



HAL
open science

La pollution de l'air intérieur des locaux : diaporama

Héloïse Debeaux

► **To cite this version:**

Héloïse Debeaux. La pollution de l'air intérieur des locaux : diaporama. Sciences pharmaceutiques. 2010. dumas-00593153

HAL Id: dumas-00593153

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00593153v1>

Submitted on 13 May 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITE JOSEPH FOURIER
FACULTE DE PHARMACIE DE GRENOBLE

ANNEE : 2010

LA POLLUTION DE L'AIR INTERIEUR DES LOCAUX DIAPORAMA

THESE PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU TITRE DE DOCTEUR EN PHARMACIE
DIPLOME D'ETAT

Héloïse DEBEAUX

Née le 24 août 1985 à Tournon sur Rhône

THESE SOUTENUE PUBLIQUEMENT A LA FACULTE DE PHARMACIE DE GRENOBLE*

Le 8 décembre 2010

DEVANT LE JURY COMPOSE DE

Président de jury et directeur de thèse : Professeur Vincent DANEL

Membres :

Serge KRIVOBOK, Maître de conférences de pharmacie

Docteur Françoise MIQUEL, pharmacien d'officine

Docteur Philippe SAVIUC, épidémiologiste

* La Faculté de Pharmacie de Grenoble n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions sont considérées comme propres à leurs auteurs.



UFR
DE PHARMACIE
DE GRENOBLE

UNIVERSITE
JOSEPH FOURIER
SCIENCES. TECHNOLOGIE. SANTÉ.



UNIVERSITE JOSEPH FOURIER
FACULTE DE PHARMACIE DE GRENOBLE
Domaine de la Merci 38700 LA TRONCHE

Doyen de la Faculté : Mme le Professeur Renée GRILLOT
Vice-Doyen et Directeur des Etudes : Mme Edwige NICOLLE

Année 2009-2010

MAITRES DE CONFERENCES DE PHARMACIE (n = 32)

ALDEBERT	Delphine	Parasitologie - Mycologie (L.A.P.M)
ALLENET	Benoît	Pharmacie Clinique (ThEMAS TIMC-IMAG / MCU-PH)
BATANDIER	Cécile	Nutrition et Physiologie (L.B.F.A)
BRETON	Jean	Biologie Moléculaire / Biochimie (L.C.I.B - LAN)
BRIANCON-MARJOLLET	Anne	Physiologie Pharmacologie (HP2)
BUDAYOVA SPANO	Monika	Biophysique (U.V.H.C.I)
CAVAILLES	Pierre	Biologie Cellulaire et génétique (L.A.P.M)
CHOISNARD	Luc	Pharmacotechnie (D.P.M)
DELETRAZ-DELPORTE	Martine	Droit Pharmaceutique
DEMEILLIERS	Christine	Biochimie (L.B.F.A.)
DURMORT-MEUNIER	Claire	Biotechnologies (I.B.S.)
GEZE	Annabelle	Pharmacotechnie (D.P.M.)
GERMI	Raphaële	Microbiologie (U.V.H.C.I. / MCU-PH)
GILLY	Catherine	Chimie Thérapeutique (D.P.M.)
GROSSET	Catherine	Chimie Analytique (D.P.M.)
GUIEU	Valérie	Chimie Analytique (D.P.M)
HININGER-FAVIER	Isabelle	Biochimie (L.B.F.A)
JOYEUX-FAURE	Marie	Physiologie - Pharmacologie (HP2)
KRIVOBOK	Serge	Biologie Végétale et Botanique (L.C.B.M)
MOUHAMADOU	Bello	Cryptogamie, Mycologie Générale (L.E.C.A)
MORAND	Jean-Marc	Chimie Thérapeutique (D.P.M.)
MELO DE LIMA	Christelle	Probabilités Biostatistiques (L.E.C.A)
NICOLLE	Edwige	Chimie Organique (D.P.M.)
PEUCHMAUR	Marine	Chimie Organique (D.P.M)
PINEL	Claudine	Parasitologie - Mycologie Médicale (CIB / MCU-PH)
RACHIDI	Walid	Biochimie (L.C.I.B)
RAVEL	Anne	Chimie Analytique (D.P.M.)
RAVELET	Corinne	Chimie Analytique (D.P.M.)
SOUARD	Florence	Pharmacognosie (D.P.M)
TARBOURIECH	Nicolas	Biophysique (U.V.H.C.I.)
VANHAVERBEKE	Cécile	Chimie organique (D.P.M.)
VILLET	Annick	Chimie Analytique (VP Form Adjoint UJF, D.P.M.)

Mise à jour du 03/09/2009

1

DOMAINE DE LA MERCI - 38706 LA TRONCHE CEDEX - FRANCE - TELEPHONE +33 (0)4 76 63 71 00 - FAX +33 (0)4 76 63 71 70



UFR
DE PHARMACIE
DE GRENOBLE



ENSEIGNANTS ANGLAIS (N = 3)

COLLE Pierre Emmanuel	Maître de Conférence
FITE Andrée	Professeur Certifié
GOUBIER Laurence	Professeur Certifié

ATER (N = 5)

ATER	ELAZZOZI Samira	Pharmacie Galénique
ATER	SHEIKH HASSAN Amhed	Pharmacie Galénique
ATER	MAS Marie	Anglais Master ISM
ATER	ROSSI Caroline	Anglais Master ISM
ATER	SAPIN Emilie	Physiologie Pharmacologie

ATER : Attachés Temporaires d'Enseignement et de Recherches
CHU : Centre Hospitalier Universitaire
CIB : Centre d'Innovation en Biologie
DPM : Département de Pharmacochimie Moléculaire
HP2 : Hypoxie Physiopathologie Respiratoire et Cardiovasculaire
IAB : Institut Albert Bonniot, Centre de Recherche « Oncogenèse et Ontogenèse »
IBS : Institut de Biologie Structurale
LAPM : Laboratoire Adaptation et Pathogenèse des Microorganismes
LBFA : Laboratoire de Bioénergétique Fondamentale et Appliquée
LCBM : Laboratoire Chimie et Biologie des Métaux
LCIB : Laboratoire de Chimie Inorganique et Biologie
LECA : Laboratoire d'Ecologie Alpine
TIMC-IMAG : Laboratoire Technique de l'Imagerie, de la Modélisation et de Cognition
UVHCI: Unit of Virus Host Cell Interactions



UFR
DE PHARMACIE
DE GRENOBLE

UNIVERSITE
JOSEPH FOURIER
SCIENCES. TECHNOLOGIE. SANTÉ.



UNIVERSITE JOSEPH FOURIER
FACULTE DE PHARMACIE DE GRENOBLE
Domaine de la Merci 38700 LA TRONCHE

Doyen de la Faculté : Mme le Professeur **Renée GRILLOT**
Vice-Doyen et Directeur des Etudes : Mme **Edwige NICOLLE**

Année 2009-2010

PROFESSEURS A L'UFR DE PHARMACIE (N=17)

BAKRI	Aziz	Pharmacie Galénique et Industrielle, Formulation et Procédés Pharmaceutiques (LR)
BOUMENDJEL	Ahcène	Chimie Organique (D.P.M.)
BURMEISTER	Wilhelm	Physique (U.V.H.C.I)
CALOP	Jean	Pharmacie Clinique (PU-PH)
DANEL	Vincent	Toxicologie (SMUR SAMU / PU-PH)
DECOUT	Jean-Luc	Chimie Inorganique (D.P.M.)
DROUET	Christian	Immunologie Médicale (GREPI – TIMC)
DROUET	Emmanuel	Microbiologie (U.V.H.C.I)
FAURE	Patrice	Biochimie (HP2 / PU-PH)
GODIN-RIBUOT	Diane	Physiologie – Pharmacologie (HP2)
GRILLOT	Renée	Parasitologie - Mycologie Médicale (Directeur UFR / LAPM, PU-PH)
LENORMAND	Jean Luc	Ingénierie Cellulaire, Biothérapies (Therex, TIMC)
PEYRIN	Eric	Chimie Analytique (D.P.M.)
SEVE	Michel	Biochimie - Biotechnologie (IAB, PU-PH)
RIBUOT	Christophe	Physiologie - Pharmacologie (HP2)
ROUSSEL	Anne-Marie	Biochimie Nutrition (L.B.F.A)
WOUESSIDJEWE	Denis	Pharmacotechnie (D.P.M.)

Mise à jour le 03/09/2009

DOMAINE DE LA MERCI - 38706 LA TRONCHE CEDEX - FRANCE - TELEPHONE +33 (0)4 76 63 71 00 - FAX +33 (0)4 76 63 71 70



UFR
DE PHARMACIE
DE GRENOBLE

UNIVERSITE
JOSEPH FOURIER
SCIENCES. TECHNOLOGIE. SANTÉ.



PROFESSEUR EMERITE (N=1)

FAVIER

Alain

PROFESSEURS ASSOCIES (PAST) (N=2)

RIEU

Isabelle

Qualitologie (Praticien Attaché - CHU)

TROUILLER

Patrice

Santé Publique (Praticien Hospitalier - CHU)

PROFESSEUR AGREGE (PRAG) (N=1)

GAUCHARD

Pierre Alexis

Chimie (D.P.M.)

CHU : Centre Hospitalier Universitaire
DPM : Département de Pharmacochimie Moléculaire
HP2 : Hypoxie Physiopathologie Respiratoire et Cardiovasculaire
IAB : Institut Albert Bonniot
LBFA : Laboratoire de Bioénergétique Fondamentale et Appliquée
LCIB : Laboratoire de Chimie Inorganique et Biologie
LR : Laboratoire des Radio pharmaceutiques
PAST : Professeur Associé à Temps Partiel
PRAG : Professeur Agrégé
UVHCI: Unit of Virus Host Cell Interactions

Mise à jour le 03/09/2009

DOMAINE DE LA MERCI - 38706 LA TRONCHE CEDEX - FRANCE - TELEPHONE +33 (0)4 76 63 71 00 - FAX +33 (0)4 76 63 71 70

Remerciements

Je voudrais remercier M. Danel pour m'avoir aidé et encadré dans ce travail.

Je remercie également les personnes qui ont accepté de composer le jury
M. Krivobok, Mme Miquel et, particulièrement, M. Saviuc.

Merci à ceux qui m'ont relu et corrigé et surtout, merci à Maxime pour son
soutien infaillible.

Enfin je remercie mes parents.

Table des matières

Remerciements	6
Liste des tableaux et figures	9
Abréviations	10
Introduction générale	11
Première partie : Rappels historiques et bibliographiques	
Chapitre 1 : L'Observatoire de la qualité de l'air intérieur	12
Chapitre 2 : L'Institut national de l'environnement industriel et des risques	13
Chapitre 3 : Georges Mear	14
Chapitre 4 : Le livre <i>Environnement et santé publique</i>	15
Chapitre 5 : <i>Air quality guidelines for Europe</i> de l'Organisation mondiale de la santé (OMS)	15
Chapitre 6 : L'Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)	16
Chapitre 7 : L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)	16
Chapitre 8 : Le classement des agents cancérigènes par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC)	17
Deuxième partie : Matériel et méthodes	18
Troisième partie : Résultats	19

Quatrième partie : Discussion

Chapitre 1 : Le choix du sujet de thèse	31
Chapitre 2 : Les difficultés	
4.2.1. La sélection des sources	31
4.2.2. Le contenu de la présentation	32
4.2.3. La forme de la présentation	32
Chapitre 3 : Résolution des difficultés	
4.3.1. Les sources	33
4.3.2. Sélection des polluants à étudier	36
4.3.3. Sélection des idées-fortes	37
4.3.4. Aspect final de la présentation	39
4.3.5. Equilibre entre les parties	40
Conclusion générale	42
Bibliographie	44
Serment des Apothicaires	48

Liste des tableaux et figures

Figure n°1 : Répartition des concentrations médianes (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de 20 composés organiques volatils (COV) à l'intérieur et à l'extérieur des logements

Liste des abréviations

AFSSA : Agence française de sécurité sanitaire des aliments

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

CIRC : Centre international de recherche sur le cancer

CNAMTS : Caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salariés

COV : composés organiques volatils

DEHP : di-éthylhexyl-phtalate

INERIS : Institut national de l'environnement industriel et des risques

INRS : Institut national de recherche et de sécurité

IRSN : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

OMS : Organisation mondiale de la santé

OQAI : Observatoire de la qualité de l'air intérieur

PCCC : paraffines chlorées à chaîne courte

SBS : syndrome des bâtiments malsains

Introduction générale :

Nous passons en moyenne 80% de notre temps journalier à l'intérieur d'un bâtiment. Beaucoup moins médiatisée que la pollution de l'air extérieur, la pollution de l'air intérieur commence peu à peu à être mise en lumière. En effet, on constate que l'air de nos logements pourrait être plus pollué que celui de l'extérieur.

L'objectif de ce travail est de réaliser un diaporama à destination des étudiants en début de cursus universitaire et qui pourrait également être utilisé auprès du grand public. Il doit contribuer à faire connaître la problématique de la pollution de l'air intérieur et à en donner une idée globale.

Première partie : Rappels historiques et bibliographiques

Chapitre 1 : L'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI)

Lancé en 2001 par les pouvoirs publics, l'OQAI a pour but de répondre à cette problématique en étudiant quels sont les polluants de l'air intérieur, leur origine et les dangers qu'ils représentent pour la santé humaine. L'objectif est de sensibiliser le public et de mettre au point des recommandations pour améliorer la qualité de l'air intérieur. Ainsi en 2002, une des premières réalisations de l'OQAI fut la hiérarchisation des polluants de l'air intérieur afin de déterminer ceux qu'il convient d'étudier prioritairement. Ce classement prend compte de plusieurs critères : la toxicité aiguë, la toxicité chronique, le pouvoir cancérigène et la fréquence à laquelle il peut être retrouvé dans les habitats.

Les résultats de cette hiérarchisation permettront d'optimiser les coûts de la future campagne nationale logements. Réalisée de 2003 à 2005 dans 574 logements répartis sur 50 départements, le résultat de cette campagne a été de dresser un premier état de la qualité de l'air intérieur dans les foyers français.

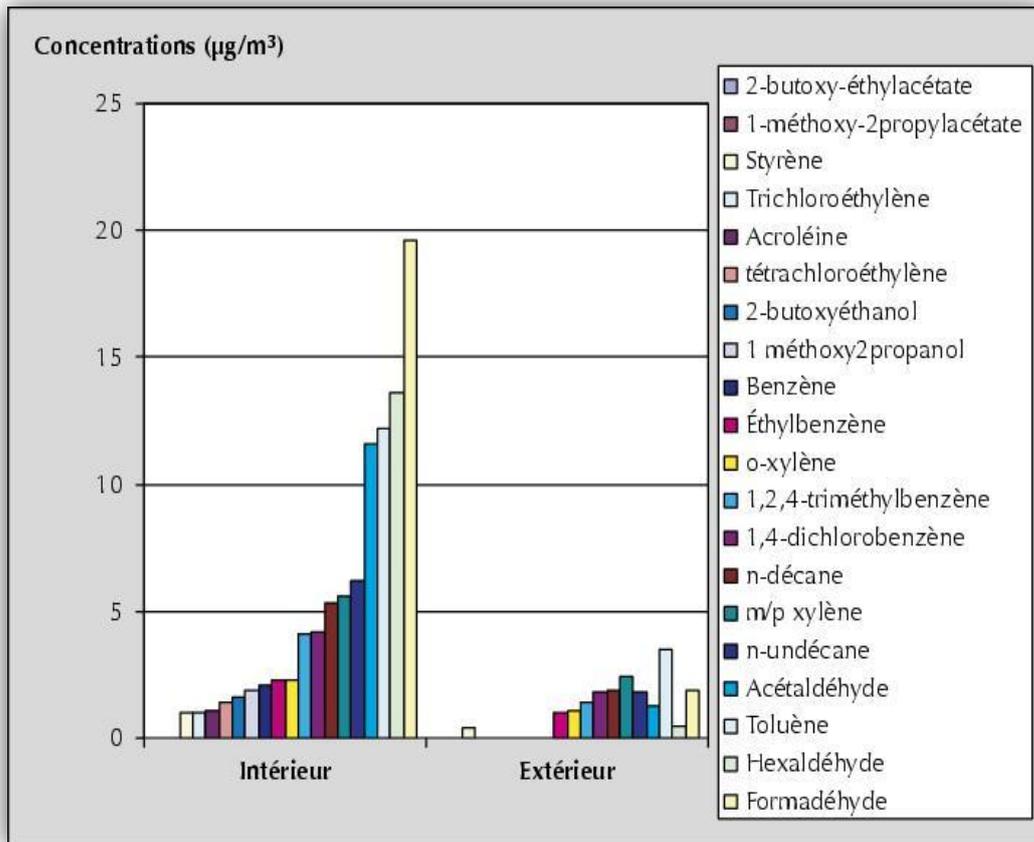


Figure n°1 : Répartition des concentrations médianes (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de 20 composés organiques volatils (COV) à l'intérieur et à l'extérieur des logements.

L'OQAI est cité dans l'action 14 du Plan national santé environnement (PNSE) 2004-2008 qui prévoit de renforcer et d'étendre ses activités.

Chapitre 2 : L'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS)

Créé en 1990, l'INERIS est un établissement public à caractère industriel et commercial placé sous la tutelle du ministère de l'écologie, de

l'énergie, du développement durable et de la mer. Sa mission est de contribuer à aider les entreprises à prévenir les risques que les activités économiques font peser sur la santé, la sécurité des personnes et des biens ainsi que sur l'environnement. C'est sur demande du ministère chargé de l'écologie que l'INERIS a réalisé un ensemble de "fiches de données toxicologiques et environnementales" des substances chimiques. Les informations y figurant sont notamment des généralités sur la substance, des données toxicologiques sur la santé humaine dont le métabolisme de la substance.

Chapitre 3 : Georges Mear

Touché personnellement par les conséquences de la pollution de l'air intérieur, Georges Mear a contribué à faire connaître ce phénomène par la publication en 2003 d'un livre *Nos maisons nous empoisonnent. Guide de l'air pur chez soi* (réf. 38). Il y décrit la dégradation de sa santé et de celle de sa femme après qu'ils aient emménagé dans leur nouvelle maison. Il souligne également les difficultés qu'ils ont rencontrées auprès du corps médical pour trouver une origine à leurs symptômes. Cela suggère la méconnaissance des professionnels de santé face aux conséquences possibles de la pollution de l'air intérieur. Enfin, il fournit des explications très claires sur les différents polluants et leurs sources, et les moyens de limiter leurs effets sur la santé.

Chapitre 4 : Le livre *Environnement et santé publique*

Édité en 2003, ce livre représente un outil de formation et d'information dans le domaine de la santé environnementale (réf. 37). Il résulte de la collaboration de nombreux spécialistes canadiens et français, sous l'égide de Michel Gérin, professeur au Département de santé environnementale et santé au travail de l'Université de Montréal. Ce livre comprend un chapitre consacré à la qualité de l'air ambiant et un autre consacré à la qualité de l'air intérieur.

Chapitre 5 : *Air quality guidelines for Europe* de l'Organisation mondiale de la santé (OMS)

En 1987 puis en 2000, l'OMS a publié des recommandations à propos de la qualité de l'air pour l'Europe. Le but de ces recommandations est de fournir une base pour la protection de la santé publique contre les effets néfastes des polluants de l'air. Il est principalement destiné aux autorités nationales ou régionales. Son intérêt est de fournir des niveaux de polluants au-dessous desquels l'exposition ne représente pas un important risque pour la santé publique et dont les autorités peuvent se servir afin d'établir des normes.

Chapitre 6 : L'Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)

L'ANSES provient de la fusion de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA) et de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET), effective au premier juillet 2010. La principale mission de l'ANSES est de contribuer à assurer la sécurité sanitaire humaine dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation. En 2005, l'agence encore appelée AFSSET a publié une série de fiches sur le thème des risques liés à l'environnement sur la santé. L'une d'elles, notamment, est consacrée à l'environnement domestique et aux polluants présents dans l'air intérieur.

Chapitre 7 : L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Créé en 1947, l'INRS est une association qui agit pour la prévention des risques professionnels sous l'égide de la Caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salariés (CNAMTS). Cet organisme a mis en ligne sur son site internet une série de fiches toxicologiques des substances chimiques à destination des milieux professionnels.

Chapitre 8 : Le classement des agents cancérigènes par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC)

Les monographies du CIRC ont pour but d'identifier les facteurs environnementaux susceptibles d'accroître le risque de cancer chez l'homme (réf. 3). Elles sont réalisées par des groupes de travail interdisciplinaires composés d'experts scientifiques internationaux.

Les agents étudiés sont répartis dans cinq groupes :

- Groupe 1 : l'agent est cancérigène pour l'homme
- Groupe 2A : l'agent est probablement cancérigène pour l'homme
- Groupe 2B : l'agent est peut-être cancérigène pour l'homme
- Groupe 3 : l'agent est inclassable quant à sa cancérigénicité pour l'homme
- Groupe 4 : l'agent n'est probablement pas cancérigène pour l'homme

Deuxième partie : Matériel et méthodes

Il a fallu d'abord sélectionner les principaux polluants qui allaient être étudiés dans la présentation, puis pour chaque polluant, on a procédé de la manière suivante.

La première étape a été de consulter les livres de Mear G. (réf. 38) et Gerin M. et al (réf. 37) pour voir si le polluant y est évoqué. Le site de l'INRS a ensuite été consulté pour voir si le polluant faisait l'objet d'une fiche toxicologique. Le classement du CIRC (réf. 3) a ensuite été consulté, puis le site de l'OQAI (réf. 40) pour voir si des données supplémentaires sur le polluant y étaient citées. Ce fut ensuite le cas de l'*Air quality guidelines* de l'OMS (réf. 36) pour voir s'il existait un chapitre sur le polluant, puis des fiches de données toxicologiques de l'INERIS pour croiser les informations. Enfin la consultation du rapport de la campagne nationale logements de l'OQAI (réf. 34) a permis d'en dégager des données de fréquence.

Globalement, la démarche a été de sélectionner un maximum d'informations dans un premier temps, puis d'essayer de ne garder que les plus significatives.

Troisième partie : Résultats

Le diaporama est également disponible sur le CD joint.

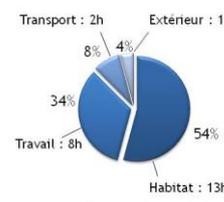
La pollution de l'air intérieur



Héloïse Debeaux - Thèse de pharmacie - 2010

L'air intérieur des locaux Pourquoi s'en préoccuper ?

- 15m³ d'air respiré par jour en moyenne
- 80% de notre temps passé à l'intérieur
- Crise pétrolière → logements plus hermétiques
- Tendance à surchauffer



Transport : 2h Extérieur : 1h
Travail : 8h Habitat : 13h
Journée-type d'un adulte

Idée selon laquelle chez soi, on est à l'abri des agressions extérieures...

Les principaux polluants selon l'OQAI

7 substances « hautement prioritaires »

<ul style="list-style-type: none"> ■ Aldéhydes <ul style="list-style-type: none"> - Acétaldéhyde - Formaldéhyde ■ Hydrocarbures aromatiques <ul style="list-style-type: none"> - Benzène 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Phtalates <ul style="list-style-type: none"> - Di-éthylhexyl-phtalate (DEHP) ■ Pesticides <ul style="list-style-type: none"> - Dichlorvos ■ Particules ■ Radon
---	---



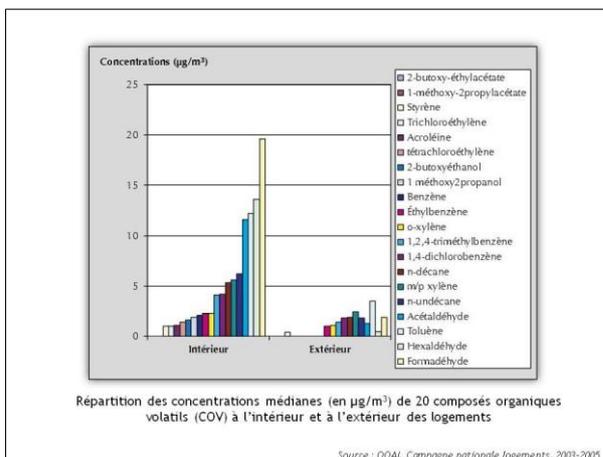
L'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

Créé en 2001 par les pouvoirs publics

Missions

- Dresser un état des lieux des expositions aux pollutions de l'air rencontrées dans les lieux de vie
- Sensibiliser les professionnels et le grand public
- Faire évoluer la réglementation

En 2002, l'OQAI publie une hiérarchisation des polluants basés sur leur toxicité aiguë, chronique, leur pouvoir cancérogène et leur fréquence intérieure



Les principaux polluants selon l'OQAI

12 substances « très prioritaires »

<ul style="list-style-type: none"> ■ Hydrocarbures aromatiques <ul style="list-style-type: none"> - Toluène ■ Hydrocarbures chlorés <ul style="list-style-type: none"> - Tétrachloroéthylène - Trichloroéthylène ■ Oxydes d'azote <ul style="list-style-type: none"> - Dioxyde d'azote ■ Pesticides <ul style="list-style-type: none"> - Aldrine - Dieldrine 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Monoxyde de carbone ■ Paraffines chlorées à chaîne courte ■ Plomb ■ Polluants biologiques <ul style="list-style-type: none"> - Acariens - Allergènes de chat - Allergènes de chien
--	---





Présentation des principaux polluants de l'air intérieur classés par source

- I. La combustion
- II. Les matériaux de construction
- III. Les objets qui nous entourent
- IV. Les produits d'entretien
- V. Les polluants venant de l'extérieur
- VI. Les polluants d'origine biologique



Présentation des principaux polluants de l'air intérieur classés par source

- I. La combustion
- II. Les matériaux de construction
- III. Les objets qui nous entourent
- IV. Les produits d'entretien
- V. Les polluants venant de l'extérieur
- VI. Les polluants d'origine biologique



Présentation des principaux polluants de l'air intérieur classés par source

- I. La combustion
 - Le tabagisme passif
 - L'acétaldéhyde
 - Le benzène
 - Le dioxyde d'azote
 - Le monoxyde de carbone




Un point sur l'exposition environnementale à la fumée du tabac ou « tabagisme passif »

Cancérogène (CIRC 1)
Flux de Fumée Secondaire (FFS) plus toxique que celui inhalé par le fumeur

	Toxique	FFS	FFP *
Benzo[a]pyrène		70 – 140 ng	20 – 40 ng
Benzène		240 – 490 µg	30 – 50 µg
Cadmium		400 – 700 ng	100 – 120 ng
Formaldéhyde		~1600 µg	20 – 90 µg
Nicotine		3,8 – 4,3 mg	1,3 – 1,8 mg
N-nitrosodiméthylamine		0,2 – 1,0 µg	0,01 – 0,1 µg
N-nitrosométhylamine		0,1 – 6,1 µg	0,2 – 3,8 µg

* FFP : Flux de Fumée Primaire



Un point sur l'exposition environnementale à la fumée du tabac ou « tabagisme passif »

Conséquences sur la santé

- Maladies respiratoires
- Diminution du développement des poumons chez le jeune enfant
- Risque de cancer du poumon augmenté de 25% (estimation de 3000 morts par an aux EU)
- Risque de cancer des sinus de la face multiplié par 2
- Risque d'AVC multiplié par 2
- Risque d'accident cardiaque augmenté de 50%
- Retard de croissance fœtale



4000 substances chimiques, 50 cancérogènes...

Source : www.cigarette-stop.com



L'acétaldéhyde

CC=O

Cancérogène possible (CIRC 2B)
Se trouve à l'état naturel dans l'environnement car issu de la combustion incomplète de déchets organiques

Sources

- Emissions des usines
- Poêles à bois
- Incinération des déchets organiques
- Cuisson des aliments
- Colles, panneaux de bois brut, panneaux de particules
- Photochimie
- Fumée de tabac
- Photocopieurs

Retrouvé en concentration 9 fois plus importante à l'intérieur des logements qu'à l'extérieur



L'acétaldéhyde

Conséquences sur la santé

- **Aigu**
 - Irritation tractus respiratoire, yeux, peau
- **Chronique**
 - Rougeur de la face
 - Lésions hépatiques
 - Effets sur le développement
- **Cancérogène possible** voies aérodigestives, Hodgkin ?



Hydrocarbures aromatiques Le benzène

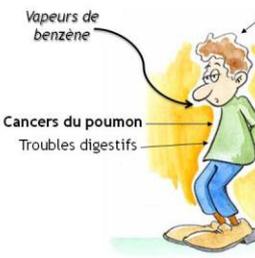
Cancérogène (CIRC 1)

Sources

- Fumée de cigarette
- Colles, peintures, vernis
- Feu de bois, combustion d'encens
- A l'état naturel dans l'air extérieur (feux de forêts)
- Essence (sans plomb : jusqu'à 1%)
- Gaz d'échappement

Au moins 2 fois plus concentré dans l'air intérieur qu'à l'extérieur

Le benzénisme



Aigu : excitation suivie d'une narcose, maux de tête, vertiges, somnolence

Fortes doses : convulsions, **dépression du SNC**, coma, mort

Chronique : **syndrome psycho-organique**

Troubles sanguins par liaison à l'ADN (anémie aplasique, **leucémie myéloïde aiguë** en cas de forte exposition)

Temps de latence après exposition pouvant aller jusqu'à plusieurs années

Vapeurs de benzène

Cancers du poumon
Troubles digestifs

Modifications fœtales chez l'animal
Dépresseur de l'immunité, lymphomes



Oxydes d'azote Le dioxyde d'azote

Produit par toute combustion (cuisine, gaz d'échappement, tabac) par combinaison de l'oxygène avec l'azote de l'air extérieur
Deviens de l'ozone sous l'effet des UV

Conséquences sur la santé

- **Aigu**
 - **Toxique pulmonaire** (mortel par œdème pulmonaire)
 - Irritant puissant des muqueuses
 - Troubles du rythme
- **Chronique**
 - Emphysème
 - Prédilection aux infections respiratoires



Le monoxyde de carbone

1^{ère} cause de mort toxique en France

Gaz inodore, incolore, produit de la combustion incomplète des combustibles fossiles (charbon, mazout, gaz naturel, bois) et du tabac

Peut être produit par tout appareil de combustion mal entretenu ou dans une pièce mal ventilée

Quantité de comburant (O₂) insuffisante pour la combustion complète

$$2C + O_2 \rightarrow 2CO$$

Affinité pour l'hémoglobine 200 fois supérieure à celle de l'oxygène : formation de la carboxyhémoglobine

Le monoxyde de carbone

Conséquences sur la santé
Plusieurs mécanismes concourent à diminuer l'oxygénation des tissus

- **Suraigu** : convulsions, coma, décès en l'absence de traitement
- **Aigu et subaigu**
 - Troubles digestifs
 - Violentes céphalées
 - Asthénie
 - Vertiges
 - Angoisse
 - Agitation
 - Syndrome confusionnel
 - Troubles de la vigilance



Le monoxyde de carbone

- **Chronique (subaigu répété)**
 - Palpitations
 - Troubles de la mémoire
 - Asthénie
 - Syndrome dépressif
 - Développement d'une ischémie myocardique à l'effort chez les sujets ayant coronaropathie préexistante
 - Fœtotoxique

Conseils pratiques

pour limiter les produits de combustion dans l'air intérieur

- Aérer régulièrement
- Ne pas fumer à l'intérieur
- Faire installer et entretenir les appareils de combustion par des professionnels
- Respecter la bonne ventilation des locaux défini par l'article R.131-31 du code de la construction et de l'habitation
- Ne pas boucher les entrées et sorties d'air
- Se servir de la hotte de la cuisine
- Respecter les conditions d'utilisation des chauffages d'appoint
- Installer un détecteur de CO à terme (fiabilité...)
- Eviter de brûler de l'encens

Présentation des principaux polluants de l'air intérieur classés par source

- I. La combustion
- II. Les matériaux de construction
- III. Les objets qui nous entourent
- IV. Les produits d'entretien
- V. Les polluants venant de l'extérieur
- VI. Les polluants d'origine biologique

Présentation des principaux polluants de l'air intérieur classés par source

- II. Les matériaux de construction
 - Le formaldéhyde
 - Le plomb



Le formaldéhyde H-C(=O)-H

Polluant majeur
Cancérogène (CIRC 1)

Sources : bois agglomérés, contreplaqués, peintures à phase solvant, mousses isolantes urée-formol, fumée de tabac, photocopieurs, détergents, meubles, tapis, livres et magazines neufs, cosmétiques...

Particulièrement retrouvé dans les nouvelles maisons avec des meubles neufs surtout si elles sont mal ventilées

« Odeur de neuf »

Retrouvé en concentration 10 fois supérieure à l'intérieur qu'à l'extérieur

Le formaldéhyde

Conséquences sur la santé
se lie aux protéines et aux macromolécules comme l'ADN, endommage les cellules épithéliales, cytotoxique

- **Aigu**
 - Irritation du tractus respiratoire
 - Larmolement
 - Nausées
 - Dyspnée
- **Chronique**
 - **Cancer naso-pharyngé** lié à la prolifération cellulaire en réponse aux effets irritants chroniques
 - Leucémie, tumeur du cerveau ?

Le plomb

Sources

- Peintures anciennes (réalisées avant 1948)
- Canalisations au plomb (il se dissout dans l'eau surtout quand elle est agressive)
- Emissions industrielles

Concentration dans l'air extérieur fonction du degré d'urbanisation et d'industrialisation

En France, l'apport en plomb par voie atmosphérique est en baisse

Absorption du plomb par les poumons et le tractus digestif (enfants) s'accumule dans les os

L'intoxication par le plomb ou saturnisme

Touche principalement les enfants

- Exposition plus importante
 - Exploration orale de leur environnement
 - Habitudes mains-bouche
 - Jeux au contact du sol
 - Part hydrique plus importante de leur alimentation
- Absorption gastro-intestinale plus importante
- Plus grande susceptibilité aux effets toxiques

Le saturnisme infantile

Conséquences sur la santé
Symptômes peu spécifiques au début

- Fatigue
- Irritabilité
- Troubles du sommeil
- Douleurs abdominales
- Constipation
- Anémie



Le saturnisme infantile

Chronique

- Diminution des capacités intellectuelles
- Difficultés d'apprentissage
- Altération du développement de la taille et du poids
- Surdité

Conseils pratiques (1)

pour limiter les polluants issus des matériaux dans l'air intérieur

- Eviter les panneaux de particules et les **contreplaqués**
- Utiliser des bois naturels r tifi s
- Eviter la **laine de verre** et la **laine de roche**, préférer les isolants végétaux
A défaut, bien les contenir et les isoler pour éviter d'en respirer les particules



Conseils pratiques (2)

pour limiter les polluants issus des matériaux dans l'air intérieur

- Recouvrir les matériaux émetteurs de formaldéhyde par un vernis étanche
- **Eviter les moquettes** ou les choisir non synthétiques et les tendre plutôt que de les coller
- Utiliser des **peintures naturelles** ou au moins certifiées NF environnement
- Vérifier que les **peintures murales anciennes** ne contiennent pas de plomb



Présentation des principaux polluants de l'air intérieur classés par source

- I. La combustion
- II. Les matériaux de construction
- III. **Les objets qui nous entourent**
- IV. Les produits d'entretien
- V. Les polluants venant de l'extérieur
- VI. Les polluants d'origine biologique



Présentation des principaux polluants de l'air intérieur classés par source

- III. **Les objets qui nous entourent**
 - Le DEHP
 - Les paraffines chlorées à chaîne courte






Phtalates : le DEHP

Ou Phtalate de bis(2-éthylhexyle)
Plastifiant pour matières plastiques
 (notamment du PVC)

Détecté dans la poussière de 100% des logements français

Conséquences sur la santé (chronique)

- Sensibilisant respiratoire
- Perturbateur endocrinien



Les paraffines chlorées à chaîne courte

Cancérogène possible (CIRC 2B)

Utilisées comme additifs ou apprêts dans les caoutchoucs, les peintures, les produits en cuir et certains tissus, les plastifiants (PVC)

Détectées dans 100% des logements français

De moins en moins utilisées

Conséquences sur la santé

- Toxicité potentielle sur le foie, les reins, la thyroïde et le système hormonal, le système hématopoïétique
- Effets à long terme chez l'homme mal connus



Présentation des principaux polluants de l'air intérieur classés par source

- I. La combustion
- II. Les matériaux de construction
- III. Les objets qui nous entourent
- IV. **Les produits d'entretien**
- V. Les polluants venant de l'extérieur
- VI. Les polluants d'origine biologique



Présentation des principaux polluants de l'air intérieur classés par source

IV. Les produits d'entretien

- Le toluène
- Le trichloroéthylène
- Le tétrachloroéthylène



Hydrocarbures aromatiques

Le toluène

Autres sources

- Peintures, vernis, colles
- Désodorisants d'intérieur
- Fumée de tabac
- Proximité d'une station essence
- Feux de forêts

Retrouvé en concentration 3 fois plus importante à l'intérieur des logements qu'à l'extérieur



Hydrocarbures aromatiques

Le toluène

Après absorption, s'accumule dans les tissus adipeux, le cerveau et aussi dans le foie, les reins, le sang, la moelle osseuse

Conséquences sur la santé

- Aigu** : dépression du SNC
- Chronique** : « Syndrome psycho-organique » toxicité sur d'autres organes possible



Hydrocarbures halogénés

Le trichloroéthylène

Cancérogène probable (CIRC 2A)

Sources : Peintures, vernis, colles, encres, moquettes, tapis, calfatage siliconé, vapeur d'essence, détachants ménagers, dégraissage des pièces métalliques

Conséquences sur la santé

- Aigu**
 - Syndrome psycho-organique
 - Mortel par fibrillation ventriculaire
- Chronique**
 - Irritation cutanée
 - Atteinte hépatique, rénale, cardiaque
- Cancérogène probable** : poumons, du foie, des reins, des testicules, du col de l'utérus, lymphome ?

Plus concentré à l'intérieur qu'à l'extérieur dans 2/3 des logements français



Hydrocarbures halogénés

Le tétrachloroéthylène

Cancérogène probable (CIRC 2A)

Sources :

- Nettoyage à sec**, finissage des textiles
- Diluants des peintures et vernis

Remplace de plus en plus le trichloroéthylène (car supposé moins toxique)

Conséquences sur la santé

- Aigu** : syndrome psycho-organique
- Chronique** : atteinte hépatique
- Cancérogène probable** : langue, vessie, œsophage, poumons, intestins, col de l'utérus, lymphome ?

Plus concentré à l'intérieur qu'à l'extérieur dans 3/4 des logements français



Conseils pratiques

pour limiter les polluants issus des produits ménagers

- Bannir les **désodorisants d'intérieur**
- Essayer de **limiter les produits nettoyants chimiques** et privilégier les produits naturels (savon noir, vinaigre blanc, bicarbonate de sodium, cristaux de soude, borax)
- Aérer** quand on fait le ménage
- Stocker les produits fermés hermétiquement dans un endroit bien aéré hors de portée des enfants





Présentation des principaux polluants de l'air intérieur classés par source

- I. La combustion
- II. Les matériaux de construction
- III. Les objets qui nous entourent
- IV. Les produits d'entretien
- V. Les polluants venant de l'extérieur
- VI. Les polluants d'origine biologique



Présentation des principaux polluants de l'air intérieur classés par source

- V. Les polluants venant de l'extérieur
 - L'aldrine
 - Le dieldrine
 - Le dichlorvos
 - Le radon
 - Les particules



Les pesticides

A la campagne, exposition aux pesticides à usage agricole

A la maison, exposition aux pesticides à usage domestique (biocides), utilisés dans le cadre de

- La préservation des bois
- Le traitement des plantes intérieures
- L'élimination des insectes et des rongeurs
- Le traitement des parasites des animaux de compagnie
- Désinfectants divers
- Le traitement des moquettes
- Les pesticides de jardin



Les pesticides

Particularités des pesticides

- Produits « anti-vie » par définition
- Relargage : imprégnation des sols, des tapis, des tentures et du mobilier pour être réémis ultérieurement
- Dégradation lente pour certains
- Enfants particulièrement exposés (près du sol, inhalent les poussières)



Les pesticides Organochlorés

DDT, dieldrine, heptachlor, aldrine

Insecticides de 1^{ère} génération

Malgré leur interdiction depuis une vingtaine d'années, encore largement présents

Très lipophiles : très rémanents

Persistent plusieurs décennies dans l'environnement

Progressivement interdits au profit d'insecticides beaucoup plus toxiques mais beaucoup moins stables et rémanents (carbamates et organophosphorés)



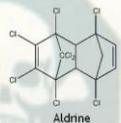
Les pesticides Organochlorés

Aldrine : interdit depuis octobre 1994

Métabolisée par l'aldrine epoxydase en **dieldrine**
→ même toxicité

Longue persistance environnementale

Accumulation dans les tissus adipeux



Dieldrine : interdit depuis 1992

Résidus encore largement présents



Les pesticides Organochlorés

Conséquences sur la santé

- Convulsions
- Foie : augmentation de la taille, anomalies histologiques, cancers ?
- Immunosuppresseur
- Passage transplacentaire
- Effet sur le développement
- Perturbateur endocrinien

Les pesticides Organophosphorés

Dichlorvos

Retiré du marché en 2007
Cancérogène possible (CIRC 2B)

Toxicité aiguë principalement due à son activité d'inhibiteur de l'acétylcholinestérase
Cancer estomac, pancréas, leucémie ?

Autres organophosphorés encore utilisés : diazinon, féntrothion, malathion, parathion

Conseils pratiques pour limiter la pollution par les pesticides

- Empêcher les micro-organismes et les insectes de se développer grâce à une bonne hygiène et un bon entretien de la maison
- Choisir les produits les moins toxiques
- Respecter scrupuleusement les règles d'utilisation
- Aérer la pièce après utilisation
- Bannir les moquettes et les tapis traités par les insecticides

Le radon

Gaz incolore, inodore et radioactif issu de la dégradation de l'uranium 238

3 types de radon dont un nocif le radon 222

$$^{238}\text{U} \rightarrow ^{222}\text{Ra} \rightarrow ^{218}\text{Po} \rightarrow ^{214}\text{Pb}$$

Le Polonium 218 et le Plomb 214 émettent des **particules qui se fixent sur la paroi des bronches**

Source	Pourcentage
Radon	37.2%
Examens radiologiques	31.5%
Matériaux terrestres	13.2%
Rayons cosmiques	11.2%
Corps humain	6.6%
Retombées atmosphériques (Tchernobyl, essais aériens, industries, divers)	0.3%

Source: Université de Limoges, Le magazine Radio et ses ramifications, 2004

Carte des activités volumiques du radon dans les habitations

On le trouve dans certains sols, particulièrement les sols granitiques
Dégagement plus important l'automne et la nuit (après que la terre ait été chauffée)

Le radon

Cancérogène (CIRC 1)

2^{ème} cause de mortalité par cancer du poumon après le tabac

→ De l'ordre de 13% des 25 000 décès par cancer du poumon observés annuellement en France pourraient être attribués au radon soit 3350 décès

Toxicité multipliée si tabagisme concomitant



Conseils pratiques pour limiter la pollution par le radon

- Aérer
- Faire des mesures de radon avant de construire une maison
- Ne pas laisser les sols en terre battue
- Faire une dalle en béton de bonne étanchéité
- Installer les chambres au 1er étage
- Eviter les systèmes de ventilation à simple flux (dépression dans la maison) et préférer ceux à double flux (surpression)
- Installer un vide-sanitaire et le mettre en dépression



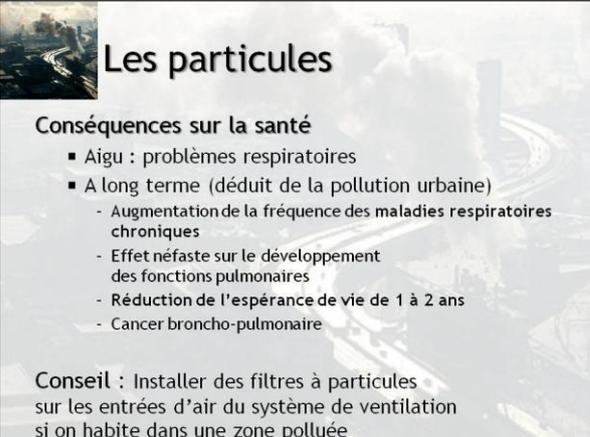
Les particules

Mélange de divers composés solides ou liquides en suspension dans l'air (aérosols) dont les dimensions vont de 0,005 à 100 microns

Sources

- Combustion : tabagisme, cuisson des aliments, gaz d'échappement, appareil de chauffage...
- Pollens, fibres d'amiante, laine de verre, métaux lourds, spores de moisissures...

Les plus nocives sont **les plus petites** car elles atteignent les alvéoles pulmonaires



Les particules

Conséquences sur la santé

- Aigu : problèmes respiratoires
- A long terme (dédit de la pollution urbaine)
 - Augmentation de la fréquence des **maladies respiratoires chroniques**
 - Effet néfaste sur le développement des fonctions pulmonaires
 - Réduction de l'espérance de vie de 1 à 2 ans
 - Cancer broncho-pulmonaire

Conseil : Installer des filtres à particules sur les entrées d'air du système de ventilation si on habite dans une zone polluée



Présentation des principaux polluants de l'air intérieur classés par source

- I. La combustion
- II. Les matériaux de construction
- III. Les objets qui nous entourent
- IV. Les produits d'entretien
- V. Les polluants venant de l'extérieur
- VI. Les polluants d'origine biologique



Présentation des principaux polluants de l'air intérieur classés par source

VI. Les polluants d'origine biologique

- Les acariens
- Les allergènes du chat
- Les allergènes du chien





Les acariens




Dermatophagoides farinae *Dermatophagoides pterynissinus*



Les acariens

Animaux microscopiques (1/4 de mm) au fort pouvoir allergisant principalement par

- Les protéines de leur corps
- Les débris de cadavres
- Les déjections
- La peau après la mue

Développement favorisé la chaleur (T° optimale 25° C) et l'humidité, se nourrissent de squames de peau humaines et de moisissures

Plus nombreux en été qu'en hiver

Se retrouvent principalement dans les matelas, oreillers, tapis

Vont provoquer **allergie respiratoire et asthme**

La moitié des logements français dépasse le seuil de sensibilisation aux allergènes d'acariens (2 microg par g de poussière)



Les allergènes du chien et du chat

2^{ème} source d'allergènes après les acariens

Animaux domestiques présents dans 50% des foyers

Fel d1

- Puissant allergène du chat
- Présent surtout à la racine des poils

Can f1

- Allergène du chien, moins puissant
- Présent dans le pelage et la salive

Allergènes qu'on retrouve même dans des lieux où aucun animal ne vit (transportés par les humains)



Les allergènes du chien et du chat

Pourcentage de la population allergique

- 5 à 14% des enfants
- 40 à 60% des asthmatiques

Seul traitement efficace : l'éviction



Conseils pratiques

pour limiter les polluants d'origine biologique

- Éliminer les poussières
- Aérer les literies et les laver à 60°
- Passer l'aspirateur régulièrement avec un filtre « haute efficacité »
- Diminuer l'humidité
- Ne pas surchauffer
- Eviter moquettes, oreillers en plume
- Laver hebdomadairement l'animal et le plancher



L'humidité

De multiples sources dans l'habitat

- Humaine (1 à 1,5 L par jour)
- Liées aux activités (salle de bain, cuisine...)
- Infiltrations...

Aux conséquences multiples

- Développement des moisissures et acariens
- Diminution de l'efficacité des isolants
- Et surtout augmentation des émissions de COV notamment de formaldéhyde

Le syndrome des habitats malsains

Sick building syndrome

Apparu dans les années 70, plutôt dans les immeubles et les habitats modernes

Pourrait concerner jusqu'à 30% des nouveaux bâtiments selon l'OMS

Serait dû à une exposition de longue durée et à faibles concentrations à un mélange de divers contaminants



Le syndrome des habitats malsains

Sick building syndrome

Symptômes

- Inconfort
- Irritation des muqueuses nasales et oculaires
- Toux
- Oppression thoracique
- Fatigue
- Maux de tête
- Sécheresse de la peau
- Nausées
- Sensibilité aux odeurs

Aggravé par une température et une hygrométrie élevée, une mauvaise ventilation

Entrainant manque de concentration et stress



En résumé

La pollution de l'air de nos maisons peut avoir de graves conséquences sur notre santé

Pour diminuer la quantité de polluants dans l'air intérieur, il faut

- Limiter les sources
 - Changer son comportement
 - Choisir les bons matériaux
- Augmenter l'élimination
 - Aérer → 10 minutes par jour, été comme hiver
 - Ventiler



Pour en savoir plus...

- Le guide de la pollution de l'air intérieur disponible sur logement.gouv.fr
- Le site de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur : air-interieur.org
- Georges Méar *Nos maisons nous empoisonnent* Edition Terre Vivante, 2003

Quatrième partie : Discussion

Chapitre 1 : Le choix du sujet de la thèse

Quand j'ai commencé à rechercher un sujet de thèse, une de mes priorités était de réaliser un travail qui serait le plus utile possible. C'est ainsi que j'ai songé à m'orienter vers un sujet de santé publique. En effet, je pense que le travail du pharmacien ne doit pas concerner uniquement le traitement des pathologies mais aussi leur prévention, celui-ci étant l'interlocuteur le mieux placé pour délivrer des messages de santé publique à un nombre important de personnes. Il s'agissait ensuite de déterminer ensuite un sujet relativement peu connu à ce jour. En concertation avec mon directeur de thèse, mon choix s'est porté sur la pollution de l'air intérieur. Ce thème répondait à mes critères puisqu'il concerne l'intégralité de la population. De plus, il commence à susciter l'attention des médias, c'est pourquoi je pense qu'il est important de fournir d'autres sources d'information que celle des journalistes au public.

Chapitre 2 : Les difficultés

Divers difficultés se sont présentées lors de l'élaboration du diaporama.

4.2.1. La sélection des sources

Les sources multimédias traitant de ce sujet se sont multipliées ces dernières années. La première difficulté aura donc été de garder une certaine rigueur dans le choix de ces sources afin de ne garder que celles qui sont valables et d'éviter la multiplicité qui aurait compliqué inutilement le travail.

4.2.2. Le contenu de la présentation

La deuxième difficulté a été de sélectionner les polluants les plus importants à étudier. Une fois les polluants sélectionnés, la difficulté aura été de définir quelles informations méritaient de figurer dans la présentation. Faut-il parler l'état de la ventilation dans les logements qui est, en effet, étroitement relié à la quantité de polluants détectés (réf. 35) ? Au sujet des polluants, les interrogations auront porté sur la présence ou non dans le diaporama du métabolisme, des seuils de toxicité, des sources industrielles, des quantités détectées dans les logements et des symptômes de l'intoxication. Enfin faut-il parler du syndrome des bâtiments malsains (SBS) ?

4.2.3. La forme de la présentation

Au niveau de l'aspect final du diaporama, la difficulté aura été de garder une présentation claire alors que le sujet est relativement complexe et dense. Un des enjeux est d'essayer de trouver une manière de présenter – en premier lieu, le plan du diaporama – qui susciterait de l'intérêt pour l'auditoire. Une difficulté supplémentaire aura été de ne pas sacrifier le contenu principal pour rendre le diaporama intéressant. Il aura fallu essayer de garder une certaine logique dans l'élaboration du classement.

Pour résumer, il faut essayer de cerner le problème sans s'éloigner du but initial, et simplifier la présentation sans dénaturer son contenu.

Chapitre 3 : Résolution des difficultés

4.3.1. Les sources

Sur conseil de M. Danel, mon directeur de thèse, les recherches ont débuté par le site internet de l'OQAI (réf. 40), par le livre Gerin M. et al *Environnement et Santé Publique* (réf. 37) et par le livre de Mear G (réf. 38). Ces trois sources ont permis d'avoir une idée globale du sujet, et de fournir plusieurs éléments-clés du diaporama. Le site de l'OQAI a fourni la liste des principaux polluants, et les raisons pour lesquelles ils sont considérés comme tels, et leur fréquence d'apparition dans l'air intérieur. Il a également fourni

une ouverture vers d'autres sources comme le site internet de l'AFSSET désormais appelée ANSES et celui de l'OMS. Sur le site de l'ANSES, se trouvent les fiches *Santé et Environnement : enjeux et clés de lecture* notamment celle concernant l'environnement domestique (réf. 2). Sur le site l'OMS, on peut avoir accès à l'*Air Quality Guidelines for Europe* avec des chapitres sur plusieurs polluants traités (réf. 36).

Le livre de Mear G. permet d'avoir une idée globale de la problématique de la pollution de l'air intérieur, des indications sur les sources des polluants, sur les pathologies qu'ils entraînent, et surtout sur la manière dont on peut en limiter les effets, grâce à des conseils très précis sur les matériaux à utiliser dans son habitat par exemple.

Le livre de Gerin M. et al contient des données très précises sur les polluants particulièrement d'un point de vue de santé publique. Il décrit l'évolution des utilisations des substances chimiques au fil du temps et donc la modification des sources de pollution (par exemple, la disparition de l'essence au plomb).

En effectuant des recherches sur internet, on trouve des sites qui ont permis de compléter la bibliographie. Il s'agit, en premier lieu, du site de l'INRS (réf. 15-30). On y trouve des fiches toxicologiques sur les substances chimiques avec des informations sur les sources industrielles et surtout sur la toxicité et la cancérogénicité. Il faut toutefois garder à l'esprit qu'il s'agit de

la toxicité appliquée au monde du travail, et donc de concentrations bien supérieures à celles qui peuvent être observées dans l'environnement domestique. Suite à la lecture de ces fiches, il a été décidé d'incorporer dans le diaporama les données de cancérogénicité les plus précises possibles, en utilisant le classement du CIRC (réf. 3). Un autre site a semblé adapté pour compléter la bibliographie, il s'agit du site de l'INERIS qui fournit également des données très précises sur la toxicité des substances, cette fois plutôt tourné vers l'impact environnemental (réf. 5-13). Ce site a également fourni des informations sur l'historique de l'utilisation des substances.

Pour certains polluants (polluants biologiques, polluants regroupant plusieurs molécules différentes), il a fallu faire des recherches spécifiques. C'est le cas des paraffines chlorées à chaîne courte (PCCC). Une nouvelle recherche sur internet par le moteur de recherche Google a été nécessaire. Elle a conduit de nouveau au site de l'INERIS où se trouvait le rapport : *Les substances dangereuses prioritaires de la directive cadre sur l'eau* (réf. 14). Ce rapport contient quelques généralités sur les PCCC notamment leur utilisation industrielle. Cette recherche a également conduit à un rapport de Comité d'étude des polluants organiques persistants, qui a fourni les principales informations sur les PCCC, c'est-à-dire leurs sources, leur fréquence de détection et leur toxicité (réf. 4).

Les polluants d'origine biologique ne figurant pas dans les sites Internet précédemment évoqués, exception faite de celui de l'OQAI, les livres de Mear G. (réf. 38) et Gerin M. et al (réf. 37), où ils semblaient suffisamment détaillés, ont constitué l'essentiel de la bibliographie.

La pollution liée à la fumée de cigarette nécessitait également une méthodologie spécifique car regroupant plusieurs polluants, il a été choisi une source officielle, le site de Tabac Infos Services qui contient un chapitre très complet sur les conséquences du tabagisme passif (réf. 41).

Au niveau des sources, le choix se sera donc porté principalement vers les sources officielles, des organismes de recherche publics, ces derniers fournissant les informations nécessaires au diaporama.

4.3.2. Sélection des polluants à étudier

En consultant les différentes sources, on peut constater le nombre important de polluants existants. Il a donc fallu trouver un moyen de sélectionner ceux qui feraient partie de la présentation finale. Pour cela, il a été utilisé la hiérarchisation des polluants de l'air intérieur effectuée par l'OQAI (réf. 32,33). En effet les critères de sélection retenus par les auteurs semblent pertinents.

Ils font ressortir 19 substances les plus préoccupantes pour la santé :

7 substances « hautement prioritaires » (groupe A) : formaldéhyde, benzène, acétaldéhyde, particules, radon, di-éthylhexyl-phthalate (DEHP), dichlorvos

12 substances « très prioritaires » (groupe B) : dioxyde d'azote, allergènes de chien, acariens, toluène, trichloréthylène, plomb, tétrachloroéthylène, dieldrine, allergènes de chat, aldrine, paraffines chlorées à chaîne courte, monoxyde de carbone.

4.3.3. Sélection des idées-fortes

Après avoir décidé quels polluants allaient être abordés dans la présentation, il s'agit de déterminer quelles caractéristiques, quels aspects doivent être mis en avant.

Le public de la présentation sera constitué d'étudiants en premier cycle universitaire et du grand public, il faut donc veiller à ce que les informations leur soient accessibles. La présentation doit renseigner sur les sources possibles du polluant à l'intérieur du logement. En effet, cela permet d'identifier directement les matériaux, les activités, les comportements qui sont eux-mêmes les vraies causes de la pollution de l'air intérieur.

Afin de sensibiliser le public aux dangers de cette pollution, il faut évidemment mentionner les effets de ces substances sur la santé. Il ne faut pas oublier de rester concis et garder à l'esprit que cette présentation doit rester

une vision globale d'un phénomène. C'est ainsi qu'il n'est pas mentionné la métabolisation des substances dans le corps humain. Cela ne serait pas adapté au public visé et risquerait d'alourdir inutilement la présentation. Afin de garder une certaine homogénéité, il s'agit de mentionner le classement CIRC de chaque polluant quand il existe. On évitera de parler des sources industrielles des polluants qui concernent peu l'environnement domestique. Si les quantités détectées dans les logements français sont abordées, cela doit rester succinct. Le fait de parler de pourcentage de logements dans lesquels le polluant est retrouvé ou de pourcentage de logements où le polluant est retrouvé en quantité supérieure dans l'air intérieur par rapport à l'air extérieur semble plus sensé (réf. 34).

Il paraît judicieux d'énoncer les comportements qui permettent de limiter la pollution de l'air intérieur. En effet, il faut que le public de la présentation ait conscience que des solutions existent pour ne pas s'alarmer inutilement. Celui-ci doit être au courant des choix à faire au quotidien pour se protéger. De plus, dans ce public, se trouve des futurs professionnels de santé qui pourront relayer ces messages à leurs patients. Il est donc décidé de faire des diaporamas de conseils. La question s'est posée d'en faire une par polluant mais cela risquait d'être trop redondant, et une seule partie à la fin du diaporama risquait d'être trop importante et indigeste.

Enfin, il paraissait intéressant de faire une partie sur les maladies de l'air intérieur. Cette partie n'ayant pas vocation à rajouter des informations mais plutôt à aider à assimiler les informations précédemment énoncées, cependant il s'est avéré cette partie apportait peu à la présentation, elle a donc été supprimée. La partie traitant le SBS, après hésitation, a été conservée. Ce terme désigne un ensemble de symptômes non spécifiques (irritation des muqueuses, céphalées, fatigue...) qu'on retrouve chez les occupants de certains bâtiments. Il a été défini la première fois en 1983 par un groupe d'experts de l'OMS, et a depuis largement été réutilisé, par exemple dans le livre de Mear G. (réf. 38) ou dans les fiches de l'AFSSET (réf. 2). Néanmoins, certains auteurs en déconseillent l'utilisation. L'une des raisons évoqués est qu'ils jugent simpliste l'idée qu'il y aurait deux types d'édifices, ceux qui sont sains et ceux qui sont malsains (réf. 37).

4.3.4. Aspect final de la présentation

La manière de présenter les différents polluants a été un choix difficile.

Les différentes options étaient les suivantes :

- Classement par nature du polluant : les polluants chimiques, les polluants biologiques, le radon, les particules. Ce classement a l'avantage d'être clair et logique mais la première partie risque d'être beaucoup plus importante que les suivantes, et la présentation peut être un peu trop linéaire et monotone.

- Classement par lieux d'émission des polluants (pièces de la maison).

L'avantage est que ce classement rend la présentation moins monotone mais il est difficile à réaliser en pratique. En effet, la plupart des polluants peut être émis dans plusieurs pièces, par exemple le plomb qui provient des peintures murales, ce qui nous amène directement à la dernière option.

- Classement par source de polluants : la combustion, les matériaux de construction, les objets qui nous entourent, les produits d'entretien, les polluants venant de l'extérieur, les polluants biologiques. L'avantage de ce classement est qu'il est peut-être un peu moins rébarbatif que le premier et plus réalisable en pratique que le deuxième. Une des limites est que plusieurs polluants sont émis par plusieurs sources, par exemple, l'acétaldéhyde qui est émis par la combustion et également par les matériaux de construction. Ce problème peut être partiellement écarté par le fait de citer pour chaque polluant les différentes sources d'émission. C'est donc ce classement qui est choisi pour la présentation finale.

4.3.5. Equilibre entre les parties

Les quantités d'informations pour chaque polluant doivent être à peu près équivalentes. Cependant, certains éléments vont aller à l'encontre de cet équilibre. D'abord, certains polluants sont connus depuis plus longtemps, on a donc plus d'informations à leur sujet, et de ce fait on est plus certain de leur pouvoir pathogène. Ainsi, étant très documentée, la toxicité du plomb est

décrite sur un nombre plus important de diapositives. Ensuite, un autre polluant, le monoxyde de carbone, a des effets immédiats et entraîne un nombre important d'accidents et de décès chaque année qui pourraient facilement être évités. C'est pourquoi il est intéressant d'insister sur les mesures de prévention. A l'inverse, pour certains polluants, il existe, à ce jour, peu de documentation, c'est le cas des PCCC.

THESE SOUTENUE PAR : Héloïse DEBEAUX

TITRE : LA POLLUTION DE L'AIR INTERIEUR – DIAPORAMA

CONCLUSION

Nous passons en moyenne 80% de notre temps à l'intérieur d'un bâtiment. Il est fondamental de s'intéresser à la qualité de l'air que l'on y respire. Le but de mon travail de thèse est de réaliser un diaporama sur la pollution de l'air intérieur à destination des étudiants en premier cycle universitaire et du grand public. Ce diaporama comprend d'abord une brève partie sur les raisons de se préoccuper de la pollution de l'air intérieur. Puis l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur y est présenté. Cet organisme a publié la liste des polluants les plus préoccupants pour la santé retrouvés dans l'air intérieur. Les polluants de cette liste sont ceux étudiés dans le diaporama. Dans la présentation, ils sont classés en fonction de leur principale source d'émission. Ce qui amène à l'élaboration de six parties : la combustion, les matériaux de construction, les objets qui nous entourent, les produits d'entretien, les polluants venant de l'extérieur et les polluants d'origine biologique. Pour chaque polluant, on retrouve son pouvoir cancérigène, ses sources possibles dans les locaux et les conséquences de son exposition sur la santé. A la fin de la présentation, un point sur le syndrome des habitats malsains est réalisé. Le diaporama comporte 68 diapositives de façon à être présenté lors d'un cours durant une

heure et trente minutes. Les informations qu'il contient ont été sélectionnées et énoncées de manière à être comprises par un large public.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Grenoble, le 8 Nov 2010

LE DOYEN



Professeur Renée GRILLOT



LE PRESIDENT DE LA THESE

Professeur Vincent DANIEL



Bibliographie

Article de périodique :

1. Kirchner S, Arenes JF, Cochet C et al. Etat de la qualité de l'air dans les logements français. Environnement, risques & santé, 2007, **6** : 259-269.

Documents :

2. Brosselin P. Environnement domestique. AFSSET, décembre 2005
3. CIRC. Monographies du CIRC sur l'évaluation des risques de cancérogénicité pour l'homme Listes des évaluations du CIRC. 2010. Consultation à l'adresse suivante : <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsAlphaOrder.pdf>
4. Comité d'étude des polluants organiques persistants. Paraffines chlorées à chaîne courte. Juillet 2008. Consultation à l'adresse suivante : chm.pops.int
5. INERIS. Fiche toxicologique Acétaldéhyde. Mise à jour le 10/09/2008. Consultation à l'adresse suivante : www.ineris.fr
6. INERIS. Fiche toxicologique Aldrine. Mise à jour le 23/05/2008. Consultation à l'adresse suivante : www.ineris.fr
7. INERIS. Fiche toxicologique Benzène. Mise à jour le 21/03/2006. Consultation à l'adresse suivante : www.ineris.fr
8. INERIS. Fiche toxicologique Dieldrine. Mise à jour le 27/05/2008. Consultation à l'adresse suivante : www.ineris.fr
9. INERIS. Fiche toxicologique Formaldéhyde. Mise à jour le 25/02/2010. Consultation à l'adresse suivante : www.ineris.fr
10. INERIS. Fiche toxicologique Plomb et ses dérivés. Mise à jour le 03/02/2003. Consultation à l'adresse suivante : www.ineris.fr
11. INERIS. Fiche toxicologique Tétrachloroéthylène. Mise à jour le 25/09/2008. Consultation à l'adresse suivante : www.ineris.fr

12. INERIS. Fiche toxicologique Toluène. Mise à jour le 08/11/2005.
Consultation à l'adresse suivante : www.ineris.fr
13. INERIS. Fiche toxicologique Trichloroéthylène. Mise à jour le 07/03/2005. Consultation à l'adresse suivante : www.ineris.fr
14. INERIS. Les substances dangereuses prioritaires de la directive cadre sur l'eau Fiches de données technico-économiques. Janvier 2005.
Consultation à l'adresse suivante : www.ineris.fr
15. INRS. Fiche toxicologique FT 103 2-méthoxyéthanol. 2010.
Consultation à l'adresse suivante : www.inrs.fr
16. INRS. Fiche toxicologique FT 116 Dichlorvos. 2007. Consultation à l'adresse suivante : www.inrs.fr
17. INRS. Fiche toxicologique FT 120 Acétaldéhyde. 2004. Consultation à l'adresse suivante : www.inrs.fr
18. INRS. Fiche toxicologique FT 133 Monoxyde d'azote Peroxyde d'azote. 2006. Consultation à l'adresse suivante : www.inrs.fr
19. INRS. Fiche toxicologique FT 161 Phtalate de cis(2-éthylhexyle). 2004. Consultation à l'adresse suivante : www.inrs.fr
20. INRS. Fiche toxicologique FT 189 Dieldrine. 2007. Consultation à l'adresse suivante : www.inrs.fr
21. INRS. Fiche toxicologique FT 22 Trichloroéthylène. 2008.
Consultation à l'adresse suivante : www.inrs.fr
22. INRS. Fiche toxicologique FT 221 1-Méthoxy-2-propanol et son acétate. 2010. Consultation à l'adresse suivante : www.inrs.fr
23. INRS. Fiche toxicologique FT 29 Tétrachloroéthylène. 2004.
Consultation à l'adresse suivante : www.inrs.fr
24. INRS. Fiche toxicologique FT 47 Monoxyde de carbone. 2009.
Consultation à l'adresse suivante : www.inrs.fr
25. INRS. Fiche toxicologique FT 49 Benzène. 2007. Consultation à l'adresse suivante : www.inrs.fr

26. INRS. Fiche toxicologique FT 58 2-éthoxyéthanol. 2010. Consultation à l'adresse suivante : www.inrs.fr
27. INRS. Fiche toxicologique FT 59 Le plomb et ses composés minéraux. 2006. Consultation à l'adresse suivante : www.inrs.fr
28. INRS. Fiche toxicologique FT 7 Aldéhyde formique et solution aqueuse. 2004. Consultation à l'adresse suivante : www.inrs.fr
29. INRS. Fiche toxicologique FT 74 Toluène. 2008. Consultation à l'adresse suivante : www.inrs.fr
30. INRS. Fiche toxicologique FT 76 2-butoxyéthanol. 2005. Consultation à l'adresse suivante : www.inrs.fr
31. IRSN. Carte des activités volumiques du radon dans les habitations. 2000. Consultation à l'adresse suivante : www.irsn.fr
32. Mosqueron L, Nedllec V. Hiérarchisation sanitaire des paramètres mesurés dans les bâtiments par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (novembre 2001). Consultation à l'adresse suivante : http://www.air-interieur.org/userdata/documents/Document_14.pdf
33. Mosqueron L, Nedllec V. Hiérarchisation sanitaire des paramètres d'intérêt pour l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur : application aux phtalates, paraffines chlorées à chaîne courte, organo-étains, alkyl phénols et retardateurs de flamme bromés (juillet 2005). Consultation à l'adresse suivante : http://www.air-interieur.org/userdata/documents/Document_13.pdf
34. OQAI. Campagne nationale logements Etat de la qualité de l'air dans les logements français Rapport final (mai 2007). Consultation à l'adresse suivante : <http://www.air-interieur.org/oqai.aspx?idarchitecture=26&idpage=32&Country=>
35. OQAI. Etat de la ventilation dans le parc de logements français (juin 2009). Consultation à l'adresse suivante : <http://www.air-interieur.org/oqai.aspx?idarchitecture=26&idpage=32&Country=>
36. WHO. WHO air quality guidelines for Europe, 2nd edition. 2000. Consultation à l'adresse suivante : http://www.euro.who.int/air/activities/20050223_4 (Fiches consultées :

benzène, dioxyde d'azote, formaldéhyde, monoxyde de carbone, particules, plomb, radon, tétrachloroéthylène, toluène, trichloroéthylène)

Livres :

37. Gérin M, Gosselin P, Cordier S, Viau C, Quénel P, Dewailly E. Environnement et santé publique Fondements et pratiques, Edisem, Québec, 2003
38. Mear G. Nos maisons nous empoisonnent Guide pratique de l'air pur chez soi, Terre vivante, Mens, 2003, 2009

Sites internet :

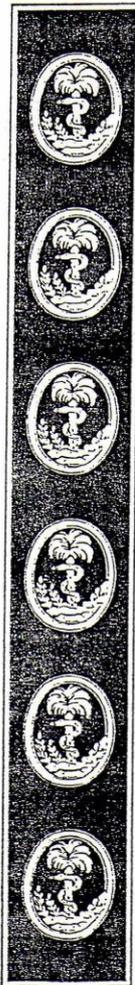
39. La base de données française de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction. www.inies.fr
40. L'Observatoire de la qualité de l'air intérieur. www.air-interieur.org
41. Ministère de la santé et des sports. Le tabagisme passif. www.tabac-info-service.fr, consulté le 18 septembre 2010

Textes officiels :

42. Article R.131-31 du code de la construction et de l'habitation (JO 30 novembre 2008)
43. Décret n°88-683 du 6 mai 1988 relatif à l'utilisation des mousses urée-formol dans les locaux à usage d'habitation ou destinés à une occupation humaine permanente ou semi-permanente (JORF 8 mai 1988)



Serment des Apothicaire



Je jure, en présence des maîtres de la faculté, des conseillers de l'ordre des pharmaciens et de mes condisciples :

D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.

D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine ; en aucun cas je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobres et méprisé de mes confrères si j'y manque.