

COMMISSION SPECIALISEE RISQUES LIES A L'ENVIRONNEMENT

**VALEURS REPÈRES D'AIDE À LA GESTION
DANS L'AIR DES ESPACES CLOS**

LE NAPHTALÈNE

Rapport du groupe de travail

Janvier 2012

SOMMAIRE

Saisine	5
Résumé	8
1. Introduction et problématique	10
2. Généralités sur le naphthalène et ses sources dans les lieux clos	12
3. Distribution des niveaux d'exposition	14
4. Effets sur la santé	20
5. Valeurs guides et réglementaires existantes	26
6. Valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP)	29
7. Dispositions réglementaires	30
8. Valeurs repères pour le naphthalène	31
Bibliographie	35
Glossaire	40
Table des matières	42
Table des illustrations	44

Saisine



1/2

Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports

Direction générale de la santé

Sous direction de la prévention des risques liés à l'environnement et à l'alimentation
Bureau de l'environnement intérieur, des milieux de travail et des accidents de la vie courante

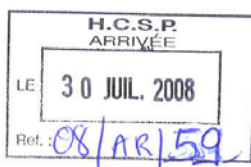
DGS/EA2 n° 138

Personne chargée du dossier :
Nathalie TCHILIAN
Tél : 01-40-56-65-02
nathalie.tchilian@sante.gouv.fr

Le directeur général de la santé

à

Monsieur le Président du Haut Conseil de la Santé
Publique
14 avenue Duquesne
75730 PARIS 07 SP



Paris, le 29 JUL 2008

OBJET : Valeurs de référence pour les polluants de l'air des espaces clos

En 2004, le Plan national santé environnement affichait la thématique de la qualité de l'air à l'intérieur des locaux comme une action prioritaire et pointait la nécessité d'élaborer «des indices et des valeurs limites en matière de qualité d'air intérieur qui soient en cohérence avec les valeurs établies dans l'air extérieur et les espaces professionnels.»

L'Agence française de sécurité sanitaire, environnementale et du travail (AFSSET) travaille depuis octobre 2004 à l'élaboration de "valeurs guides de qualité de l'air intérieur", valeurs spécifiques de l'air intérieur au sens où elles concernent des polluants retrouvés majoritairement dans les espaces clos, plutôt que dans l'air ambiant^[1].

Dans plusieurs crises récentes ayant concerné des établissements scolaires, une mauvaise qualité de l'air a été considérée comme étant le facteur déterminant des troubles sanitaires. La gestion de telles situations conduit à la nécessité de disposer rapidement de valeurs de référence pour les polluants de l'air intérieur. Cette nécessité s'est vue renforcée dans le cadre du Grenelle de l'Environnement avec la proposition de mise en place d'une surveillance de la qualité de l'air dans certains établissements recevant du public et ce, dès 2008^[2].

Si l'on se réfère aux travaux de l'AFSSET, celle-ci a publié des valeurs concernant le formaldéhyde^[3], le monoxyde de carbone^[4] et le benzène^[5]. Ces valeurs sont construites exclusivement sur des critères sanitaires et correspondent à un choix jugé pertinent par les experts parmi les valeurs toxicologiques de référence disponibles dans la littérature^[6]. Elles sont donc exprimées sous forme de concentration dans l'air, associées à un temps d'exposition, d'une substance chimique en dessous de laquelle aucun effet sanitaire, aucune nuisance, ou aucun effet indirect important sur la santé n'est en principe attendu en population générale. Pour les substances sans seuil de dose, les valeurs guides sont exprimées sous la forme de niveaux de risque correspondant à une probabilité de survenue de la maladie.


.../...


Si l'élaboration de telles valeurs induit un certain nombre de difficultés et de questionnements scientifiques, elle soulève également des questions pratiques, réglementaires, juridiques, économiques et sociologiques que le gestionnaire se doit d'intégrer.

C'est pourquoi, je sollicite l'expertise du Haut Conseil de Santé Publique pour l'établissement de valeurs de référence pour les polluants de l'air des espaces clos. Ces valeurs devront, tout en prenant en compte le travail d'expertise scientifique effectué par l'AFSSET, intégrer d'autres paramètres tels que la faisabilité métrologique, la pertinence en terme d'objectifs de santé publique, les mesures de gestion existantes ou à développer pour être en capacité de les respecter.

La méthodologie d'élaboration de valeurs dites "guides" par le conseil scientifique et technique (CST) créé de manière *ad hoc* dans le cadre de la gestion de la pollution de l'air des écoles de Chenôve (Côte-d'Or) par des pesticides, pourrait utilement être expertisée dans la cadre de ce travail. Je vous invite à vous rapprocher pour ce faire de l'Institut de Veille Sanitaire et de l'AFSSET, membres du CST.

Mes services se tiennent à votre disposition pour vous apporter tout élément utile à la réalisation de votre expertise.

 Le directeur général de la santé


Jocelyne BOUDOT
Sous-directrice de la prévention des risques
liés à l'environnement et à l'alimentation

^[1] Les substances pour lesquelles l'agence se propose d'élaborer de telles valeurs guides sont :

- le formaldéhyde
- le monoxyde de carbone
- le benzène
- les particules dont le diamètre est inférieur à 10µm ou PM₁₀
- le trichloréthylène
- le phtalate de di(2-éthylhexyle) ou DEHP
- le dioxyde d'azote
- l'acétaldéhyde
- le naphthalène
- le tétrachloroéthylène
- l'ammoniac
- le radon

^[2] " Le groupe propose qu'une surveillance régulière de la pollution de l'air intérieur dans les lieux de vie considérés à risque du fait d'une forte concentration de population (notamment lieux publics ou professionnels), de fortes ou longues expositions ou d'accueil de populations particulièrement vulnérables (jeunes enfants, personnes âgées ou malades), soit progressivement mise en place à partir de 2008. Les actions de prévention qui découleront de ces résultats seraient alors mises en œuvre rapidement, sur la base de l'impact sanitaire et, le cas échéant, de valeurs guides." http://www.legrenelle-environnement.fr/grenelle-environnement/IMG/pdf/G3_Synthese_Rapport.pdf

^[3] AFSSET, Valeurs guides de qualité de l'air intérieur, le formaldéhyde, Juillet 2007, 68p. http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/815908201109553246969584471508/VGAI_formaldehyde.pdf

^[4] AFSSET, Valeurs guides de qualité de l'air intérieur, le monoxyde de carbone, Juillet 2007, 68p. http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/611421649658249684013021570308/VGAI_monoxyde_carbone.pdf

^[5] AFSSET, Valeurs guides de qualité de l'air intérieur, le benzène, Mai 2008, 89 p. <http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/693734283663878146439921874278/afsset-rapport-benzene-VGAI-vdef.pdf>

^[6] AFSSET, Valeurs guides de qualité de l'air intérieur, document cadre et éléments méthodologiques, Juillet 2007, 53p. http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/027042903425718773350058472815/valeurs_guides_qualite_air_interieur_methodologie.pdf

Groupe de travail de la Commission spécialisée Risques liés à l'environnement (CSRE)

Président du groupe de travail

Yvon Le Moullec Ancien directeur adjoint du laboratoire d'hygiène de la Ville de Paris

Membres du groupe de travail

Francis Allard Professeur des universités - Directeur du LEPTIAB - Université de La Rochelle, membre de la CSRE

Claude Casellas Professeur des Universités – UMR Hydrosociétés, faculté de pharmacie – Université Montpellier 1, membre de la CSRE

Pierre Deroubaix Ingénieur – Département bâtiment et urbanisme, Ademe

Bruno Fouillet Toxicologue – Faculté de Pharmacie – ISPB-Université Lyon 1

Emmanuel Henry Maître de conférences en science politique – Université de Strasbourg, membre de la CSRE

France Wallet Médecin – Service des études médicales, EDF, ancien membre de la CSRE, expert associé au HCSP

Denis Zmirou-Navier Médecin épidémiologiste, Inserm U954, Nancy et Directeur du département santé-environnement-travail de l'École des hautes études en santé publique, Président de la CSRE

Expert auditionné

Christophe Rousselle Toxicologue - Chef de l'unité « Toxicologie » Département des expertises en Santé Environnement Travail, Anses

Déclarations publiques d'intérêt

Pas de conflit d'intérêt déclaré au HCSP.

Résumé

Le naphthalène est un hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP) à deux cycles benzéniques. C'est l'un des composés les plus volatils de cette famille chimique. Le Centre international de recherche sur le cancer (Circ) a classé le naphthalène dans le groupe 2B « cancérigène possible ». Cette conclusion est semblable à celle à laquelle a abouti en septembre 2004 un groupe d'experts de l'agence de protection de l'environnement des Etats-Unis (US-EPA). Le naphthalène est classé cancérigène de catégorie 3 (Carc. 3) par l'Union européenne (UE). Il n'est pas mutagène.

Dans les lieux clos, la présence de naphthalène résulte à la fois des sources intérieures et du transfert de la pollution atmosphérique extérieure. Les principales sources intérieures identifiées sont les combustions incomplètes, surtout le chauffage domestique au bois, et la sublimation du naphthalène utilisé comme répulsif pour les mites (naphthaline) autorisée jusqu'en 2009. Le tabagisme ainsi que certains produits d'entretien ou de bricolage (diluants, solvants,...) peuvent également contribuer à augmenter les concentrations en naphthalène de l'air intérieur. Enfin, dans des contextes spécifiques et locaux de pollution du sol par une activité industrielle ou commerciale passée, des émissions de naphthalène de l'air du sol vers l'environnement intérieur peuvent également constituer une source d'exposition en air intérieur. La contamination de l'air extérieur résulte, quant à elle, des émissions du secteur résidentiel et tertiaire – chauffage au bois notamment – du trafic routier et de certaines industries telles que la pétrochimie.

Le naphthalène est répertorié comme un composé organique semi-volatile en raison de sa pression de vapeur. En termes de mesurages environnementaux, le naphthalène ne fait pas partie des polluants suivis réglementairement ce qui explique, pour une large part, le fait que peu d'études incluent, à l'heure actuelle, le naphthalène dans la liste des composés mesurés ; il existe donc peu de données à l'échelle nationale relatives à ce composé.

Concernant l'exposition de la population générale, l'ensemble des données disponibles en France et à l'étranger montre que, quel que soit le type de bâtiments (logements, bureaux ou locaux ouverts au public), les niveaux sont, en règle générale, faibles (inférieurs à $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et peu différents des niveaux extérieurs. C'est toujours la contribution de l'air des espaces clos qui prédomine dans l'exposition globale par inhalation de la population au naphthalène, en raison du temps passé dans ces environnements. L'air extérieur et l'air respiré dans les transports contribuent chacun pour une faible fraction à l'exposition.

Compte tenu des connaissances actuelles sur les effets sur la santé du naphthalène, l'Anses ne propose qu'une valeur guide d'air intérieur (VGAI) pour des expositions chroniques : **$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$** pour une durée d'exposition supérieure à un an, en considérant l'irritation nasale comme effet critique.

Cette valeur guide correspond à un niveau d'exposition auquel, en l'état actuel des connaissances, aucun effet délétère ne devrait être observé dans la population générale et apporte en principe un haut niveau de sécurité. Par contre, cette valeur guide, strictement fondée sur des critères sanitaires, n'informe pas sur les « seuils d'action », c'est-à-dire, les niveaux de concentration à partir desquels des actions de protection de la santé doivent être mises en œuvre. C'est pourquoi la Direction générale de la santé (DGS) a demandé au Haut Conseil de la santé publique (HCSP) de déterminer des valeurs repères d'aide à la gestion pour différents polluants de l'air intérieur, dont le naphthalène. Ces valeurs sont nécessaires, d'une part pour fixer dès maintenant des niveaux à ne pas dépasser dans les bâtiments neufs ou rénovés, et d'autre part pour engager des actions correctives dans les bâtiments existants, avec une modulation de ces actions et de leur délai de mise en œuvre en fonction des concentrations mesurées.

La Commission spécialisée Risques liés à l'environnement (CSRE) du HCSP a, dans un premier temps, élaboré en 2009 un document cadre exposant les principes communs d'élaboration de ces

valeurs repères d'aide à la gestion pour différents polluants de l'air intérieur. Le présent document applique, en l'adaptant, ce cadre méthodologique au naphthalène.

Après prise en compte de l'effet critique retenu par l'Anses pour fixer sa VGAI pour l'exposition chronique (irritation nasale), des niveaux moyens d'exposition de la population dans les différents espaces clos, des situations à risque de forte exposition et des dispositions réglementaires qui encadrent certaines sources potentielles de naphthalène, le HCSP recommande pour le long terme de retenir deux valeurs pour le naphthalène : une valeur repère de qualité d'air intérieur et une valeur d'action rapide :

- **Valeur repère de qualité d'air intérieur : 10 µg/m³.** Cette valeur repère doit être immédiatement applicable et respectée dans tous les bâtiments, avec un délai des actions correctives fixé à 1 an.
- **Valeur d'action rapide : 50 µg/m³.** Les actions correctives mises en œuvre viseront à abaisser le niveau de concentration de naphthalène dans les bâtiments concernés jusqu'à une concentration inférieure à 10 µg/m³. Le délai de mise en œuvre de ces actions correctives ne devrait pas excéder 3 mois.

Des teneurs supérieures à 50 µg/m³ doivent être considérées comme très atypiques. Le naphthalène apparaît alors comme traceur d'une pollution liée à une source de contamination objective intense. En dehors de la source naphthaline/boules antimite, les sources constituées par les sols pollués ou les combustions lors du chauffage dans des foyers ouverts sont à rechercher en priorité.

Le naphthalène doit être considéré au plan sanitaire pour sa toxicité propre mais également en tant qu'indicateur de l'impact de diverses sources (combustion, pollution du sol,...) susceptibles d'émettre de multiples polluants toxiques.

Il est à noter que, conformément aux travaux de synthèse de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), on ne peut pas affirmer, en l'état actuel des données scientifiques, que la valeur guide, et a *fortiori* la valeur d'action rapide protègent les sujets les plus vulnérables que sont les sujets porteurs d'une déficience génétique (déficience en G6PD). Cette incertitude appelle la réalisation de recherches dédiées et le cas échéant une révision des seuils proposés à échéance de 5 à 10 ans.

Dans le cas des bâtiments neufs livrés à partir de 2012, ceux-ci devront présenter des teneurs en naphthalène inférieures à 10 µg/m³ avant livraison aux occupants. Il en est de même pour ceux faisant l'objet d'opérations de rénovation de grande ampleur. A cette fin, les architectes et les maîtres d'œuvre doivent à la fois agir sur les sources intérieures au bâtiment et veiller à s'affranchir de l'influence des émissions extérieures locales, y compris celles provenant du sous-sol.

Par ailleurs, il apparaît une grande diversité dans les méthodes mises en œuvre pour mesurer le naphthalène. Ce dernier, bien que surtout présent dans la phase gazeuse de l'aérosol atmosphérique (en raison de sa pression de vapeur), est parfois analysé uniquement sur la fraction particulaire, ce qui aboutit à des concentrations extrêmement faibles. Le naphthalène doit être mesuré conformément à la norme internationale ISO 12884:2000 : Air ambiant – Détermination des hydrocarbures aromatiques polycycliques totaux (phase gazeuse et particulaire), publiée en avril 2000, qui est la copie de la norme américaine EPA-TO-13A.

En air intérieur les mesures peuvent être réalisées par prélèvements actifs (préleveurs bas débit) à l'aide de tubes de charbon actif. Des prélèvements par tubes passifs peuvent également être mis en œuvre sur une période de 7 jours.

1. Introduction et problématique

En zone tempérée, la population passe en moyenne 85 % de son temps dans des environnements clos, d'où l'importance d'y maintenir une bonne qualité d'air. Dans ces espaces intérieurs, les personnes sont exposées à de multiples polluants émis par les activités des occupants, le bâtiment lui-même, ses équipements ou encore sa décoration (revêtements muraux, de sol, meubles...). Certains polluants proviennent aussi de l'environnement extérieur immédiat.

Le principe de la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les lieux clos ouverts au public a été décidé au terme du Grenelle de l'environnement. L'engagement n° 52 a prévu la mise en place de systèmes de mesure et d'information sur la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant un public nombreux ou vulnérable (enfants, personnes âgées...), et dans tous les établissements recevant du public (gares, aéroports, métro...).

Un groupe de travail de la Commission spécialisée Risques liés à l'environnement a été mis en place en février 2009 afin de répondre à une saisine adressée par la Direction générale de la santé au Haut Conseil de la santé publique relative à l'établissement de **valeurs repères** aux fins de la gestion des risques liés à la présence de polluants de l'air dans les espaces clos. Ce groupe de travail a élaboré un cadre d'analyse des différents polluants recensés et a déjà produit trois rapports d'application concernant respectivement le formaldéhyde, le benzène et le tétrachloroéthylène. Le naphthalène est la quatrième substance retenue pour l'élaboration de valeurs repères.

Le Centre international de recherche sur le cancer (Circ) a classé le naphthalène dans le groupe 2B « cancérogène possible ». Cette conclusion est semblable à celle à laquelle aboutit un groupe d'experts de l'agence de protection de l'environnement des Etats-Unis (US-EPA) (cf. résultats de la réunion sur le site US-EPA, en date de septembre 2004). Le naphthalène est classé cancérogène de catégorie 3 (Carc. 3) par l'Union européenne. Il n'est pas mutagène.

Il est par ailleurs à noter que l'étude sur la hiérarchisation des polluants de l'air intérieur¹ avait attiré l'attention sur le naphthalène, lequel n'a cependant pas été retenu par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) dans la campagne nationale sur la qualité de l'air dans les logements menée de 2003 à 2005.

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) travaille depuis 2004 à l'élaboration de valeurs guides d'air intérieur (VGAI). Des VGAI ont été proposées pour sept substances : formaldéhyde, monoxyde de carbone, benzène, naphthalène, trichloroéthylène, tétrachloroéthylène et particules. Le rapport relatif au naphthalène a été publié en août 2009.

Pour les substances à seuil de dose, les VGAI de l'Anses définissent des valeurs d'exposition en deçà desquelles il est raisonnable de penser, en l'état actuel des connaissances, que personne, dans la population générale, ne risque de subir les conséquences délétères du polluant considéré. Elles ont été élaborées sur des critères strictement sanitaires et sont des objectifs à atteindre.

Si elles doivent être considérées comme des valeurs cibles, elles n'ont pas été construites pour indiquer un ou des seuils à partir desquels des actions de protection de la santé doivent être mises en place.

C'est pourquoi la Direction générale de la santé (DGS) a demandé au Haut Conseil de la santé publique (HCSP) de déterminer des **valeurs repères d'aide à la gestion** pour différents polluants de l'air intérieur, dont le naphthalène. Ces valeurs sont nécessaires, d'une part pour fixer dès maintenant des niveaux à ne pas dépasser dans les bâtiments neufs ou rénovés, et d'autre part

¹ Mosqueron L. et al. (2002), Hiérarchisation sanitaires des paramètres mesurés dans les bâtiments par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur. VNC pour OQAI Novembre 2002 ; 98p.

pour engager des actions correctives dans les bâtiments existants, avec une modulation de ces actions et de leur délai de mise en œuvre en fonction des concentrations mesurées.

Les valeurs repères d'aide à la gestion du HCSP sont des valeurs d'action prenant en compte des facteurs tels que :

- La nature des risques sanitaires induits par le polluant et l'effet critique retenu pour l'élaboration de la VGAI ;
- Les teneurs observées dans les espaces clos ;
- Les teneurs mesurées en moyenne dans l'air extérieur ;
- La nature des sources d'émission et les moyens de les réduire ou de les éliminer.

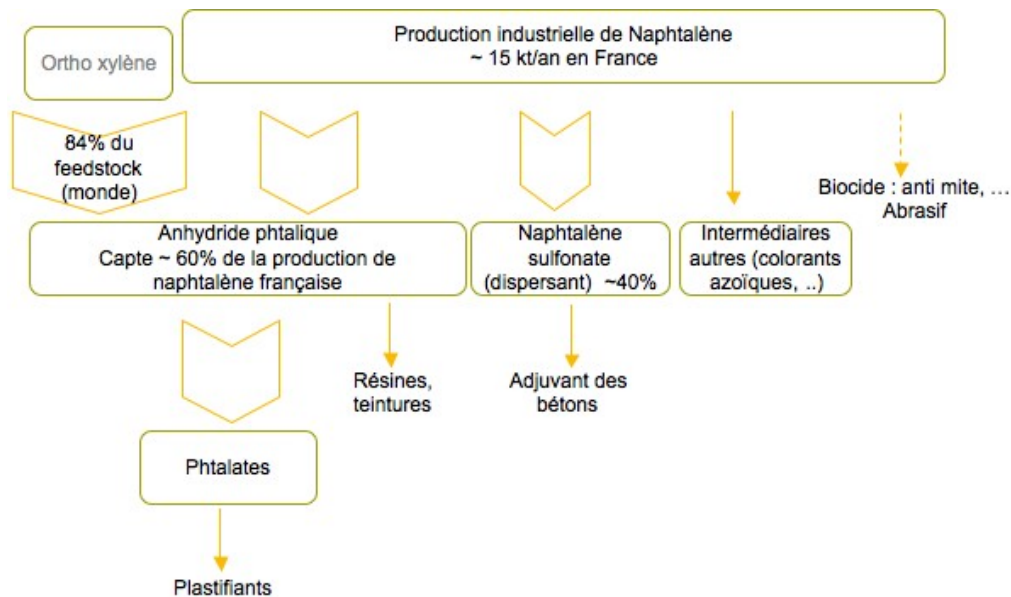
2. Généralités sur le naphthalène et ses sources dans les lieux clos

Le naphthalène est un hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP) à deux cycles benzéniques dont la formule moléculaire est $C_{10}H_8$ (poids moléculaire $M = 128$ g/mole). Le facteur de conversion entre parties par million en volume (ppmV) et concentrations massiques en milligramme par mètre cube d'air (mg/m^3) est à $25^\circ C$ et $101,3$ kPa : 1 ppm = $5,24$ mg/m^3 soit $5\,240$ $\mu g/m^3$.

Le naphthalène se présente sous diverses formes solides (cristaux, poudre, aiguilles ou écailles), de couleur blanche et d'odeur caractéristique de goudron. Il se sublime à température ambiante.

Le naphthalène est un constituant du goudron de houille (11 %) et du pétrole brut (1,3 %). Il peut donc être obtenu à partir de ces deux produits par distillation fractionnée¹. La distillation du goudron est le moyen de production le plus répandu. La fraction la plus riche en naphthalène est refroidie et le naphthalène cristallisé recueilli est raffiné par distillation, lavage ou sublimation. Depuis 1960, la production à partir du pétrole par désalkylation des méthyl-naphthalènes en présence d'hydrogène à hautes température et pression s'est également développée (El-Masri et al., 2003). En France la production annuelle de naphthalène est de l'ordre de 15 000 tonnes (CSTEE, 2001).

Les principales utilisations du naphthalène sont reportées sur le schéma ci-après :



Principales utilisations du naphthalène

Le naphthalène est principalement utilisé comme intermédiaire dans la fabrication d'anhydride phtalique (plus de 60 % de la production) servant à produire des phtalates (Corden, 2000), des plastifiants, des résines et des teintures. Il peut aussi être utilisé pour d'autres applications, plus marginales : antiseptique, microbicide, diélectrique, parfums de synthèse, etc. Il a longtemps été utilisé pour la production de répulsifs pour insectes (antimite). Son utilisation comme biocide est désormais interdite depuis juillet 2009.

¹ La distillation fractionnée est un procédé consistant à chauffer un liquide jusqu'à ce que ses constituants les plus volatils passent en phase gazeuse ; la vapeur est alors refroidie pour récupérer les constituants par condensation ; différents constituants vont se vaporiser à des points d'ébullition différents, ce qui permet de les séparer.

Les industriels des peintures signalent que l'utilisation d'anhydride phtalique dans les résines pour peintures ou de plastifiants dans les peintures est limitée à des usages spécifiques nécessitant des conditions physiques exigeantes propres aux secteurs militaire et aéronautique.

Il est également utilisé dans la fabrication de produits destinés au traitement du bois (créosote), au tannage du cuir et entre dans la composition d'agents tensio-actifs (sulfonates de naphthalène et dérivés utilisés comme dispersants ou agents mouillants en peinture, teinture et formulation de papier d'emballage).

Le naphthalène peut également être présent dans des huiles de dilution utilisées pour la production de pneumatiques. Par ailleurs, des HAP sont également inclus dans l'asphalte et sont présents dans de nombreux autres dérivés de combustibles fossiles.

Entre 2007 et 2009, les émissions atmosphériques industrielles de naphthalène sont passées de 15 800 kg/an à 4 800 kg/an.

Environ 10 % des rejets dans l'environnement sont attribuables à la production et à la distillation du charbon tandis que les pertes liées à la production de naphthalène représentent moins de 1 %. L'influence des industries productrices de naphthalène en termes d'impact sur la qualité de l'air est considérée comme « locale ».

Environ 90 % du naphthalène présent dans l'environnement provient de combustions incomplètes (pyrolyse), principalement du chauffage domestique au bois et de la sublimation du naphthalène qui était utilisé comme répulsif pour les mites (Donohue, 2003). La fumée de cigarette constitue également une source de naphthalène à l'intérieur des habitats. La fumée d'une « cigarette américaine » sans filtre contient 2,8 µg de naphthalène et 1,2 µg de 1-méthyl-naphthalène (Ineris, 2006).

Les émissions atmosphériques liées au trafic routier peuvent également contribuer à une exposition au naphthalène en air intérieur. Les concentrations sont donc plus fortes en ville, et plus particulièrement en hiver (couche de mélange défavorable à la dispersion et moins de dégradation par le rayonnement ultraviolet).

Enfin, dans des contextes spécifiques et locaux de pollution du sol par une activité industrielle ou commerciale passée, des émissions de naphthalène de l'air du sol peuvent également constituer une source d'exposition dans les environnements intérieurs.

3. Distribution des niveaux d'exposition

Le naphthalène est un des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) les plus volatils. Il est ainsi répertorié comme un composé organique semi-volatile (COSV) en raison de sa pression de vapeur de 0,087 mm Hg à 25 °C, soit juste au-dessous du seuil de 0,1 mm Hg retenu pour définir des composés organiques volatils (COV).

En termes de mesurages environnementaux, le naphthalène ne fait pas partie des polluants suivis réglementairement. Dans le cadre de la convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière longue distance (CEE-NU), les émissions de HAP ne prennent en compte que les quatre composés considérés dans le cadre du protocole d'Aarhus sur les composés organiques persistants de 1998, et dans le règlement N°850/2004 du parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004, à savoir :

- Le benzo(a)pyrène,
- Le benzo(b)fluoranthène,
- Le benzo(k)fluoranthène,
- L'indéno(1,2,3)pyrène.

La réglementation française (arrêté du 2 février 1998 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation) considère quant à elle huit HAP, mais pas le naphthalène (Citepa, 2011)..

Ces raisons expliquent, pour une large part, le fait que peu d'études incluent, à l'heure actuelle, le naphthalène dans la liste des composés mesurés. Ainsi, le naphthalène n'a pas fait partie des substances suivies par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) dans le cadre de la campagne nationale sur la qualité de l'air des logements.

3.1 Différents milieux intérieurs

3.1.1 Cas général des habitats

Il existe peu de données à l'échelle nationale concernant le naphthalène. Les premières données dont on dispose concernent un logement investigué dans le cadre d'une étude menée en 1994. Des valeurs de concentrations comprises entre 4 µg/m³ (chambre) et 36 µg/m³ (salon) étaient mentionnées (Kirchner, 1995).

L'étude menée par l'Ineris en 2008 relative à l'évaluation de l'impact des appareils de chauffage domestique à bois (six types d'appareils différents testés) sur la qualité de l'air intérieur et extérieur mentionne également des concentrations en naphthalène dans l'air intérieur. Les concentrations mesurées sont cohérentes avec celles retrouvées par ailleurs dans la littérature étrangère : les maxima mesurés sont de 0,66 µg/m³ pour le logement équipé d'un foyer fermé et de 1,5 µg/m³ pour la pièce équipée d'un foyer ouvert. Cette étude conclut que les concentrations intérieures en HAP (gazeux et particulaires) sont bien influencées par la combustion du bois.

Les concentrations mesurées de façon la plus représentative en Europe et le plus récemment sont les données allemandes issues du volet IV de l'étude « German environmental survey » (GerES, 2008). 555 logements de 150 villes allemandes ont été investigués entre mai 2003 et mai 2006. Cette étude concernait essentiellement des chambres d'enfant (95 % des cas). Les mesurages étaient effectués par échantillonnage passif sur une durée d'une semaine. Seuls 7 % des mesures

étaient supérieurs à la limite de détection fixée à 1 µg/m³. Les percentiles 95, 98 et la valeur maximale étaient respectivement de 1,2 ; 2,8 et 4,9 µg/m³ (Bundesgesundheitsbl, 2008).

Le programme de mesure européen Expolis (Air pollution exposure distribution within adult urban population in Europe) s'est intéressé aux populations urbaines de plusieurs grandes métropoles européennes (Matti et al. 2004). Les mesures d'air intérieur ont été réalisées en dehors des heures de travail et les COV étaient mesurés par prélèvements actifs. Athènes se dégage nettement des autres villes européennes avec une concentration moyenne de 90 µg/m³, contre 1 à 4 µg/m³ dans les autres villes. Les mesures réalisées à Athènes ont été effectuées sur une population de 42 individus entre 1997 et 1998. Les logements athéniens étaient ceux pour lesquels l'utilisation de chauffage central au gaz, de cheminées, de climatisation, et de cigarette, était la plus importante parmi les pays européens.

	Concentration en µg/m ³		
	Moyenne	Percentile 75	Percentile 90
Athènes	90,1	47,6	307,8
Milan	4,1	3,0	5,3
Prague	2,8	2,5	5,7

**Concentrations en naphthalène mesurées dans des logements européens
(source : étude multicentrique européenne Expolis, 1996-1998)**

De plus, l'utilisation du naphthalène comme antimite, apparemment pratiquée à une large échelle dans les pays méditerranéens comme la Grèce, est évoquée dans le rapport Index comme principale explication des teneurs très élevées en naphthalène relevées à Athènes. Les études épidémiologiques effectuées sur les enfants grecs semblent le confirmer.

Au Canada, une étude de Santé Canada visant des domiciles de la ville de Windsor, menée en 2005 et en 2006 a indiqué des concentrations maximales de 158 µg/m³ dans l'air intérieur. La moyenne et la valeur correspondante du 90^{ème} percentile issues de cette étude étaient bien plus faibles (6,8 et 9,4 µg/m³, respectivement). Cette étude visait des domiciles de personnes non fumeuses (Santé Canada, 2008).

Une autre étude de Santé Canada menée à Ottawa a révélé des concentrations maximales en air intérieur de 144 µg/m³. La moyenne arithmétique et la valeur correspondante du 90^{ème} percentile issues de cette étude étaient également bien plus faibles (3,9 et 4,7 µg/m³, respectivement) (Zhu et al., 2005).

Une revue de la littérature (150 études) publiée en 2010 par Jia et Batterman a rapporté les résultats des articles, rapports, thèses etc. publiés depuis 1990. Les informations ont été collectées dans cinq bases de données¹ et dans les archives de trois sociétés internationales² majeures s'intéressant aux expositions humaines. La première source intérieure de naphthalène est la combustion (foyer ouvert, tabagisme, encens), puis viennent les boules antimite et la présence d'un garage attenant au logement. Les concentrations médianes varient de 0,18 à 1,7 µg/m³ dans les logements non-fumeurs (max = 144 µg/m³).

En Europe, la concentration médiane serait inférieure à 0,6 µg/m³. Les logements des fumeurs d'une part et les logements situés en zones rurales d'autre part ont été traités séparément. Il apparaît ainsi que :

¹ Science citation index expanded, Conference proceedings citation index, ScienceDirect, Medline, ProQuest.

² Air and Waste Management Association, Indoor Air, International Society of Exposure Science.

- Les concentrations moyennes dans les logements fumeurs sont comprises entre 1,8 et 9,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Des teneurs élevées ont été mentionnées dans les études plus anciennes (1995). Cependant, ce n'est pas le cas dans des études plus récentes, y compris dans celles qui ont évalué spécifiquement les effets de la fumée de tabac environnementale (FTE) qui, en fait, ne contribuerait qu'à hauteur de 0,1 à 0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Nazaroff et al., 2003).
- Les études analysées n'ont pas montré de différence significative entre les résidences urbaines et les résidences rurales. Traiter séparément les résidences situées en zone rurale n'a pas montré d'influence significative sur les concentrations médianes.

Entre 1990 et 2005, il ne semble pas y avoir eu de diminution des concentrations en naphthalène dans l'air intérieur, comme on peut le voir pour d'autres COV. La tendance « plate » peut laisser supposer que les études plus anciennes n'avaient pas caractérisé exactement les niveaux de naphthalène, probablement en raison des problèmes de mesure. Il semble toutefois qu'il y ait une relation positive entre la concentration en naphthalène et l'ancienneté de l'habitat. Les habitats nouvellement aménagés (moins de 12 mois) présentent des concentrations plus faibles en naphthalène.

3.1.2 Ecoles et crèches

Aucune donnée à l'échelle nationale n'a pu être retrouvée dans les bases de données consultées. Des données à l'échelle européenne sont disponibles par l'intermédiaire d'une étude menée en Allemagne (Schreiner et al., 2001). Quarante crèches ont été investiguées en 2000 en utilisant des échantillonneurs passifs. La concentration médiane mesurée était égale à 0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et le percentile 95 à 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ces niveaux de concentrations étaient déjà ceux retrouvés aux Etats-Unis (Wilson et al., 1999) dans une étude relative à 9 crèches. Les concentrations moyennes mesurées étaient également de 0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.1.3 Bureaux

Aucune donnée à l'échelle nationale n'a pu être retrouvée dans les bases de données consultées.

Dans le cadre de l'étude multicentrique européenne Expolis, les bureaux ont été investigués de façon individualisée.

	Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Moyenne	Percentile 75	Percentile 90
Athènes	7,5	8,2	20,9
Milan	2,2	3,1	4,6
Prague	2,2	2,5	3,5

Concentrations en naphthalène mesurées dans des bureaux (source : étude multicentrique européenne Expolis, 1996-1998)

Les valeurs moyennes mesurées à Milan, Prague et Athènes étaient respectivement égales à 2,2 ; 2,2 et 7,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces concentrations restent cohérentes avec celles mesurées à l'intérieur des logements et les teneurs les plus élevées sont également retrouvées à Athènes.

Par ailleurs, une étude menée par l'Université de Birmingham (Kim et al., 2001) entre novembre 1999 et février 2000 sur douze bureaux montre une concentration moyenne de 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.1.4 Etablissements recevant du public

L'étude, précédemment citée, menée dans l'agglomération de Birmingham (Royaume Uni), entre novembre 1999 et février 2000, a inclus le naphthalène dans la liste des COV mesurés dans les différents établissements recevant du public, à savoir restaurants, pubs, cinémas ou centres commerciaux. 26 prélèvements ont été réalisés au sein de 16 établissements.

Les concentrations moyennes mesurées étaient comprises entre 0,6 et 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.1.5 Parcs de stationnement couverts et moyens de transport

Dans le cadre d'une saisine de l'Anses relative aux parcs de stationnement couverts, le Laboratoire central de la préfecture de Police (LCPP) a procédé à des mesures de naphthalène dans quatre parkings souterrains parisiens réservés aux cars de tourisme pour le parc 1 et aux voitures particulières pour les trois autres parcs (Afsset, 2007). Les prélèvements actifs ont été effectués sur des tubes Carbotrap pendant 30 minutes et sur des tubes de charbon actif pendant 8 heures.

	Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
	Parc 1	Parc 2		Parc 3	Parc 4	
Sur 30 min	< 4	< 4		< 11	< 12	< 3,5
Sur 8 heures	< 4	0,9	1,3	1,4	1,3	< 3,5

Concentrations en naphthalène mesurées dans quatre parkings parisiens

Sur 30 minutes, tous les résultats sont inférieurs aux limites de quantification (3,5 ; 4 ; 11 ou 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Les concentrations intégrées sur 8 heures sont comprises entre 0,9 et 1,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les valeurs supérieures à la limite de quantification.

S'agissant des niveaux d'exposition dans les transports, l'étude menée dans l'agglomération de Birmingham citée précédemment, a rapporté les concentrations moyennes suivantes dans les différents habitacles de moyens de transport :

- automobiles (12 habitacles ; 35 prélèvements) : 5,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- trains (18 habitacles ; 18 prélèvements) : 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- bus (18 habitacles ; 18 prélèvements) : 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.2 Air extérieur

Dans l'air extérieur, des résultats de mesures peuvent être obtenus sur le territoire national par l'intermédiaire des Aasqa (Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air). Cependant, des problèmes de méthodologie de mesures rendent difficile l'utilisation de ces informations à des fins de comparaison avec les autres données disponibles. Des préconisations de mesures sont traitées au paragraphe 8.3.2.

Au niveau européen, les concentrations en air extérieur ont également été mesurées dans le cadre de l'étude Expolis.

	Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Moyenne	Percentile 75	Percentile 90
Athènes	4,4	5,5	8,7
Milan	1,5	1,6	3,0
Prague	1,0	1,4	1,5

Concentrations mesurées dans l'air ambiant extérieur (source : étude multicentrique européenne Expolis, 1996-1998)

L'évaluation du ratio intérieur/extérieur des concentrations en naphtalène examinée à partir des données Expolis semble confirmer un ratio moyen voisin de 1 quelle que soit la saison.

La revue de la littérature réalisée par Jia et Batterman concernant 150 études publiées depuis 1990, rapporte des concentrations moyennes en air ambiant des zones urbaines comprises entre 0,01-0,82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations médianes sont comprises entre 0,02 et 0,31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces concentrations sont comprises dans la fourchette de valeurs allant de 0,001 à 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mentionnée par ailleurs par Price et Jayjock en 2008.

Les concentrations en air ambiant extérieur sont généralement plus basses en zone rurale qu'en zone urbaine. Les concentrations ont tendance à atteindre un niveau maximal la nuit et le matin et sont les plus basses vers midi. Les plus fortes concentrations nocturnes sont liées aux conditions de dispersion plus défavorables et les pics en matinée sont associés aux émissions des véhicules aux heures de pointe.

Les concentrations médianes en air ambiant extérieur dans des zones urbaines classées selon leur localisation géographique suivent généralement la tendance suivante : Etats-Unis > Europe > Canada.

3.3 Bilan sur l'exposition de la population générale

La revue de la littérature réalisée par Jia et Batterman (2010) rapporte seulement trois études européennes (Angleterre, Allemagne et Finlande) où l'exposition personnelle au naphtalène a été étudiée.

Au Royaume Uni, les mesurages ont été effectués par échantillonnage actif sur une durée de 5 jours (Saborit et al., 2009). L'échantillonnage actif a également été mis en œuvre lors de l'étude réalisée en Finlande, mais sur une durée de 2 jours (Edwards et al., 2001). Des mesurages par échantillonnage passif sur une durée de 7 jours ont été retenus pour l'étude allemande (Hoffman et al., 2000).

Les concentrations médianes sont comprises entre 0,5 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces niveaux sont dans les gammes rencontrées en air intérieur suggérant que les expositions personnelles résultent principalement de celles subies à l'intérieur des bâtiments. Les concentrations maximales sont comprises entre 2,7 et 12,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les expositions personnelles ont également été mesurées dans le cadre du programme de mesure européen Expolis. Les mesurages ont été effectués par des échantillonnages actifs sur une durée de 2 jours. Les concentrations moyennes mesurées sont de 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivement pour les villes d'Athènes et de Prague.

L'ensemble des études réalisées montre que l'inhalation est de loin la voie principale d'exposition de la population générale. La dose d'exposition moyenne serait de l'ordre de 19 $\mu\text{g}/\text{jour}$ pour l'inhalation alors qu'elle ne serait que de 0,002 à 4 $\mu\text{g}/\text{jour}$ pour l'ingestion d'eau.

C'est toujours la contribution de l'air des espaces clos qui prédomine dans l'exposition globale par inhalation de la population au naphtalène, en raison du temps passé dans ces environnements. L'air extérieur et l'air respiré dans les transports contribuent chacun pour une faible fraction de l'exposition.

Les valeurs repères d'aide à la gestion proposées dans ce rapport ne concerneront donc que l'inhalation.

4. Effets sur la santé

L'ensemble des informations et données toxicologiques provient de monographies publiées par des organismes reconnus pour la qualité scientifique de leurs documents (Ineris, 2011 ; OMS, 2010 ; Afsset, 2009 ; ATSDR, 2005 ; Iarc, 2002 ; EU, 2003 ; US-EPA, 1998).

Les références bibliographiques aux auteurs sont citées pour permettre un accès à l'information scientifique.

4.1 Toxicocinétique

4.1.1 Absorption

Chez l'Homme, l'absorption du naphtalène a été très peu étudiée. Compte tenu des effets observés lors de l'exposition, il a été admis que le naphtalène pouvait être absorbé à travers le tractus gastro-intestinal, le tractus respiratoire et la peau (OMS 2010, ATSDR 2005). La toxicité rapportée chez des nouveau-nés (probablement exposés par voie cutanée même si une participation de la voie respiratoire ne peut être exclue) par contact avec des draps traités au naphtalène (antimite) renforce cette hypothèse (Dawson et al., 1958 ; Schäfer, 1951).

4.1.2 Distribution

Le naphtalène se distribue dans les tissus adipeux en raison de sa forte lipophilie et sa présence a été détectée dans le lait maternel (Stanley, 1986 ; Pellizzari et al., 1982).

4.1.3 Métabolisme

Les données chez l'Homme sont peu nombreuses. Dans des cas d'intoxications aiguës chez l'homme, les métabolites identifiés sont le 1-naphtol, 2-naphtol, 1,2- et 1,4-naphtoquinone. Les études *in vitro* sur des microsomes de foie humain et de préparations pulmonaires ont montré que l'époxyde hydrolase est impliqué dans le métabolisme avec la formation de naphtalène-1,2-dihydrodiol (EU, 2003). Le premier stade de la métabolisation du naphtalène implique une époxydation catalysée par les cytochromes P450 conduisant à la formation du naphtalène-1,2-oxyde. De nombreuses études ont montré que plusieurs isoenzymes peuvent catalyser cette réaction. Au niveau pulmonaire, les gènes spécifiques seraient le *CYP2F* et *2F1* chez l'homme et le primate (Nhamburo et al., 1990 ; Tingle et al., 1993.). Plusieurs études menées chez des hommes exposés, professionnellement ou non, aux HAP rapportent un polymorphisme génétique des *CYP1A1* et *CYP2E1* et des glutathion-S-transférases *GSTM1* et *GSTM2* (Yang et al., 1999 ; Nan et al., 2001). Les concentrations urinaires en 2-naphtol et 1-naphtol sont plus élevées chez les sujets déficients en *GSTM1*.

Le naphtalène peut être méthylé pour former le 1-méthylnaphtalène et le 2-méthylnaphtalène. Le premier composé pourrait être moins toxique que le naphtalène.

Il semble que la toxicité du naphtalène soit liée à la formation de quinones par la voie du 1-naphtol plutôt qu'au 1,2-oxyde de naphtalène.

La toxicité du naphtalène dépend du taux de glutathion réduit capable de se conjuguer avec les métabolites du naphtalène. Le glutathion oxydé est réduit par la glutathion réductase, enzyme qui nécessite comme cofacteur le NADPH. La principale source de NADPH dans les hématies est

l'enzyme glucose-6-phosphate déshydrogénase (G6PD). Les personnes déficientes en G6PD et les nouveau-nés dont le foie a un fonctionnement encore immature sont par conséquent plus sensibles à l'action du naphthalène.

4.1.4 Excrétion

Une faible quantité de naphthalène est éliminée sous forme inchangée dans l'air expiré. 88 à 98 % de naphthalène absorbé par voie pulmonaire sont éliminés dans les urines sous forme de divers métabolites, conjugués ou non (OMS, 2010).

4.2 Toxicité aiguë

Quelques cas de décès observés après ingestion de boules d'antimite contenant du naphthalène ont été publiés sans information documentée sur le niveau d'exposition ou d'examen histopathologiques.

L'exception est l'observation de Ljiri et al. en 1987 d'un enfant ayant ingéré environ 5 grammes d'antimite. Le décès a été précoce (dans l'heure suivant la prise). L'autopsie a montré des poumons congestifs, œdémateux et hémorragiques. Le foie est le siège d'une infiltration de leucocytes et lymphocytes. Cette observation suggère la possibilité d'atteintes des fonctions respiratoires et hépatiques chez l'homme après une exposition par voie orale.

Dans deux cas de suicide d'adolescents ayant ingéré 10 grammes de naphthalène, il a été constaté une anémie hémolytique (Gildron et Leurer, 1956). Une observation fait état d'une cataracte bilatérale associée à l'ingestion de 5 grammes de naphthalène.

Par inhalation, le naphthalène pourrait être également létal. Deux enfants ont trouvé la mort après inhalation de naphthalène à des niveaux d'exposition non estimés. Ils présentaient tous deux un ictère sévère et des lésions cérébrales (Valaes et al., 1963). Plusieurs études ont montré que les individus présentant une déficience en G6PD développaient plus facilement une anémie hémolytique (Melzer-Lange et Walsh-Kelly, 1989).

Par voie cutanée, le naphthalène peut entraîner une anémie hémolytique, une hémolyse, un ictère, une méthémoglobinémie et la mort (Schäfer, 1951).

4.3 Toxicité chronique (non cancérigène, non reprotoxique)

Voie orale : Aucune étude concernant l'effet chronique d'une exposition au naphthalène par voie orale n'est disponible. Les rares études existantes présentent les effets éventuels du naphthalène sur la reproduction et le développement.

Inhalation : Linick (1983) a rapporté en Inde le cas d'une femme de 26 ans, de sa fille de 6 ans, et de sept autres personnes qui souffraient de céphalées, de confusion, de nausées, de vomissements et d'un ictère. Les symptômes ont été mis en relation avec une exposition excessive, pendant au moins deux ans, au naphthalène provenant de 300 à 500 boules antimite dispersées dans la maison. Le taux de naphthalène dans l'air a été mesuré à 20 ppb ($105 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mais a pu être plus élevé lorsque les boules étaient neuves. Plusieurs cas d'anémie hémolytique ont été décrits après inhalation et pénétration cutanée chez des nouveau-nés dont les vêtements et la literie ont été conservés avec des boules d'antimite (Cock, 1957 ; Dawson et al., 1958 ; Schäfer, 1951 ; Valaes, 1963). Les cas d'anémies survenus chez ces nouveau-nés sont parfois associés à des troubles neurologiques comme une somnolence et une diminution des cris. Huit cas de cataracte ont été décelés chez un groupe de 21 employés d'une teinturerie industrielle où du naphthalène était utilisé. Sept cas sont survenus avant l'âge de 50 ans. Si l'hypothèse d'une causalité est possible, les niveaux d'exposition ne sont pas disponibles (Ghetti et Mariani, 1956). Enfin, des données anciennes (datant de 1960) ont rapporté que le naphthalène était un irritant oculaire mais

ces conclusions sembleraient basées sur des opacifications du cristallin et non pas sur des données d'irritations. De plus, des effets similaires n'ont jamais été rapportés depuis, malgré un usage continu de naphthalène (EU, 2003).

Voie cutanée : le contact cutané avec du naphthalène peut induire des anémies hémolytiques. Par contre, aucune relation directe entre l'exposition à long terme au naphthalène par voie cutanée et le développement de symptômes respiratoires, cardiovasculaires, gastro-intestinaux, rénaux et oculaires n'a été montrée (Ghetti et Mariani, 1956).

Des données anciennes (datant de 1960) ont rapporté que le naphthalène était un irritant cutané avec mise en évidence d'érythèmes et de dermatites réversibles chez des travailleurs. Néanmoins, ces effets n'ont jamais été rapportés depuis, malgré un usage continu de naphthalène (EU, 2003).

Comme pour les effets aigus, les données de toxicité chronique chez l'Homme sont très anciennes. En outre, il s'agit de cas cliniques pour lesquels on ne dispose pas de données quantitatives précises sur les niveaux d'exposition et les durées. Aucune étude épidémiologique n'est disponible sur les effets d'une exposition au naphthalène seul. En effet, à partir d'une exposition multiple aux composés HAP, il est impossible de différencier les effets des divers composés. En revanche, dans certaines études épidémiologiques, des biomarqueurs d'exposition au naphthalène ont été mesurés (par exemple les naphthols urinaires) (Chao et al., 2006 ; Meeker et al., 2007). Il n'y a pas d'étude d'association exposition – risque à partir de ces résultats.

Parmi les études de toxicité chronique chez l'animal, une a retenu l'attention de l'Anses, de l'ATSDR, de l'US-EPA et de l'OEHHA pour construire leur VTR. Il s'agit de celle du National toxicology program (NTP) de 1992. **L'effet critique¹ retenu est l'irritation nasale** chez les rongeurs mise en évidence dès la plus faible concentration d'exposition (51 mg/m³ soit 10 ppm).

Elle concerne des groupes de souris B6C3F1 mâles et femelles (âgées de 6 à 7 semaines) exposées par inhalation, 6 heures par jour, 5 jours par semaine, pendant 2 ans à des vapeurs de naphthalène (> 99 % de pureté) à des concentrations de 0 (75 animaux/sexe), 10 (75 animaux/sexe) et 30 ppm (150 animaux/sexe). La mortalité et la morbidité ont été observées deux fois par jour tous les jours de la semaine. Les animaux sont pesés une fois par semaine au cours des treize premières semaines puis une fois par mois. Un suivi hématologique est réalisé. Un examen histopathologique complet est assuré chez les animaux moribonds ou à la fin de l'étude.

Une **diminution significative de la survie des animaux à la fin de l'étude** a été observée chez les groupes de souris mâles témoins par rapport aux souris exposées au naphthalène, s'expliquant par un nombre élevé de morts du fait de combats. Les souris mâles exposées au naphthalène sont restées blotties dans les coins des cages et se sont moins battues. Au bout de deux ans, la survie chez les souris femelles est identique pour les souris témoins et les souris exposées.

Une **augmentation significative de l'incidence des lésions non cancéreuses** est observée dans les poumons et la cavité nasale des souris mâles et femelles exposées : une inflammation chronique des poumons, **des muqueuses nasales et une hyperplasie de l'épithélium respiratoire du nez**.

4.4 Effets cancérogènes

Chez l'Homme

Peu d'études sont disponibles. Des cas de cancers ont été rapportés chez des salariés travaillant dans une usine de purification du naphthalène dans l'ex-Allemagne de l'Est. Cette usine a fonctionné de 1917 à 1968 et 15 employés y ont travaillé pendant vingt à trente ans. Parmi ces

¹ « L'effet critique est le premier effet adverse qui survient lorsqu'on accroît la dose, et jugé pertinent chez l'Homme pour l'élaboration de la VTR. ». http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/etud_impact/vtr_ei72.pdf, p 13.

salariés, sept ont développé un cancer et quatre de ces cancers étaient des cancers du larynx. Ceux-ci étant fumeurs, les auteurs concluent qu'aucune déduction concernant l'effet du naphthalène sur l'incidence des cancers ne peut être faite à partir de ces observations (Wolf, 1976, 1978).

Une étude cas-témoin concernant une cohorte de femmes de l'Etat de New York, associée avec l'utilisation de boules d'antimite dans leur habitation, a montré une augmentation de risque d'apparition de lymphome non-Hodgkinien diagnostiqué entre octobre 1995 et septembre 1998. Le manque de données dose-réponse, la non-connaissance des composants des boules d'antimite (naphthalène ou paradichlorobenzène) limitent grandement les conclusions concernant l'effet cancérigène du naphthalène (OMS, 2010).

Vingt-trois patients ayant été admis dans un hôpital au Nigeria pour des carcinomes du colon sur une période de 2 ans, ont été examinés et les auteurs ont évalué une éventuelle relation avec l'ingestion de *kafura*, une substance contenant du naphthalène dont la composition exacte est inconnue. Celui-ci était utilisé pour traiter des pathologies ano-rectales. Onze de ces patients avait 30 ans ou moins lors du diagnostic. La moitié avait indiqué avoir pris du *kafura* et les autres ne savaient pas s'ils avaient ingéré la substance pendant leur plus tendre enfance. Par conséquent aucune conclusion ne peut être déduite de cette étude (Ajao et al., 1988 ; OMS, 2010).

Les quelques études disponibles chez l'Homme ne permettent aucune conclusion.

Chez l'animal

Une étude récente (NTP, 2000 ; Abdo et al., 2001) a été menée chez 49 rats Fischer F344/N mâles et 49 femelles exposés à 0, 10, 30 et 60 ppm de naphthalène (0, 52, 157 et 314 mg/m³), 6 heures par jour, 5 jours par semaines pendant 105 semaines (pureté du naphthalène > 99 %). Cette étude a montré le développement de neuroblastomes de l'épithélium olfactif et d'adénomes de l'épithélium respiratoire nasal chez les animaux exposés, mâles et femelles. Les neuroblastomes surviennent chez les rats mâles pour des expositions à 30 et 60 ppm, et dans tous les groupes exposés chez les femelles. Une relation dose-effet est observée chez les deux sexes. Un mâle pour chacune des deux concentrations de 30 et 60 ppm présente également des métastases pulmonaires. L'augmentation de l'incidence des neuroblastomes chez les femelles est statistiquement significative par rapport au groupe témoin à la concentration de 60 ppm.

Une relation dose-réponse est observée pour les adénomes chez les deux sexes, mais l'incidence n'est augmentée de manière statistiquement significative que chez les mâles, chez tous les groupes exposés. La malignité de ces adénomes peut être discutable.

L'étude de Long *et al.* (2003) correspond à une deuxième publication à partir de l'étude du NTP (2000). Elle précise les données histologiques obtenues en détaillant les caractéristiques microscopiques des lésions cancéreuses et non cancéreuses observées dans la muqueuse nasale des rats mâles et femelles. Cette analyse a permis d'identifier deux types de lésions cancéreuses : les neuroblastomes de l'épithélium olfactif et les adénomes de l'épithélium respiratoire. Il s'agit de tumeurs nasales d'un type rare survenues parmi de nombreuses lésions non cancéreuses de type prolifératives, dégénératives, métaplasiques, hyperplasiques et inflammatoires au niveau de l'épithélium et du tissu conjonctif, observées chez pratiquement tous les animaux (80 à 100) en fonction de la dose. L'augmentation des lésions de l'épithélium olfactif et de l'épithélium respiratoire est dose-dépendante mais celles-ci ne sont pas corrélées entre elles.

Afin de mieux appréhender le mécanisme de cancérogenèse du naphthalène, un groupe de travail a ré-analysé les résultats des études du NTP (North, 2008) et formulé plusieurs critiques : aucune étude de toxicité préalable n'a été menée et les deux études ont été réalisées à des concentrations supérieures aux doses maximales tolérées (MTD) ; l'incidence des inflammations est proche de 100 % aux deux concentrations testées dans les deux sexes et les deux espèces, rendant difficile les extrapolations des résultats à l'Homme. Les données doivent être complétées notamment par des études réalisées à des concentrations plus faibles et des

études de toxicité à plus court terme. Les mécanismes impliqués doivent également être mieux compris.

Classification :

Sur la base des essais chez l'animal, le naphthalène est classé :

- Catégorie 3 de la classification européenne (JOCE, 2004) « substance préoccupante pour l'Homme »¹
- Groupe 2B de l'IARC (IARC, 2002) « possible cancérigène pour l'Homme »
- Classe C de l'US-EPA (1998) « cancérigène possible pour l'Homme »

4.5 Génotoxicité

L'ensemble des résultats de génotoxicité semble indiquer que le naphthalène n'est pas mutagène aussi bien sur cellules procaryotes que sur cellules eucaryotes (Brusick, 2008 ; Brusick et al., 2008).

Le naphthalène n'est pas classé génotoxique par l'Union européenne en l'absence de résultats concordants (EU, 2003).

4.6 Effets sur la reproduction et le développement

Il n'existe pas de données disponibles concernant les effets sur la reproduction chez l'Homme.

Concernant les effets sur le développement, il a été montré qu'après une ingestion de naphthalène par la mère, les fœtus développaient une anémie hémolytique néonatale. Les doses et la durée de l'exposition des fœtus au naphthalène ne sont pas connues (Athanasidou et al., 1997).

Une étude sur les ictères néonataux en lien avec les expositions domestiques et les produits chimiques a été réalisée au Niger. Il a été démontré que les cas d'ictères sévères, nécessitant une transfusion sanguine ou induisant la mort du nouveau-né, étaient significativement plus fréquents chez les enfants des familles ayant des antécédents d'exposition au naphthalène (Familusi et Dawodu, 1985).

Le naphthalène n'a pas été classé par l'Union européenne comme reprotoxique (JOCE, 2004).

4.7 Existence de populations vulnérables

Les populations sensibles au naphthalène sont les populations présentant une déficience pour l'enzyme G6PD (Shannon et Buchanan, 1982 ; Calabrese, 1986) qui sont particulièrement sensibles aux anémies hémolytiques et ictères néonataux (Gosselin, 1986) ; cette déficience est fréquente au sein de populations d'origine méditerranéenne (Grèce, Turquie, Sardaigne, Italie...), africaines et asiatiques. La prévalence de la déficience en G6PD varie de 2 à 20 % dans les populations méditerranéennes et peut atteindre 70% dans certaines populations kurdes. Elle est de 11 % chez les Afro-américains.

A défaut de travaux toxicologiques ou épidémiologiques suffisants concernant les populations déficientes en G6PD, on peut considérer, comme l'OMS, que les seuils proposés ne peuvent actuellement intégrer spécifiquement ce facteur de vulnérabilité autrement que par les facteurs

¹ Substances **préoccupantes** pour l'Homme en raison d'effets cancérigènes possibles mais pour lesquelles les informations disponibles ne permettent pas une évaluation satisfaisante (preuves insuffisantes). Il existe des informations issues d'études adéquates sur les animaux mais elles sont insuffisantes pour classer la substance dans la catégorie 2.

habituels d'incertitude appliqués aux Noael et/ou Loael. Cela appelle la réalisation de recherches dédiées et le cas échéant une révision des seuils proposés à échéance de cinq à dix ans.

5. Valeurs guides et réglementaires existantes

Les **valeurs guides** sont en général construites à partir de critères strictement sanitaires et indiquent les taux en dessous desquels aucun effet sur la santé n'est attendu pour les personnes séjournant dans les locaux concernés. Elles n'ont pas de caractère contraignant et sont présentées souvent comme des objectifs à atteindre et deviennent alors des **valeurs cibles**. Dans quelques cas, les valeurs guides intègrent aussi des impératifs de gestion sans souvent le préciser explicitement.

Les **valeurs réglementaires** sont de nature très différente puisqu'elles sont contraignantes et intègrent presque systématiquement des considérations de gestion. Dans l'air extérieur, elles existent pour de nombreux polluants (mais pas pour le naphthalène) sur tous les continents alors que pour l'air intérieur des locaux, elles sont encore peu développées, hors contexte professionnel.

5.1 Valeurs guides de qualité d'air intérieur de l'Anses relatives au naphthalène

En l'absence, dans la littérature internationale, de valeur guide (VG) et de valeur toxicologique de référence (VTR) court terme satisfaisant aux critères fixés par l'Anses, et eu égard à la démarche d'élaboration des VGAI définie dans le document méthodologique cadre faisant référence à la date de rédaction de l'avis sur le naphthalène (2009), aucune VGAI de courte durée n'est proposée par l'agence.

Compte tenu des connaissances actuelles, l'Anses ne propose qu'une valeur guide d'air intérieur pour des expositions chroniques au naphthalène pour des effets non cancérogènes :

- VGAI long terme : **10 µg/m³** pour une exposition supérieure à un an.

Pour les effets intermédiaires, l'Anses ne propose pas de VGAI en raison de l'insuffisance des données toxicologiques. Par ailleurs, l'Anses a considéré que les effets cancérogènes n'étaient pas suffisamment établis chez l'Homme pour les prendre en considération dans la proposition d'une VGAI.

Commentaires généraux relatifs aux valeurs guides de l'Anses

Les VGAI visent à préserver la population de tout effet néfaste lié à l'exposition à une substance. Leur respect ne garantit néanmoins pas l'absence absolue d'effet à des concentrations inférieures aux valeurs proposées, notamment chez des personnes particulièrement sensibles. Réciproquement, un effet sanitaire n'est pas nécessairement attendu pour l'ensemble des individus en cas de dépassement des VGAI.

Enfin, il faut garder à l'esprit que les VGAI étant élaborées pour des substances évaluées individuellement, il ne peut être exclu que des effets puissent survenir, en raison de possibles synergies, à des niveaux inférieurs du fait d'expositions simultanées à plusieurs polluants ou d'une exposition au même polluant par de multiples voies (cutanée et/ou orale).

5.2 Valeurs d'organismes internationaux ou en vigueur dans d'autres pays

Pour le naphthalène, très peu de pays ont proposé une valeur guide « Air intérieur ». En complément des valeurs guides internationales proposées par des instances supranationales, des valeurs nationales ont été proposées en Europe (Pays-Bas, Allemagne) et aux Etats-Unis (Etats

du Minnesota et du Texas). Il s'agit en général de valeurs guides non contraignantes. Dans la majorité des cas, ces valeurs guides sont proposées pour des expositions « long terme ».

L'ensemble de ces valeurs a été répertorié dans le document de l'Anses de 2009 sur le naphthalène, à l'exception de la valeur OMS publiée en 2010. Les principales données sont reprises succinctement dans les paragraphes ci-dessous.

5.2.1 Valeurs issues d'instances supranationales

A l'échelle européenne, le programme Index (Final Report, January 2005 : Critical appraisal of the setting and implementation of indoor exposure limits in the EU - The Index project) avait pour objectif d'élaborer une première liste de polluants chimiques prioritaires des environnements intérieurs, susceptibles d'être réglementés dans le futur, basée sur des critères bien définis, une revue bibliographique (jusqu'à septembre 2004) ainsi que les valeurs de référence recueillies au niveau d'instances internationales. Sur la base des informations disponibles et après examen attentif des données existantes, le comité de pilotage a finalement décidé d'inclure dans une évaluation détaillée 14 des 41 premiers composés candidats, dont le naphthalène.

Des valeurs guides appelées limites d'exposition (limits of exposure) ont été établies pour ces substances considérées individuellement. La concentration d'exposition limite sur le long terme pour le naphthalène a été fixée à 10 µg/m³.

En 2010, l'OMS (WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants, 2010) a publié une valeur guide pour la qualité de l'air intérieur de 10 µg/m³ en moyenne annuelle.

L'étude retenue pour établir cette valeur est celle du NTP de 1992 aboutissant à un Loael de 53 mg/m³ pour des effets sur le système respiratoire. Après ajustement au temps (6/24 heures par jour, 5/7 jours par semaine, soit un facteur 5,6 aboutissant à une valeur de 9,5 mg/m³ ou 1,8 ppm), et application de facteurs d'incertitude tenant compte du fait que l'on considère un Loael et non un Noael (10), de la variabilité inter-espèces (10), et de la variabilité inter-individuelle (10), la VGAI retenue est égale à 10 µg/m³.

L'OMS considère que l'utilisation d'un Loael/Noael comme un seuil, combiné avec des facteurs de sécurité, est une approche appropriée pour édicter une VGAI protégeant des éventuels effets cancérigènes du naphthalène. Il a par ailleurs été considéré que la prévention de dégâts tissulaires locaux empêcherait le développement ultérieur de tumeurs, si la cancérogénicité du naphthalène était retenue selon un mécanisme sans seuil.

Cependant, en l'état actuel des connaissances, l'OMS ne peut affirmer que cette valeur guide protège les individus sensibles, porteurs d'une déficience génétique en G6PD, contre le risque d'anémie hémolytique.

5.2.2 Valeurs issues d'instances nationales

Le RIVM a proposé une valeur guide long terme (Health-based guideline values for the indoor environment) de 25 µg/m³ en moyenne annuelle (2007) à partir des données issues d'une étude non publiée conduite par le Huttinton research center (Grande-Bretagne). L'effet critique retenu est l'inflammation de l'épithélium nasal. L'étude a conduit à un Loael de 5 mg/m³. Le RIVM applique à ce Loael un facteur d'incertitude total de 200, correspondant à un facteur 2 pour l'utilisation d'un Loael à la place d'un Noael, un facteur 10 pour la variabilité inter-espèces, et un facteur 10 pour la variabilité inter-individuelle. Aucun ajustement temporel n'est réalisé compte tenu des effets irritants pris en compte. Aucun facteur d'incertitude n'est appliqué pour la durée d'exposition (28 jours).

L'UBA (Umweltbundesamt), Office fédéral allemand de l'environnement, publie également des valeurs guides de l'air intérieur. Elles sont régies par le code du bâtiment. Ce dernier stipule que

les habitants d'un bâtiment ne doivent être exposés à aucun risque sanitaire. Aussi, un comité de travail s'est attaché à définir des niveaux de concentration assimilables à des valeurs de gestion :

- Guideline Value II (GVII) : elle est basée sur les connaissances épidémiologiques et toxicologiques actuelles. Si la concentration de GVII est atteinte, une action immédiate doit être prise puisqu'une résidence permanente dans la pièce à ces niveaux de concentration est susceptible d'engendrer un risque pour la santé, spécialement pour les sujets les plus sensibles. Si le résultat montre des concentrations effectivement supérieures, les résultats doivent être vérifiés à plusieurs reprises par des mesures répétées.

Pour le naphthalène, la **GV II = 20 µg/m³**

Les valeurs guides de l'UBA sont basées sur la même étude que celle retenue par le RIVM. L'UBA a ajusté le Loael de 5 mg/m³ en utilisant un facteur d'ajustement sur le temps de 1/12 et un facteur d'incertitude de 20.

- Guideline Value I (GVI) : niveau de concentration qui, pour une substance considérée individuellement, ne génère aucun effet indésirable pour une exposition long terme. Une concentration supérieure à la GVI indique des niveaux indésirables. Cette GVI est obtenue en divisant par 10 la GVII. Cette valeur peut être utilisée comme un objectif de réhabilitation et donc une valeur cible.

Pour le naphthalène, la **GV I = 2 µg/m³**

Aux Etats-Unis, l'Etat du **Minnesota** propose des valeurs guides pour des expositions « long terme » et « court terme ». Ces valeurs guides (Health-Based Value, HBV) ont été développées par le Minnesota Department of Health (MDH) à la demande du Minnesota Pollution Control Agency (MPCA). Pour une exposition « court terme – 1 heure d'exposition », la valeur guide est de **200 µg/m³** (MDH, 2011). La confiance accordée à cette valeur par le MDH reste faible. Il recommande par conséquent de considérer cette valeur comme une valeur d'alerte permettant de dépister une situation préoccupante nécessitant une intervention appropriée.

Pour une exposition « long terme », la valeur guide est de **9 µg/m³** (basée sur l'étude du NTP, 1992).

Le Texas propose depuis 2002 une valeur guide de **10 µg/m³**, protégeant des effets d'irritation sur le long terme. Elle est proposée pour les bâtiments publics.

6. Valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP)

La valeur limite de moyenne d'exposition professionnelle (VME – 8 h) est établie en France à 10 ppm, soit 50 mg/m³. Cette valeur, simplement indicative, a été adoptée par circulaire du ministère du travail en date du 1^{er} décembre 1983 (Fiche toxicologique 204 de l'INRS, 2007) et n'a donc pas de statut réglementaire à part entière.

Cette valeur est également celle qui a été adoptée par l'Union européenne (Directive 91/322/CE).

Depuis lors, l'évaluation des effets sanitaires des expositions professionnelles au naphtalène a fait l'objet d'un changement de méthode (prise en compte exclusive des critères sanitaires) et de nouvelles données dont celles publiées par le Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (Scoel). En mars 2010, le Scoel a conclu à l'impossibilité de dériver une VME (8h-TWA) ni une VLCT (valeur limite court terme).

En Europe, les valeurs proposées par la majorité des Etats sont comprises entre 50 et 53 mg/m³ pour la VME à l'exception de la Pologne qui propose une VME de 20 mg/m³.

Des VLCT sont également proposées. Elles sont de l'ordre de 75 à 80 mg/m³, à l'exception du Danemark qui propose une VLCT de 20 ppm (100 mg/m³).

Aux Etats-Unis, l'ensemble des organismes proposent les mêmes valeurs, issues de l'OSHA¹ (2001) :

- 10 ppm (50-53 mg/m³) pour la TLV-TWA (Threshold limit value-Time-weighted average) qui peut être comparée à la VLEP.

Le Niosh² (2005) comme ACGIH³ (2009), proposent la même TLV-TWA et rajoutent une valeur à court terme :

- 15 ppm (75 mg/m³) pour la TLV-STEL (Threshold Limit Value – Short Term Exposure Limit) qui est équivalente à la VLCT.

L'Allemagne propose également des valeurs pour le naphtalène, mais elles sont valables uniquement pour les aérosols inhalables.

Cohérence entre VGAI proposées par l'Anses et VLEP

La VLEP correspond à près de 5 000 fois la valeur guide long terme pour l'air intérieur proposée par l'Anses dans son rapport de 2009.

De façon plus générale, même en acceptant que les travailleurs sont censés être des adultes en bonne santé exposés sur un temps limité, un tel écart entre les valeurs établies pour la population générale et pour la population professionnelle apparaît de moins en moins acceptable. Une réflexion d'ensemble devrait être menée sur cette thématique.

¹ Occupational Safety and Health Administration.

² National Institute for Occupational Safety and Health.

³ American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

7. Dispositions réglementaires

Le naphthalène a été identifié et notifié pour le type de produit « répulsif et appâts » dans le cadre de la directive biocides 98/8/CE.

La directive communautaire 98/8/CE relative à la mise sur le marché des produits biocides, transposée en droit français aux articles L.522-1 et suivants du code de l'environnement, a pour conséquence d'harmoniser la réglementation des Etats membres de l'Union européenne, jusqu'alors très inégale, et de garantir l'unicité du marché. L'objectif principal de cette réglementation est d'assurer un niveau de protection élevé de l'Homme, des animaux et de l'environnement en limitant la mise sur le marché aux seuls produits biocides efficaces présentant des risques acceptables et en encourageant la mise sur le marché de substances actives présentant de moins en moins de risque pour l'Homme et l'environnement. Les mesures visent notamment à prévenir les effets à long terme : effets cancérogènes ou toxiques pour la reproduction, effets des substances toxiques, persistantes et bioaccumulables.

En l'absence d'un dossier recevable, la Commission européenne a décidé, en date du 28 juillet 2008, de ne pas inscrire le naphthalène à l'annexe I, IA ou IB de la directive 98/8/CE, ce qui implique le retrait du marché des produits répulsifs contenant du naphthalène depuis le 29 juillet 2009.

Les produits antimite à base de naphthalène ne doivent donc plus être utilisés.

Le naphthalène fait partie des déchets diffus spécifiques (DDS). La limitation de ses impacts sur l'environnement et la santé humaine nécessite un traitement spécifique. Les stocks de produits antimite contenant du naphthalène doivent donc être apportés en déchetterie.

Dans le cadre de l'action 19 du deuxième Plan national santé environnement (PNSE2) dont l'un des objectifs est de réduire les expositions dans les bâtiments accueillant des enfants, le naphthalène a été intégré à la liste des substances recherchées au droit des établissements sensibles construits sur des sites potentiellement pollués. Les premiers résultats seront disponibles au cours de l'année 2012.

8. Valeurs repères pour le naphthalène

Le HCSP recommande deux valeurs de gestion pour la pollution de l'air intérieur par le naphthalène dans les immeubles d'habitation : une valeur repère de qualité d'air intérieur (VR) et une valeur d'action rapide (VAR).

Les valeurs proposées ci-dessous s'appliquent uniquement aux expositions chroniques.

8.1 Valeur repère de qualité d'air intérieur (VR)

C'est la valeur au-dessus de laquelle des actions doivent être entreprises pour rechercher une source de naphthalène et entreprendre des actions visant à faire cesser ou réduire les transferts de pollution.

Conformément à l'approche méthodologique exposée dans le rapport d'octobre 2009 sur les valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos, le HCSP recommande que la valeur repère soit égale à la valeur guide long terme de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de l'Anses pour l'air intérieur des immeubles d'habitation ou locaux ouverts au public. Cette valeur protège en principe contre l'ensemble des effets à long terme du naphthalène.

C'est la valeur fixée par l'OMS en 2010 pour la qualité de l'air intérieur en moyenne annuelle.

Parce que les valeurs observées sont, sauf exceptions, inférieures à cette valeur repère, le HCSP recommande que cette dernière soit immédiatement applicable et respectée dans tous les bâtiments, avec un délai des actions correctives fixé à 1 an.

8.2 Valeur d'action rapide (VAR)

Des teneurs supérieures à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ doivent être considérées comme très atypiques. Le naphthalène apparaît alors comme traceur d'une pollution liée à une source de contamination objective intense. En dehors de la source naphthaline/boules antimite, les sources constituées par les sols pollués ou les combustions lors du chauffage dans des foyers ouverts sont à rechercher en priorité.

Le HCSP recommande de fixer la valeur d'action rapide - VAR - à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit cinq fois la valeur repère de qualité de l'air. Ce ratio de concentrations entre les valeurs repères à long terme et d'action rapide est dans l'ordre de grandeur de celui adopté pour le benzène, le formaldéhyde et le tétrachloroéthylène (HCSP, 2009, 2010).

La ou les sources en cause doivent être identifiées sans délai et les actions correctives mises en œuvre viseront à abaisser le niveau de concentration de naphthalène dans les bâtiments concernés jusqu'à une concentration inférieure à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le délai de mise en œuvre de ces actions correctives ne devra pas excéder 3 mois.

8.3 Proposition de stratégie de prélèvement et de mesure

8.3.1 Stratégie de prélèvement

Dans les différentes études réalisées ces dernières années, il apparaît que les teneurs en naphthalène mesurées en saison froide sont supérieures à celles mesurées en saison chaude.

C'est pourquoi, dans les campagnes de surveillance initiées par le ministère en charge de l'environnement, il est prévu une mesure hivernale et une mesure estivale afin d'obtenir une

estimation de la valeur moyenne annuelle plus proche de la réalité qu'une valeur unique qui peut conduire à une surestimation ou à une sous-estimation des mesurages selon la saison.

Cette stratégie correspond au protocole développé par le Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA) pour les campagnes de mesures programmées dans 300 crèches et écoles entre 2009 et 2011. Bien évidemment, dans le cas de valeurs dépassant la valeur repère de qualité d'air intérieur, cette stratégie ne doit pas pour autant différer la communication vers les occupants et retarder une décision d'intervention nécessaire.

8.3.2 Méthodes de mesure

Dans l'air extérieur, des résultats de mesures peuvent être obtenus sur le territoire national par l'intermédiaire des Aasqa (Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air). Cependant, des problèmes de méthodologie de mesures rendent difficile l'utilisation de ces informations à des fins de comparaison avec les autres données disponibles.

Limair (Aasqa région Limousin) a réalisé une étude de pollution atmosphérique en milieu urbain sur les villes de Limoges (station trafic) et Brive-la-Gaillarde (station urbaine de fond – école Jules Ferry) du 8 janvier au 12 février 2007 (Limair, 2007). Les prélèvements ont été réalisés à l'échelle hebdomadaire avec un appareil de prélèvement bas débit (1m³/h).

	Concentration en ng/m ³			
	Limoges		Brive	
	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 1	Semaine 2
Naphtalène	2,5	1,5	4,3	1,4

Concentrations en air ambiant extérieur en naphtalène mesurées à Limoges et à Brive (source : Limair, 2007)

La différence entre les deux semaines est vraisemblablement liée à la température. Les concentrations plus élevées sont mesurées pendant la semaine la plus froide.

Ces concentrations sont cohérentes avec les valeurs mesurées par ailleurs par le réseau Atmo Rhône-Alpes à Grenoble (station trafic Le Rondeau), Lyon (station trafic Etats-Unis) et Vénissieux (station industrielle) dans le cadre du programme pilote de surveillance des HAP dans l'air ambiant (Atmo Rhône-Alpes, 2004). Les prélèvements d'air ont été réalisés à l'aide d'un préleveur à haut débit (> 15 m³/h). La fréquence de prélèvement (1 échantillon tous les 6 jours) a été retenue de façon à couvrir tous les jours de la semaine.

années	Concentrations en ng/m ³					
	Grenoble		Lyon		Vénissieux	
	moyennes	maximales	moyennes	maximales	moyennes	maximales
2002	57 échantillons		51 échantillons			
	1,30	11,18	1,49	10,90	-	-
2003	61 échantillons		59 échantillons			
	1,18	8,57	1,41	10,57	-	-
2004	27 échantillons		29 échantillons		10 échantillons	
	1,15	2,74	1,28 (janv-juin)	4,90 (janv-juin)	0,34 (avril-juin)	0,78 (avril-juin)

Concentrations en air ambiant extérieur en naphtalène mesurées par Atmo Rhône-Alpes

L'explication des faibles concentrations mesurées par les Aasqa réside dans le fait que, par cette méthode, le naphthalène est mesuré uniquement sur la fraction particulaire alors que dans les conditions atmosphériques habituelles, l'essentiel du naphthalène est présent en phase gazeuse.

En air extérieur, de façon à mesurer correctement le naphthalène, les recommandations de la norme internationale ISO 12884:2000¹ doivent être suivies. Cette norme internationale, publiée en avril 2000, est la copie de la norme américaine EPA-TO-13A. « Un échantillon d'air est directement prélevé de l'atmosphère ambiante en propulsant l'air à un débit maximal de 225 l/mn (16 m³/h) à travers un filtre à particules fines puis dans un piège à vapeur contenant de la mousse de polyuréthane (PUF) ou de la résine polymère de polystyrène/divinylbenzène (XAD-2). Les durées d'échantillonnage peuvent varier en fonction des besoins de contrôle et des limites de détection requises. Le volume total d'air prélevé ne doit pas dépasser 350 m³ à moins que, pour valider la capacité de rétention, les HAP deutérés correspondants ou d'autres étalons appropriés soient ajoutés en tant qu'étalons internes au sorbant PUF ou XAD-2 avant échantillonnage. »

En air intérieur ou pour l'estimation de l'exposition personnelle, les mesures pourront être réalisées par prélèvements actifs à l'aide de pompes bas débit. Les supports de prélèvement pourront être un :

- Tube en verre type Niosh (TCAN) contenant deux plages de 100 et 50 mg de charbon actif,
- Tube en verre, longueur 150 mm de diamètre intérieur de 8 mm, contenant deux plages de 900 et 300 mg de charbon actif (TCA).

Les débits seront de 0.05 à 0.2 l/mn pour les tubes TCAN (volume maximum de 12 l) et de 0.2 à 1 l/mn pour les tubes TCA (volume maximum de 100 l).

Les prélèvements pourront également être réalisés à l'aide de tubes passifs (type RADIELO) sur une période de 7 jours (plage optimale d'utilisation des tubes) selon la norme NF EN ISO 16017-2.

8.4 Bilan général sur les valeurs (repère et d'action)

Le groupe de travail propose pour le long terme de retenir deux valeurs pour le naphthalène : une valeur repère et une valeur d'action rapide :

- **Valeur repère de qualité d'air intérieur : 10 µg/m³.** Cette valeur repère doit être immédiatement applicable et respectée dans tous les bâtiments, avec un délai des actions correctives fixé à 1 an.
- **Valeur d'action rapide : 50 µg/m³.** Les actions correctives mises en œuvre viseront à abaisser le niveau de concentration de naphthalène dans les bâtiments concernés jusqu'à une concentration inférieure à 10 µg/m³. Le délai de mise en œuvre de ces actions correctives ne devrait pas excéder 3 mois.

Il est à noter que, conformément aux travaux de synthèse de l'OMS, on ne peut affirmer, en l'état actuel des données scientifiques, que la valeur repère de qualité d'air intérieur, et *a fortiori* la valeur d'action rapide protègent les sujets les plus vulnérables que sont les sujets porteurs d'une déficience génétique (déficience en G6PD). Cette incertitude appelle la réalisation de recherches dédiées et le cas échéant une révision des seuils proposés à échéance de cinq à dix ans.

¹ Air ambiant – Détermination des hydrocarbures aromatiques polycycliques totales (phase gazeuse et particulaire) – Prélèvement sur filtres à sorption et analyses par chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie en masse.

8.5 Cas des immeubles neufs

Dans le cas des immeubles neufs, tout doit être mis en œuvre pour que les lieux ouverts au public respectent, à compter de 2012, la valeur de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A cette fin, les architectes, les maîtres d'œuvre doivent à la fois agir sur les sources extérieures et intérieures.

En termes de sources extérieures, il s'agit :

- de respecter la réglementation pour toute construction sur des sols potentiellement pollués, de bâtiments ouverts au publics, notamment ceux à destination de populations sensibles ;
- de positionner le bâtiment et ses ouvrants de telle façon que les prises d'air extérieur soient le plus éloignées possible du trafic automobile et d'éviter tout rejet de parking ou de garage attenants ou communiquant avec les espaces intérieurs, par exemple par des escaliers ou ascenseurs ;
- d'évaluer, avant construction près d'une zone industrielle potentiellement émettrice de naphthalène, la contamination ambiante et, si nécessaire, de suspendre l'implantation du bâtiment sur ce site ou de l'équiper de filtres efficaces.

Pour les sources intérieures, l'interdiction de l'utilisation du naphthalène dans les produits biocides contribuera à s'affranchir d'une source importante d'émission continue de naphthalène. En complément, les installations de combustion domestiques pour le chauffage devront disposer de système d'évacuation des gaz de combustion performants.

Bibliographie

Abdo KM *et al.* Toxicity and carcinogenicity study in F344 rats following 2 years of whole-body exposure to naphthalene vapors. *Inhalation Toxicology* 2001; 13: 1- 950.

Afsset. Valeurs guides de qualité d'air intérieur : document cadre et éléments méthodologiques. En partenariat avec le CSTB. Août 2007.

http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/027042903425718773350058472815/valeurs_guides_qualite_air_interieur_methodologie.pdf

Afsset. Valeurs limites de concentration en polluants dans les parcs de stationnement couverts, Agence française de la sécurité sanitaire de l'environnement et du travail, Saisine n°2005/006. 2007.

Afsset. Valeurs guides de qualité d'air intérieur. Le naphthalène. Rapport d'expertise collective, Août 2009.

http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/268386155410564858309119060234/VGAI_naphtalene_afsset_2009.pdf

Ajao OG *et al.* Colorectal carcinoma in patients under the age of 30 years: a review of 11 cases. *J R Coll Surg Edinburgh* 1988; 33: 277-279.

Athanasίου M *et al.* Hemolytic anemia in a female newborn infant whose mother inhaled naphthalene before delivery. *J Pediatr* 1997; 130: 680-681.

Atmo Rhône Alpes (2004). Programme pilote de surveillance des HAP dans l'air ambiant Participation Ascoparg et Coparly.

ATSDR, Toxicological Profile for Naphthalene, 1-methylnaphthalene, and 2- methylnaphthalene; U.S. Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry: Atlanta, GA, USA, 2005; pp. 1-291.

www.atsdr.cdc.gov/toxpro2.html.

Brusick D. Critical assessment of the genetic toxicity of naphthalene. *Regul Toxicol Pharmacol* 2008; 51: S37-S42.

Brusik D *et al.* Possible genotoxic mode of action for naphthalene. *Regul Toxicol Pharmacol* 2008; 51: S43-S50.

Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz (2008), Ergleichswerte für flüchtige organische Verbindungen (VOC und Aldehyde) in der Innenraumluft von Haushalten in Deutschland, Ergebnisse des repräsentativen Kinder-Umwelt- Surveys (KUS) des Umweltbundesamtes.

Calabrese E.J. Ecogenetics: historical foundation and current status. *J Occup Med* 1986; 28: 1096-1102.

Chao YC *et al.* Dermal exposure to jet fuel JP-8 significantly contributes to the production of urinary naphthols in fuel-cell maintenance workers. *Environ Health Perspect* 2006 ; 114:182-185.

Citepa. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Séries sectorielles et analyses étendues, Rapport d'inventaire national SECTEN. Avril 2011.

<http://www.citepa.org/publications/Inventaires.htm>

Cock TC. Acute hemolytic anemia in the neonatal period. *Am J Dis Child* 1957; 94: 77-79.

Corden C. (2000). Socio-Economic Impacts of the Identification of Priority Hazardous Substances under the Water Framework Directive. Risk & Policy Analysts Limited, Prepared for European Commission, Directorate-General Environment.

CSTEE (Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment) (2001). Opinion on the results of the Risk Assessment of: Naphtalene. European Commission, C2/JCD/csteeop/Naphthalene/HH/09012002/D(02).

Dawson JP *et al.* Acute hemolytic anemia in the newborn infant due to naphthalene poisoning: report of two cases, with investigations into the mechanism of the disease. *Blood* 1958; 13: 1113-1125.

Donohue JM (2003). Health Effects Support Document for Naphthalene, EPA.

Edwards RD *et al.* VOC concentrations measured in personal samples and residential indoor, outdoor and workplace microenvironments in Expolis, Helsinki, Finland. *Atmos. Environ.* 2001, 35, 4531-4543.

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

European Union. Risk Assessment Report for naphthalene, CAS No: 91-20-3, EINECS No: 202-049-5, European Union, European Chemicals Bureau, Existing Chemicals. Joint Research Center. EUR 20763EN. 1st Priority List. 2003; Volume 33. Final Report. United Kingdom.

Environnement Canada - Santé Canada. Approche de gestion des risques proposée pour le naphtalène, juillet 2008.

El-Masri H *et al.* (2003). Draft Toxicological Profile for Naphthalene, 1-Methylnaphthalene, and 2-Methylnaphthalene, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR).

Familusi JB and Dawodu AH. A survey of neonatal jaundice in association with household drugs and chemicals in Nigeria. *Ann Trop Paediatr* 1985; 5: 219-222.

GerES (2008). Vergleichswerte für flüchtige organische Verbindungen (VOC und Aldehyde) in der Innenraumluft von Haushalten in Deutschland, Ergebnisse des repräsentativen Kinder-Umwelt-Surveys (KUS) des Umweltbundesamtes, *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz*, 51: 109-112.

<http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/survey/publikationen/KUS-VOC-Innenraumluft-2008.pdf>

Ghetti G et Mariani. Oculari da naftalina. *Med Lavoro* 1956; 47: 533-538.

Gidron E et Leurer J. Naphthalene poisoning. *Lancet* 1956; 4: 228-230.

Gosselin RE *et al.* *Clinical Toxicology of commercial products*. 1986; London. 5th edition.

HCSP. Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos – le formaldéhyde. Octobre 2009.

HCSP. Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos – le benzène. Juin 2010.

HCSP. Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos – le tétrachloroéthylène. Juin 2010.

Hoffmann K *et al.* The German Environmental Survey 1990/92 (GerES II): Sources of personal exposure to volatile organic compounds. *J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol.* 2000, 10, 115-125.

Iarc. Some Traditional Herbal Medicines, Some Mycotoxins, naphthalene and Styrene. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risks of chemical to humans. Lyon, International Agency for research on Cancer, World Health Organization 2002; 82: pp. 367-435

Ineris (2006), Données technico-économiques sur les substances chimiques en France.

INRS (2007), Fiche toxicologique, FT204.

Ineris (2008). Evaluation de l'impact des appareils de chauffage domestique à bois sur la qualité de l'air intérieur et extérieur. Rapport d'étude DRC-08-70801-15219A.

Ineris (2011). Naphtalène, Fiche de données toxicologiques et environnementales, DRC-10-109974-00932A, version N°4.0.

Jia and Batterman. A Critical Review of Naphthalene Sources and Exposures Relevant to Indoor and Outdoor Air. International Journal of Environmental Research and Public Health 2010; 7 (7): 2903-2939.

JOCE. Commission Directive 2004/73/EC, 29th time Council directive 67/548EEC. Official Journal of the European Communities, 2004.

Kim YM *et al.* Concentrations and sources of VOCs in urban domestic and public environments, Environ Sc Technol 2001; 35, 997-1004

Kirchner S. *et al.* (1995) Habitat à moindre risque allergénique : mesures des conditions d'ambiance et de polluants chimiques. EAE/QAE- DAC n° 95067.012.

Limair (2007). Pollution atmosphérique en milieu urbain, HAP et métaux lourds. ETD/2007/10.

Linick M. Illness associated with exposure to naphthalene in mothballs—Indiana. MMWR 1983; 32: 34-35.

Ljiri *et al.* A case report of death from naphthalene poisoning. Nippon Hoigaku Zasshi, 1987; 41: 52-55.

Long PH *et al.* Morphology of nasal lesions in F344/N rats following chronic inhalation exposure to naphthalene vapors. Tox Pathol 2003; 31: 655-664.

Matti J *et al.* (2004) - Final Report : Air Pollution Exposure in European Cities: the Expolis Study – EU contracts ENV4-CT96-0202 (five centres) and ERB IC20-CT96-0061 (Prague).

Meeker JD *et al.* Utility of urinary 1- naphthol and 2-naphthol levels to assess environmental carbaryl and naphthalene exposure in an epidemiology study. J Expo Sci Environ Epidemiol 2007; 17: 314-320.

Melzer-Lange M and Walsh-Kelly C. Naphthalene-induced hemolysis in a black female toddler deficient in glucose-6-phosphate dehydrogenase. Pediatr Emerg Care 1989; 5: 24-26.

Minnesota Department of Health (2011). Naphthalene: Acute and Chronic Health-Based Values Updated July 6, 2004.

<http://www.health.state.mn.us/divs/eh/risk/guidance/air/naphthalene.html>

Mosqueron L *et al.* Hiérarchisation sanitaires des paramètres mesurés dans les bâtiments par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur. VNC pour OQAI Novembre 2002 ; 98p.

Nan HM *et al.* Effects of occupation, lifestyle and genetic polymorphisms of CYP1A1, CYP2E1, GSTM1 and GSTT1 on urinary 1-hydroxypyrene and 2-naphthol concentrations. Carcinogenesis 2001; 22: 787-793.

Nazaroff WW, Singer BC. Inhalation of hazardous air pollutants from environmental tobacco smoke in US residences. J Expo Anal Environ Epidemiol 2003, 14, S71-S77.

Nhamburo PT et al. The human CYP2F gene subfamily: Identification of a cDNA encoding a new cytochrome P450, cDNA-directed expression and chromosome mapping. *Biochemistry* 1990; 29: 5491-5499.

North DW et al. A review of whole animal bioassays of the carcinogenic potential of naphthalene. *Regul Toxicol Pharmacol* 2008; 51(Suppl 2):S6-S14.

NTP (1992). National Toxicology Program. Technical report series No. 410. Toxicology and carcinogenesis studies of naphthalene (CAS No. 91-20-3) (inhalation studies). Research Triangle Park. TER-91021.

NTP. Toxicology and carcinogenesis studies of naphthalene (CASD no. 91-20-3) in F344/N rats (inhalation studies). National Toxicology Program. U.S. Department of Health and Human Services, National Institutes of Health 2000, Rockville, MD. Technical report series no. 500.

OEHHA. REL naphthalene. Office of Environmental Health Hazard Assessment 2003.

http://www.oehha.ca.gov/air/chronic_rels/pdf/.

OMS. WHO Guidelines for indoor air quality: Selected pollutants; WHO regional office for Europe, Copenhagen 2010; 484 p

<http://www.euro.who.int>

OQAI. Campagne nationale Logements : État de la qualité de l'air dans les logements français, Rapport final référencé DDD/SB-2006-57, Observatoire de la qualité de l'air intérieur, Kirchner S., Arenes J-F., Cochet C. et al. ; novembre 2006 – 165 pages.

Pellizzari ED *et al.* Purgeable organic compounds in mother's milk. *Bull Environ Contam Toxicol* 1982; 28: 322-328.

Price PS and Jayjock MA. Available data on naphthalene exposures: Strengths and limitations, *Regul Toxicol Pharmacol* 2008; 51(2) Suppl. 1, 1-50.

RIVM. Health-Based Guideline Values for the Indoor Environment. Centre for Inspection Research, Emergency Response and Drinking Water 2007; Report 609021044/2007: 97 p.

Saborit JMD *et al.* Exposure to major volatile organic compounds and carbonyls in European indoor environments and associated health risk. *Environ Int* 2011 ; 37(4): 743-65.

Schafer WB. Acute hemolytic anemia related to naphthalene: report of a case in a newborn infant. *Pediatrics* 1951; 7: 172-174.

Schreiner H *et al.* Innenraumluftbelastung deutscher Kindergärten mit flüchtigen organischen Verbindungen (VOC). *Umweltmed Forsch Praxis* 2001; 6:143–149.

Shannon K and Buchanan GR. Severe hemolytic anemia in black children with glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency. *Pediatrics* 1982; 70: 364-369.

Stanley J.S. Broad scan analysis of the FY82 national human adipose tissue survey specimens, Vol I. Executive summary. Environmental Protection Agency, Office of Toxic substances. Washington DC 1986.

TDH (Texas Department of Health) (2002). Texas Voluntary Indoor Air Quality Guidelines for Government Buildings.

Tingle MD *et al.* An investigation of the formation of cytotoxic, genotoxic, protein-reactive and stable metabolites from naphthalene by human liver microsomes. *Biochem Pharmacol* 1983; 46: 1529-1538.

US-EPA (IRIS). Naphthalene - Integrated Risk Information System. U.S. Environmental Protection Agency 1998; Cincinnati.

<http://www.epa.gov/ngispgm3/iris/>.

- Valaes T *et al.* Acute hemolysis due to naphthalene inhalation. *J Pediatr* 1963; 63: 904-915.
- Wilson NK *et al.* Multimedia concentrations of PAH in several day care centers. *Polycyclic Aromat Compd* 1999; 17, 255-265.
- Wolf O. Cancer diseases in chemical workers in a former naphthalene cleaning plant. *Dtsch Gesundheitswes* 1976; 31: 996-999. (Cited in US-EPA 1987; NTP 1992).
- Wolf O. Arbeitshygiene und arbeitsschutz. *Z Ges Hyg* 1978; 24: 737-739.
- Yang M *et al.* A study for the proper application of urinary naphthols, new biomarkers for airborne polycyclic aromatic hydrocarbons. *Arch Environ Contam Toxicol* 1999; 36: 99-108.
- Zhu *et al.* Selected volatile organic compounds in residential air in the city of Ottawa, Canada. *Environ. Sci. Technol.* 2005, 39, 3964-3971. <http://>

Glossaire

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
ACGIH	American conference of governmental industrial hygienists
AFSSET	Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ATSDR	Agency for toxic substances and disease registry
CEE-NU	Commission économique pour l'Europe des Nations Unies
Circ	Centre international de recherche sur le cancer
Comeap	Committee on the medical effects of air pollutants
Coparly	Aasqa de la région lyonnaise
COSV	Composé organique semi-volatile
COV	Composé organique volatil
CSRE	Commission spécialisée risques liés à l'environnement du HCSP
CSTB	Centre scientifique et technique du bâtiment
DDS	Déchets diffus spécifiques
DGS	Direction générale de la santé
ERP	Etablissement recevant du public
EU	European union
FTE	Fumée de tabac environnementale
GerES	German environmental survey
G6PD	Glucose-6-phosphate déshydrogénase
HAP	Hydrocarbure aromatique polycyclique
HCSP	Haut Conseil de la santé publique
Iarc	International agency for research on cancer
Index	Critical appraisal of the setting and implementation on indoor exposure limits in European Union
Ineris	Institut national de l'environnement industriel et des risques
INRS	Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
JOCE	Journal officiel de la Commission européenne
LCPP	Laboratoire central de la préfecture de police
LCSQA	Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air
Limair	Aasqa région Limousin

Loael	Lowest observed adverse effect level
MDH	Minnesota department of health
Niosh	National institute for occupational safety and health
Noael	No observed adverse effect level
NTP	National toxicology program
OEHHA	Office of environmental health hazard assessment
OQAI	Observatoire de la qualité de l'air intérieur
OMS	Organisation mondiale de la santé
OSHA	Occupational safety and health administration
PNSE2	Plan national santé environnement 2
PUF	Polyurethane foam (mousse de polyuréthane)
RIVM	National institute for public health and the environment (Netherlands)
Scoel	Scientific committee on occupational exposure limit values
TDH	Texas department of health
TLV-STEL	Threshold limit value – Short term exposure limit
TLV-TWA	Threshold limit value -Time weighted average
US-EPA	United states – Environmental protection agency
VAR	Valeur d'action rapide
VG	Valeur guide
VGAI	Valeur guide d'air intérieur
VLCT	Valeur limite d'exposition court terme
VLEP	Valeur limite d'exposition professionnelle
VME	Valeur moyenne d'exposition professionnelle
VR	Valeur repère
VTR	Valeur toxicologique de référence

Table des matières

Saisine	5
Résumé	8
1. Introduction et problématique	10
2. Généralités sur le naphthalène et ses sources dans les lieux clos 12	
3. Distribution des niveaux d'exposition	14
3.1 Différents milieux intérieurs	14
3.1.1 Cas général des habitats	14
3.1.2 Ecoles et crèches	16
3.1.3 Bureaux	16
3.1.4 Etablissements recevant du public	17
3.1.5 Parcs de stationnement couverts et moyens de transport	17
3.2 Air extérieur	17
3.3 Bilan sur l'exposition de la population générale	18
4. Effets sur la santé	20
4.1 Toxicocinétique	20
4.1.1 Absorption	20
4.1.2 Distribution	20
4.1.3 Métabolisme	20
4.1.4 Excrétion	21
4.2 Toxicité aiguë	21
4.3 Toxicité chronique (non cancérigène, non reprotoxique)	21
4.4 Effets cancérigènes	22
4.5 Génotoxicité	24
4.6 Effets sur la reproduction et le développement	24
4.7 Existence de populations vulnérables	24
5. Valeurs guides et réglementaires existantes	26
5.1 Valeurs guides de qualité d'air intérieur de l'Anses relatives au naphthalène	26
5.2 Valeurs d'organismes internationaux ou en vigueur dans d'autres pays	26
5.2.1 Valeurs issues d'instances supranationales	27
5.2.2 Valeurs issues d'instances nationales	27
6. Valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP)	29
7. Dispositions réglementaires	30
8. Valeurs repères pour le naphthalène	31

8.1	Valeur repère de qualité d'air intérieur (VR)	31
8.2	Valeur d'action rapide (VAR)	31
8.3	Proposition de stratégie de prélèvement et de mesure	31
	8.3.1 Stratégie de prélèvement	31
	8.3.2 Méthodes de mesure	32
8.4	Bilan général sur les valeurs (repère et d'action)	33
8.5	Cas des immeubles neufs	34
	Bibliographie	35
	Glossaire	40
	Table des matières	42
	Table des illustrations	44

Table des illustrations

Principales utilisations du naphthalène	12
Concentrations en naphthalène mesurées dans des logements européens (source : Etude multicentrique européenne Expolis, 1996-1998)	15
Concentrations en naphthalène mesurées dans des bureaux (source : Etude multicentrique européenne Expolis, 1996-1998)	16
Concentrations en naphthalène mesurées dans quatre parkings parisiens	17
Concentrations mesurées dans l'air ambiant extérieur (source : Etude multicentrique européenne Expolis, 1996-1998)	18
Concentrations en air ambiant extérieur en naphthalène mesurées à Limoges et à Brive (source : Limair, 2007)	32
Concentrations en air ambiant extérieur en naphthalène mesurées par Atmo Rhône-Alpes	32