b>	<b>Pierre-André</b>	1 <sup>er</sup> juillet 2003 29 juin 2004

		23 janvier 2006 09 février 2007 23 janvier 2008 27 mars 2008 26 mai 2008 13 juin 2008 23 juin 2009
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>CAMPAGNA Dave</b>		28 juin 2004 21 novembre 2005 08 novembre 2006 13 décembre 2006 03 décembre 2007 27 mars 2008 02 juin 2008 12 juin 2008
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>DECLERCQ Christophe</b> (membre du CES « Évaluation des risques liés aux milieux aériens » depuis le 12 mai 2009)		20 février 2009
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>DELMAS Véronique</b>		02 février 2003 22 juin 2006 22 mars 2007 11 décembre 2007 05 février 2008
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>ELICHEGARAY Christian</b>		06 février 2003 19 juin 2006 21 mars 2007 11 décembre 2007 05 février 2008 23 juin 2008
	Aucun lien déclaré	

<b>Analyse Afsset :</b> /		
<b>EZRATTY</b>	<b>Véronique</b> (membre du CES « Évaluation des risques liés aux milieux aériens » depuis le 15 juin 2007)	21 novembre 2006 10 octobre 2007 13 juin 2008
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b> /		
<b>FILLEUL</b>	<b>Laurent</b>	17 juin 2003 21 décembre 2005 16 juin 2006
	<i>Démission le 7 novembre 2006</i>	
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b> /		
<b>GARNIER</b>	<b>Robert</b>	19 mai 2004 20 octobre 2005 12 octobre 2006 20 février 2008 26 février 2008 12 juin 2008 27 janvier 2009
	<i>Démission le 6 avril 2009</i>	
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b> /		
<b>GARREC</b>	<b>Jean-Pierre</b>	04 février 2003
	<i>Démission le 2 novembre 2006</i>	
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b> /		
<b>GLORENNEC</b>	<b>Philippe</b>	04 juillet 2003 08 novembre 2005 23 novembre 2006 03 décembre 2007 27 mars 2008 16 juin 2008 06 juillet 2009
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b> /		
<b>HERRERA</b>	<b>Horacio</b> (membre du CES « Évaluation des risques liés aux milieux aériens » depuis le 12 mai 2009)	23 février 2009

	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>JUST Jocelyne</b>		20 mai 2004 26 octobre 2005
	<b>Démission le 2 février 2007</b>	
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>KIRCHNER Séverine</b>		10 mars 2003 17 juin 2003 27 mars 2008 05 mai 2008
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>LAMELOISE Philippe</b> (membre du CES « Évaluation des risques liés aux milieux aériens » depuis le 12 mai 2009)		18 février 2009
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>LEFRANC Agnès</b> (membre du CES « Évaluation des risques liés aux milieux aériens » depuis le 15 juin 2007)		27 décembre 2006 17 mai 2007 10 octobre 2007 29 novembre 2007 11 décembre 2007 05 février 2008 12 juin 2008
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>MATHIEU Laurence</b>		03 juillet 2003 10 janvier 2005 21 octobre 2005 16 juin 2006 11 décembre 2006 03 juillet 2007
	<b>Démission le 28 novembre 2006</b>	
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>MILLET Maurice</b>		12 juin 2003 25 octobre 2005

		06 novembre 2006 21 mars 2007 07 décembre 2007 27 mars 2008 17 septembre 2008
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>MORCHEOINE</b>	<b>Alain</b>	17 juillet 2003 27 mars 2008
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>MOREL</b>	<b>Yannick</b>	17 juillet 2003 12 février 2007 12 février 2008 27 mars 2008 23 juin 2008
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>MORIN</b>	<b>Jean-Paul</b>	29 juin 2004 18 octobre 2005 09 novembre 2005 13 juin 2006 26 février 2007 27 novembre 2007 27 mars 2008 19 juin 2008
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>NEMERY de BELLEVAUX</b>	<b>Benoît</b> (membre du CES « Évaluation des risques liés aux milieux aériens » jusqu'au 14 juin 2007)	23 avril 2004 05 octobre 2006 17 janvier 2007
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	

<b>PARIS Christophe</b>	20 juin 2003 15 décembre 2005 09 janvier 2006 27 mars 2008 20 juin 2008 03 décembre 2008 20 février 2009
Aucun lien déclaré <b>Analyse Afsset :</b> /	
<b>PEUCH Vincent-Henri</b>	22 avril 2004 24 octobre 2005 11 février 2007 29 novembre 2007 30 mai 2008 13 juin 2008
Aucun lien déclaré <b>Analyse Afsset :</b> /	
<b>POINSOT Charles</b>	16 juin 2003 08 novembre 2005 18 juin 2006 11 février 2008 30 mai 2008 12 juin 2008
Aucun lien déclaré <b>Analyse Afsset :</b> /	
<b>PONS Françoise</b>	28 juin 2004
<i>Démission le 7 novembre 2006</i> Aucun lien déclaré <b>Analyse Afsset :</b> /	
<b>RAMEL Martine</b>	24 juin 2003 21 décembre 2007 05 février 2008
Aucun lien déclaré <b>Analyse Afsset :</b> /	
<b>SLAMA Rémy</b> (membre du CES « Évaluation des risques liés aux milieux aériens » depuis le 15 juin 2007)	06 novembre 2006 10 octobre 2007 26 novembre 2007

		11 décembre 2007 12 juin 2008
	<b>Démission le 12 janvier 2009</b> <b>IP-CC</b> Intervenant sur le « European workshop on phthalates » pour le European Council of Plasticizers and Intermediates (Aucune rémunération) (2006) Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.	
<b>Analyse Afsset :</b>		
<b>SQUINAZI Fabien</b> (membre du CES « Évaluation des risques liés aux milieux aériens » depuis le 15 juin 2007)		03 novembre 2006 10 octobre 2007 26 novembre 2008
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>THIBAUDIER Jean-Marc</b> (membre du CES « Évaluation des risques liés aux milieux aériens » depuis le 12 mai 2009)		13 février 2009
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>VENDEL Jacques</b> (membre du CES « Évaluation des risques liés aux milieux aériens » depuis le 15 juin 2007)		1 <sup>er</sup> juillet 2005 14 novembre 2006 10 octobre 2007 11 décembre 2007
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	

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

NOM	Prénom <i>Rubrique de la DPI</i> Description de l'intérêt	Date de déclaration des intérêts
Analyse Afsset :		
DALLY	Sylvain  <i>Démission le 13 avril 2006</i> Aucun lien déclaré  Analyse Afsset : /	05 février 2003 02 septembre 2005
HOELLINGER	Henri  Aucun lien déclaré  Analyse Afsset : /	11 juin 2003 1 <sup>er</sup> novembre 2006 19 décembre 2006 12 janvier 2007
MAUPETIT	François  <i>LD</i> Responsable du pôle ingénierie des risques sanitaires au CSTB (Centres scientifique et technique du bâtiment) <i>IP-SC</i> Essais pour des fabricants de produits de 2000 à 2006 donnant lieu à versement à l'organisme d'appartenance.  Analyse Afsset : Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.	20 octobre 2005 06 novembre 2006
MORIN	Jean-Paul (membre du CES « Évaluation des risques liés aux milieux aériens »)	29 juin 2004 18 octobre 2005 09 novembre 2005 13 juin 2006 26 février 2007 27 novembre 2007 27 mars 2008 19 juin 2008



	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>PEEL Anne-Elisabeth</b>		16 juin 2005 19 décembre 2007 12 septembre 2008
	Aucun lien déclaré	
<b>Analyse Afsset :</b>	/	
<b>YRIEIX Christophe</b>		14 septembre 2005 11 décembre 2006 16 septembre 2008
	<b>LD</b>	
	Responsable technique du laboratoire Chimie-écotoxicologie du FCBA (Institut Technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement)	
	<b>IP-SC</b>	
	Analyses et essais pour les industries de la filière bois et ameublement depuis 1997 donnant lieu à versement à l'organisme d'appartenance	
	<b>IP-A</b>	
	Expert dans un groupe de travail sanitaire de l'AIMCC ( <a href="#">Association des Industries de Produits de Construction</a> ) (Aucune rémunération) (2005)	
	<b>VB</b>	
	Chef d'un projet d'évaluation sanitaire des produits bois financé par l'Ademe donnant lieu à versement à l'organisme d'appartenance (50 % du financement du projet)	
	Responsable d'une étude sur l'évaluation sanitaire des produits bois financé par les syndicats professionnels de la filière bois donnant lieu à versement à l'organisme d'appartenance (50 % du financement du projet)	
<b>Analyse Afsset :</b>	Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.	

#### **ORGANISME-EXPERT PARTICIPANT**

L'INERIS est représenté par Mme Corinne MANDIN.

Le CSTB est représenté par Mme Séverine KIRCHNER.

L'INRS est représenté par M. Bruno COURTOIS.

## Notes

---



))) **afsset** .)))

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](http://www.afsset.fr)

ISBN 978-2-11-098854-6

