



Université de La Rochelle

Laboratoire d'Etude des Phénomènes de Transfert
et de l'Instantanéité: Agro-industrie et Bâtiment



Qualité de l'air Intérieur

Des avancées significatives et beaucoup
de questions en suspens

P. Blondeau

ICEB Café, Paris, 28 Janvier 2009

Organisation de la présentation

■ **Contexte et enjeux
de la qualité de l'air intérieur**

■ **Polluants des bâtiments & Etat de
la pollution dans les logements**

■ **Les techniques et systèmes d'épuration
pour améliorer la qualité de l'air intérieur**

■ **Systemes actifs : photocatalyse, ionisation**

■ **Solutions passives : matériaux, plantes**



Contexte et enjeux de la QAI

Un concept en mutation

■ Historiquement : Problème de la QAI = maîtrise de 2 polluants

■ Bio-effluents ⇒ Inconfort olfactif

■ Humidité ⇒ Confort thermique

⇒ Aspects sanitaires
(moisissures, acariens, ...)

⇒ Préservation du bâti
(condensation)

■ **Solution = Ventilation** : renouveler l'air intérieur
par de l'air extérieur propre (sic !)



Contexte et enjeux de la QAI

Un concept en mutation

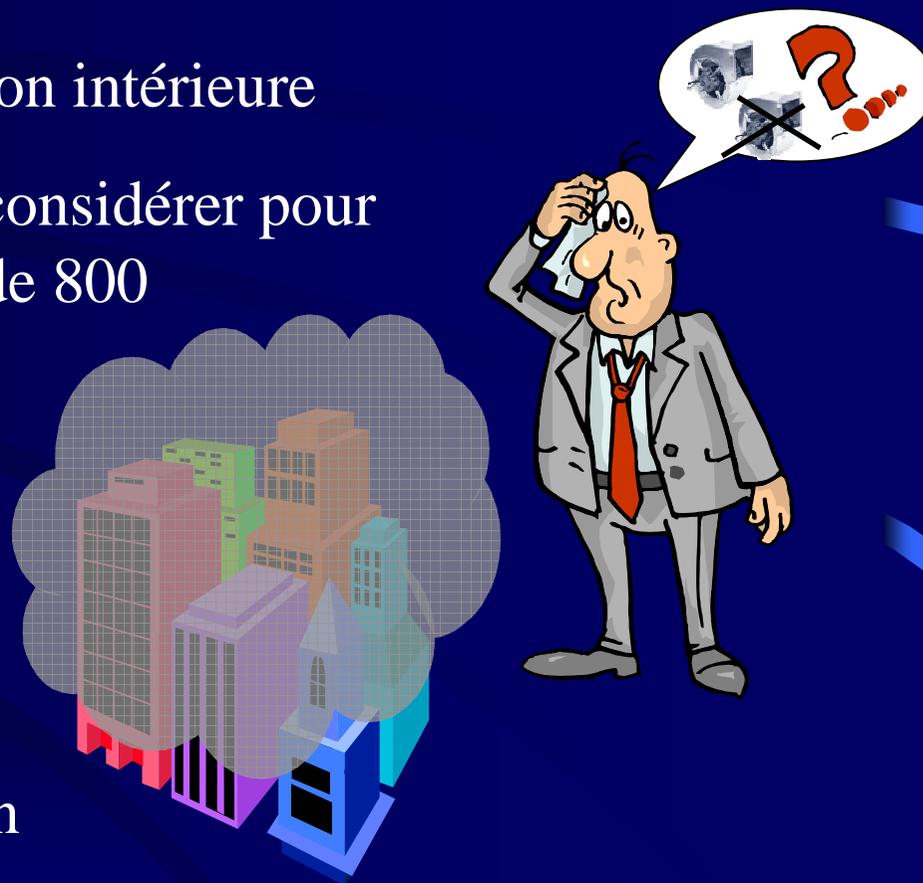
■ Depuis quelques années, remise en question de ce concept de qualité de l'air intérieur pour 2 raisons :

■ Nombreuses sources de pollution intérieure

⇒ Davantage de polluants à considérer pour l'analyse de la QAI (plus de 800 substances chimiques et agents biologiques recensés à ce jour)

■ Pollution de l'air extérieur

⇒ La ventilation peut aussi être un vecteur de pollution des bâtiments

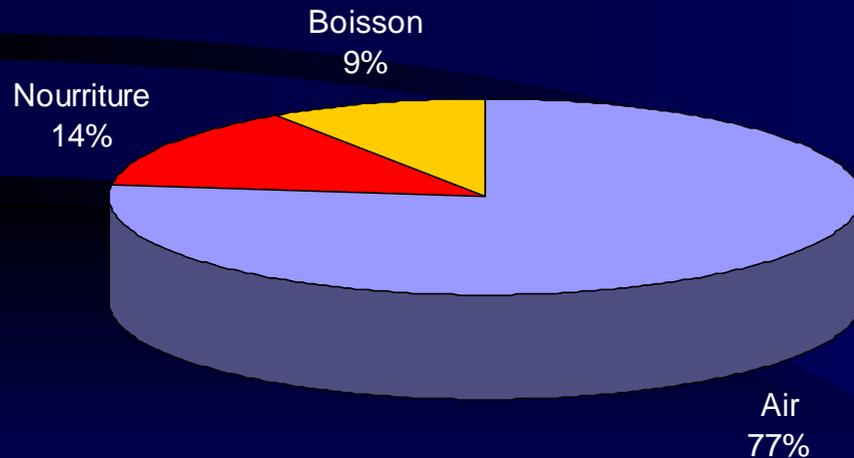


Contexte et enjeux de la QAI

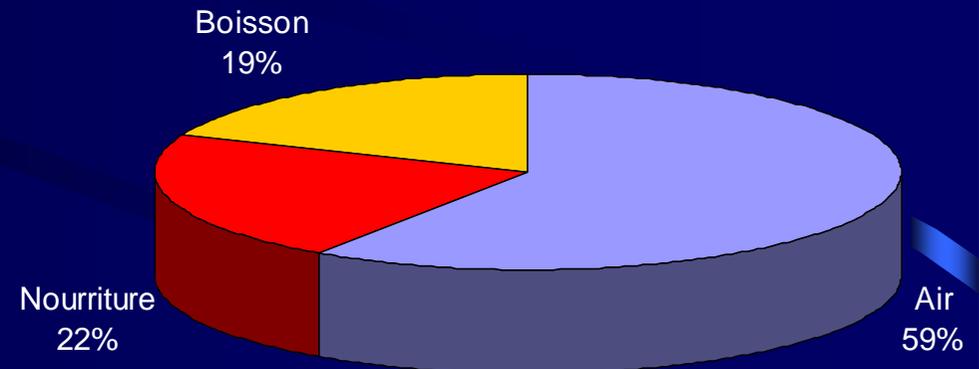
Enjeux sanitaires

Répartition des différentes voies d'exposition à la pollution

Adultes



Enfants



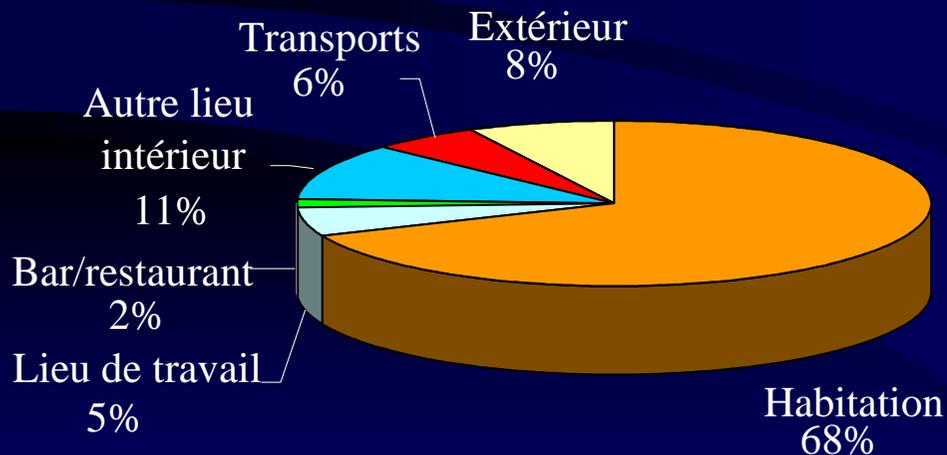
Source : Licari et al, 2005, Children's health and environment - Developing action plans, WHO Europe publications, ISBN 92-890-1374-5

Contexte et enjeux de la QAI

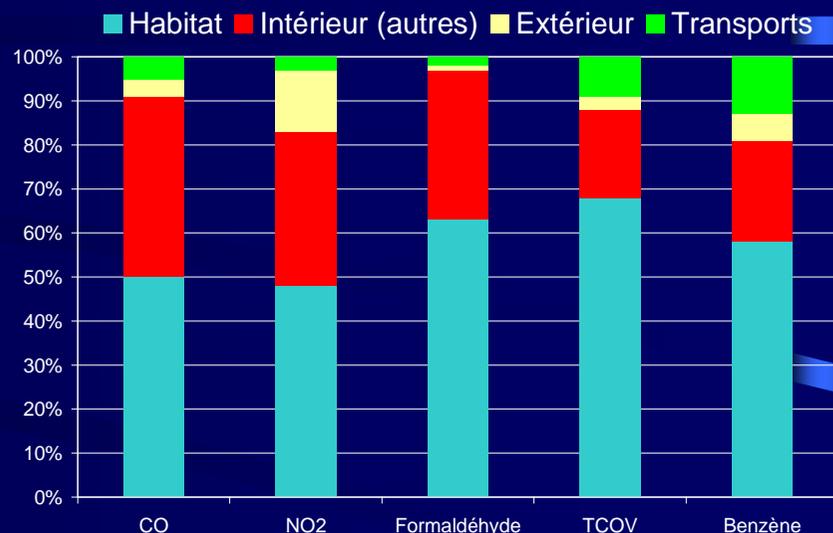
Enjeux sanitaires

Importance de la contribution de la QAI à l'exposition globale des populations

Répartition du temps passé dans différents micro-environnements aux Etats-Unis



D'après Klepeis et al (Journal of exposure analysis and environmental epidemiology, 2001) - échantillon de 9386 personnes de tous âges réparties sur 48 états américains



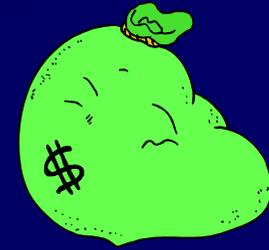
Source : OQAI d'après l'étude de Crump et al, 1999

Distribution de l'exposition moyenne à quelques polluants de l'air

Les citoyens passent près de 90% de leur temps dans des environnements clos

Contexte et enjeux de la QAI

Enjeux économiques



■ La qualité des environnements intérieurs, et plus particulièrement la qualité de l'air intérieur, a un impact économique important

■ Productivité du personnel et absentéisme au travail

« Aux Etats-Unis, les 4 maladies respiratoires les plus communes (incluant rhume et grippe) sont à l'origine de 176 millions de jours d'arrêt de travail »
(Fisk, 2000)

■ Assurance maladie

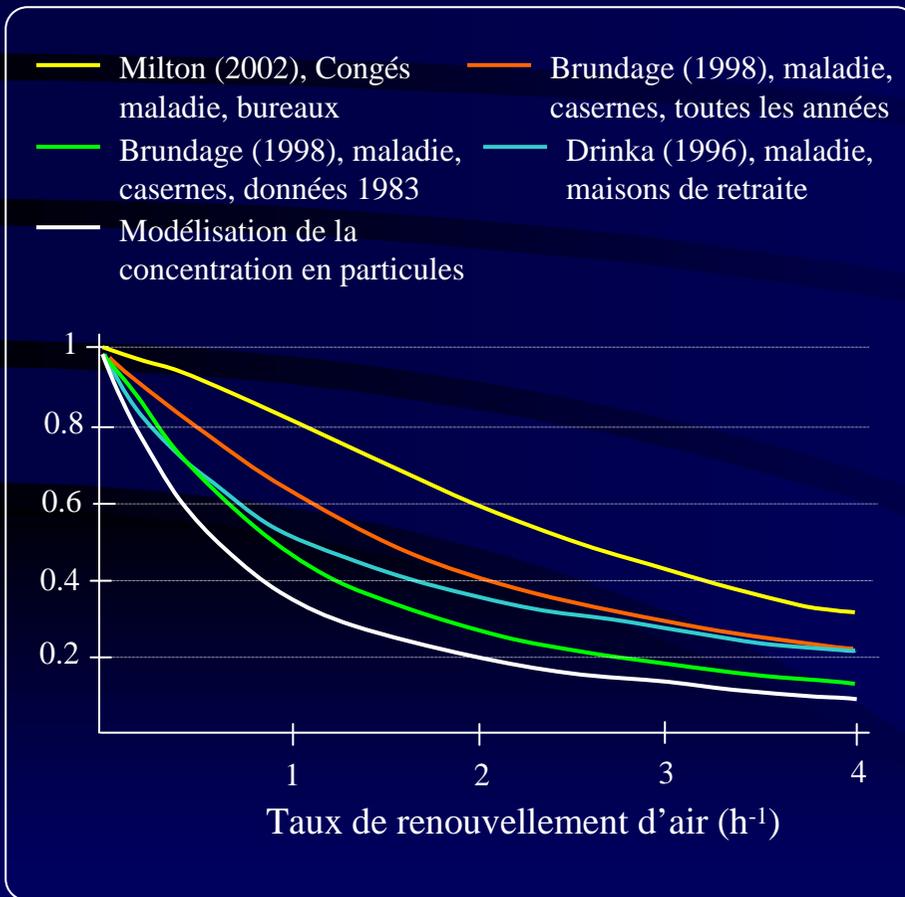
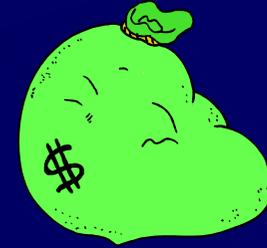
« Aux Etats-Unis, le coût de l'asthme et des allergies respiratoires est évalué à 15 milliards de dollars /an » (Fisk, 2000)



L'humidité ambiante et les concentrations en allergènes peuvent être limitées par une ventilation adaptée, un entretien régulier des bâtiments et/ou la filtration de l'air

Contexte et enjeux de la QAI

Enjeux économiques



Prévalence de la maladie ou des congés maladie par rapport au cas sans ventilation (Fisk et al, 2003)

Equation de Wells-Riley :

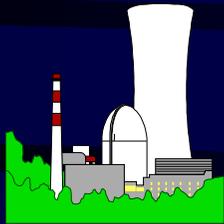
$$P = 1 - \exp\left[-\frac{i p q t}{Q}\right]$$

- P : % de cas déclarés parmi les personnes susceptibles
- i : nombre de sources infectieuses dans l'air
- p : taux de respiration
- q : taux de production des part. infectieuses par les sources
- Q : Taux de renouvellement d'air

Contexte et enjeux de la QAI

Enjeux environnementaux

■ Consommation énergétique des bâtiments



- ▷ En l'absence de système de récupération de chaleur, le renouvellement d'air des bâtiments neufs (RT2005) peut représenter jusqu'à 40% des déperditions totales

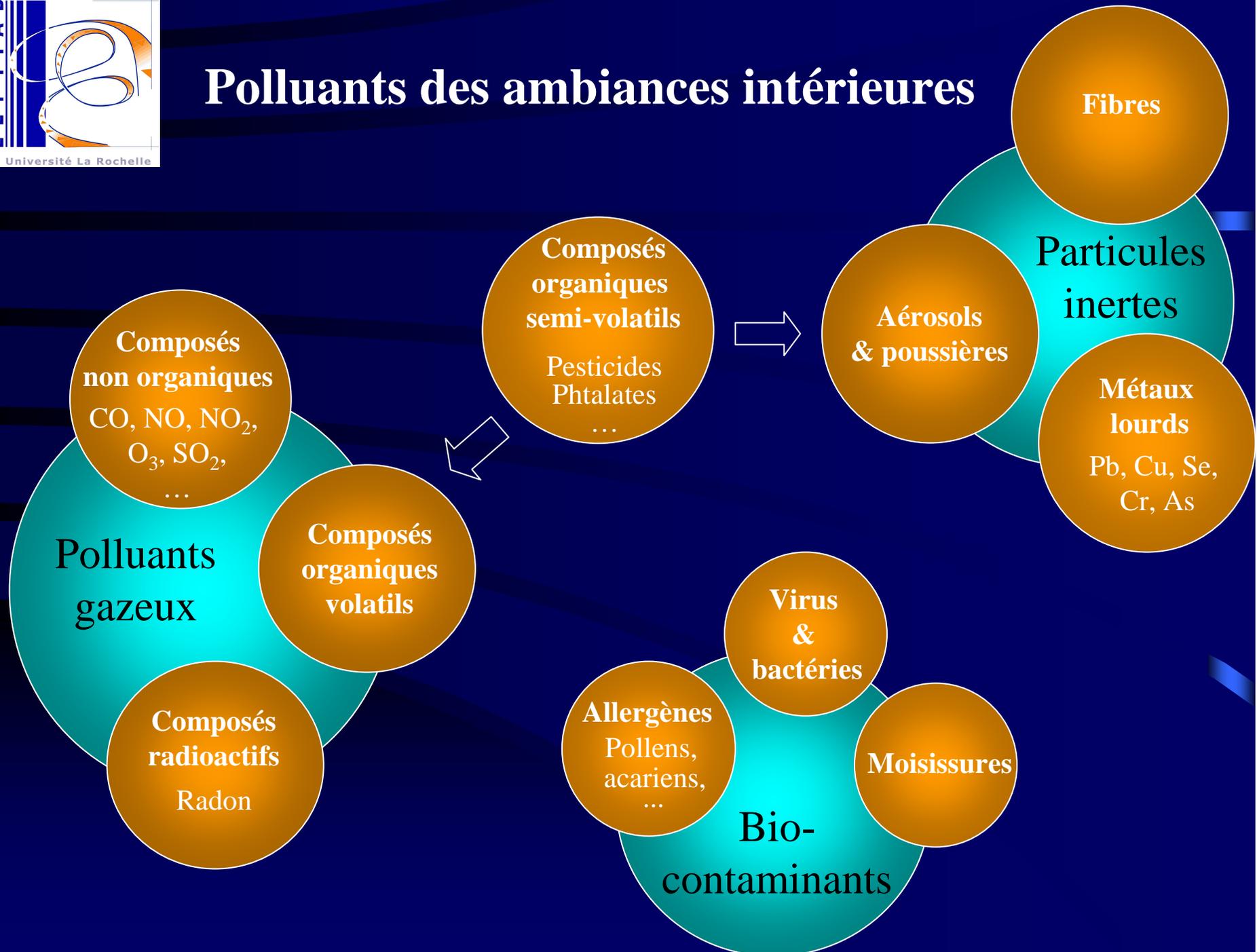


- ▷ Grenelle de l'Environnement fixe comme objectif de diviser par 4 les consommations énergétiques des bâtiments à l'horizon 2050



La diminution du renouvellement d'air est un moyen d'action intéressant \Rightarrow Quid de la QAI ?

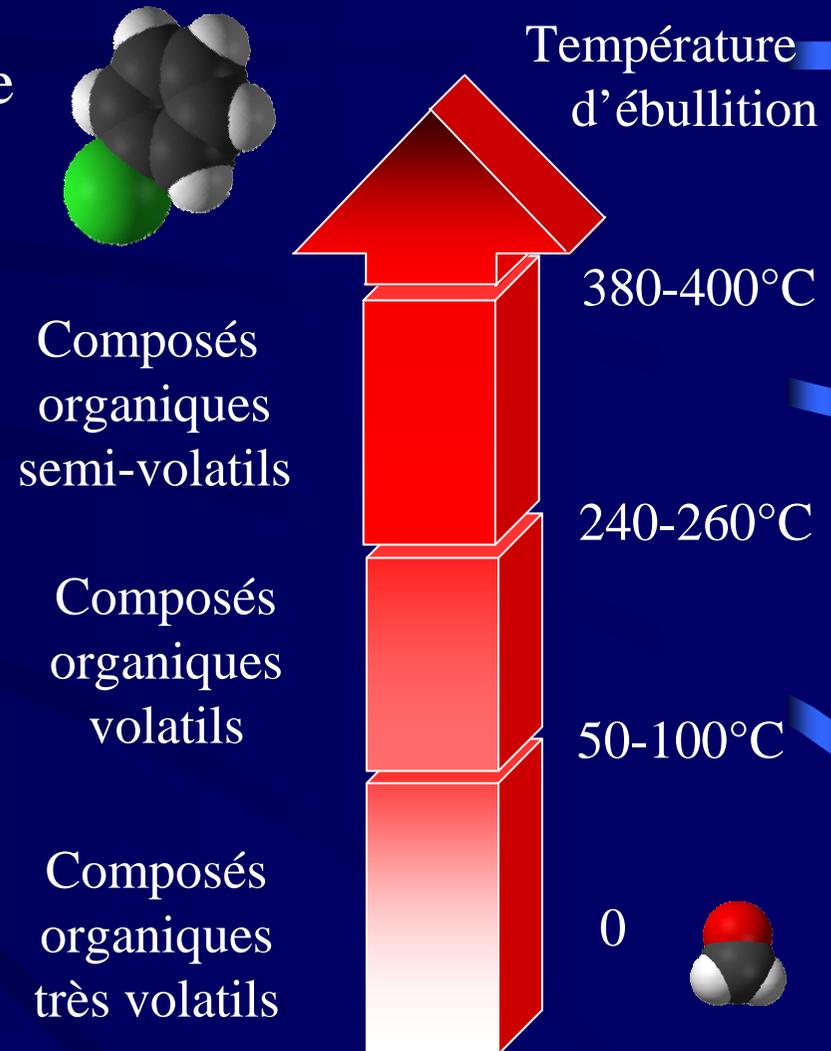
Polluants des ambiances intérieures



Les polluants des ambiances intérieures

Composés organiques volatils (COV)

- Les COV contiennent du carbone, de l'hydrogène, plus éventuellement de l'oxygène ou du chlore
- Plus T_b diminue (P_v augmente), plus le composé est volatil
- 600 composés organiques peuvent potentiellement être considérés comme des polluants de l'air intérieur (Jensen et Wolkoff, 1996)*



Les polluants des ambiances intérieures

Composés organiques volatils (COV)

■ Sources :

- Milieu extérieur (ventilation)
- Combustions (cuisine, tabagisme, ...)
- Appareils d'impression
- Composants d'ordinateurs 
- Moisissures
- Mobilier
- Matériaux de construction et de revêtement
- Produits d'entretien

AUTOPSIE D'UN MEURTRIER



| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| ACÉTALDÉHYDE (irritant des voies respiratoires) | ACIDE CYANHYDRIQUE (était employé dans les chambres à gaz) |
| ACROLÉINE (irritant des voies respiratoires) | * TOLUIDINE |
| ACÉTONE (dissolvant) | AMMONIAC (détergent) |
| NAPHTYLAMINE * | * URÉTHANE |
| MÉTHANOL (carburant pour fusée) | TOLUÈNE (solvant industriel) |
| PYRÈME * | ARSENIC (poison violent) |
| DIMÉTHYLNITROSAMINE | * DIBENZACRIDINE |
| NAPHTALÈNE (antimite) | PHÉNOL |
| NICOTINE (utilisée comme herbicide et insecticide) | BUTANE |
| CADMIUM * (utilisé dans les batteries) | * POLONIUM 210 (élément radioactif) |
| MONOXYDE DE CARBONE (gaz d'échappement) | STYRÈNE |
| BENZOPYRÈNE * | DDT (insecticide) |
| CHLORURE DE VINYLE * (utilisé dans les matières plastiques, diminution de la libido) | * Goudrons (les plus cancérigènes) |
| MERCURE (thermomètre) | PLOMB (essence et gaz d'échappement) |

Lors de sa combustion, la cigarette produit une fumée qui contient environ 4000 substances toxiques (dont au moins 50 cancérigènes). Sur les paquets, seuls goudrons et nicotine sont indiqués. Certains composés proviennent de l'environnement (pesticides, produits radioactifs), d'autres composés sont ajoutés, comme l'ammoniac qui favorise la fixation de la nicotine et la dépendance. Certains plants de tabac sont génétiquement modifiés afin de rendre la nicotine plus « efficace ».

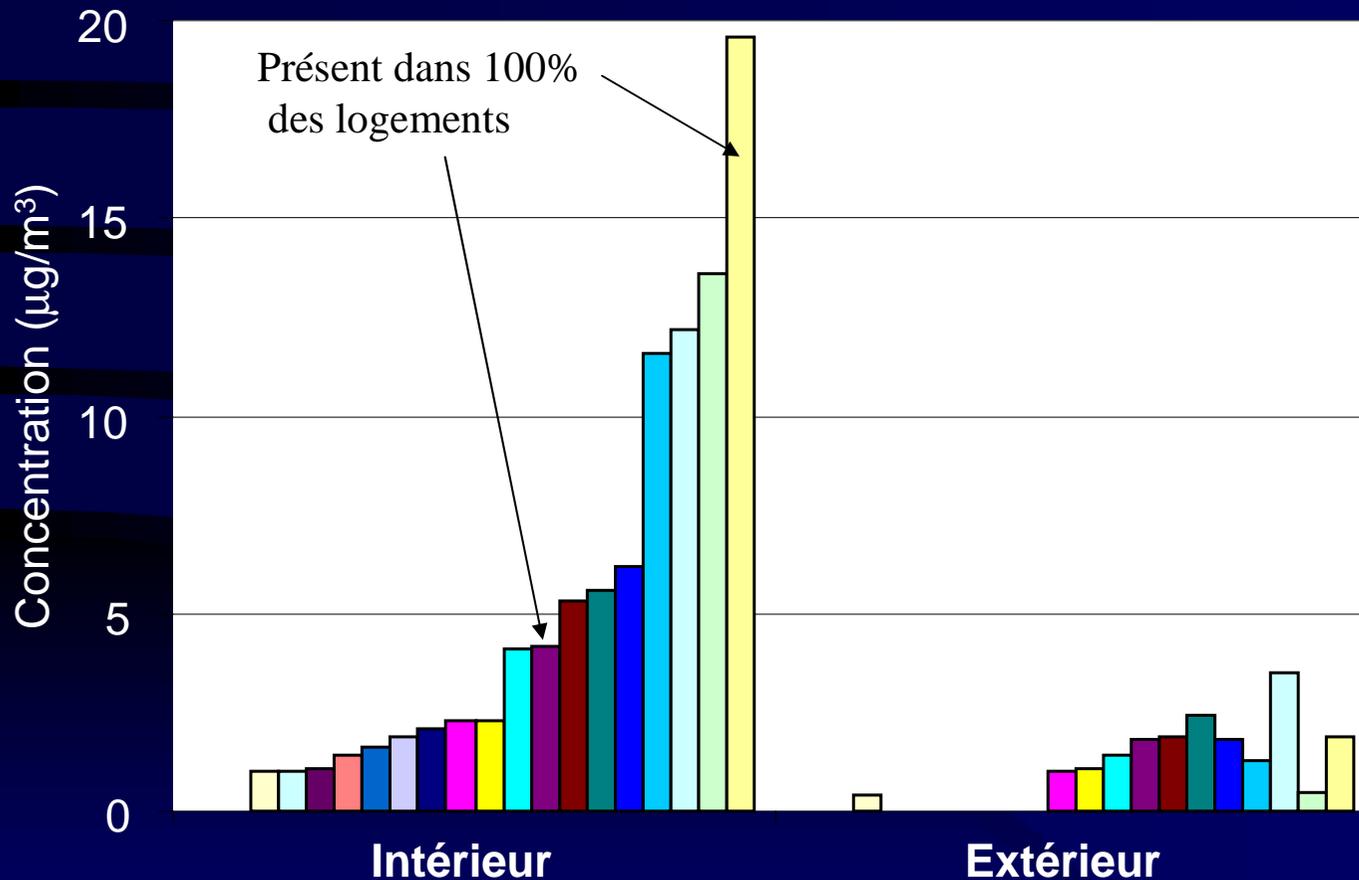
■ SUBSTANCES CANCÉRIGÈNES CONNUES 14, rue Corvisart · 75013 Paris · www.ligue-cancer.net 0610 111 101

CONTRE LE CANCER
LA LIQUE
COMITE

Les polluants des ambiances intérieures

Composés organiques volatils (COV)

Résultats de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur



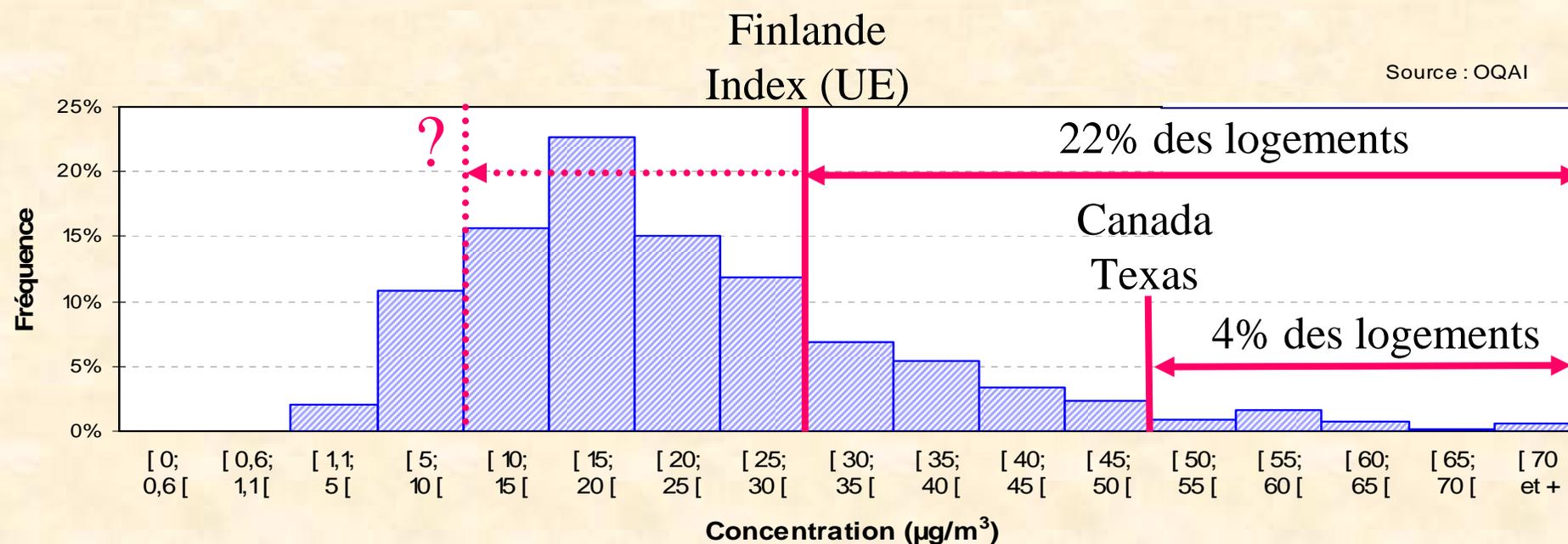
- 2-butoxy-éthylacétate
- 1-méthoxy-2propylacétate
- styrène
- trichloroéthylène
- Acroléine
- tétrachloroéthylène
- 2-butoxyéthanol
- 1 méthoxy2propanol
- Benzène
- Éthylbenzène
- o-xylène
- 1,2,4-triméthylbenzène
- 1,4-dichlorobenzène
- n-décane
- m/p xylène
- n-undécane
- Acétaldéhyde
- toluène
- Hexaldéhyde
- Formaldéhyde

Médiane des concentrations en COV dans 567 logements représentatifs de l'habitat français (source : Kirchner, Journées RSEIN/OQAI, 7&8 Juin 2007)

Les polluants des ambiances intérieures

Composés organiques volatils (COV)

Répartition des concentrations en formaldéhyde dans les 567 logements investigués dans le cadre de l'OQAI (source: Kirchner, 2007)



La valeur proposée de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ concerne une exposition de 30 minutes

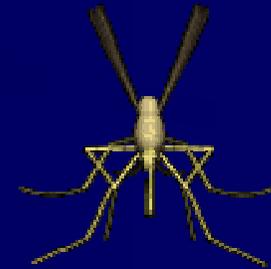
↳ Pour une exposition permanente, la valeur proposée sera plus faible

Les polluants des ambiances intérieures

COSV : les pesticides

■ Il existe de nombreuses sources de pesticides dans les bâtiments

- Milieu extérieur (ventilation)
- Produits phytosanitaires
- Meubles et bois (pesticides imprégnés et utilisés par les habitants)
- Animaux domestiques (traitements anti-parasitaires)
- Insecticides
- Produits d'entretien



Les polluants des ambiances intérieures

COSV : les pesticides



Il existe de nombreuses sources de substances

Enquête 60 millions de consommateurs sur les insecticides ménagers (07-08 2005)

- ▷ Carbamates : *propoxur*⁽¹⁾, *carbaryl*
- ▷ Pyréthrinoides : *Tétraméthrine*, *perméthrine*, *esbiothrine*, *alléthrine*, ...
- ▷ Organo-phosphorés : *Azaméthipos*, *dichlorvos*⁽²⁾, *chlorpyrifos*⁽³⁾, *dimpylate (ou diazinon)* ...
- ▷ Pyrazoles : *Fipronil*⁽⁴⁾
- ▷ Hydrocarbures halogénés (anti-mites) : *paradichlorobenzène*
- ▷ Anticoagulants (rongeurs) : *difénacoum*, *brodifacoum*

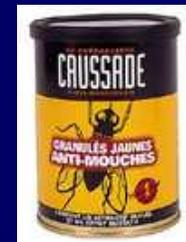


⁽¹⁾ Classé « cancérigène probable pour l'homme » par l'US EPA

⁽²⁾ Un des insecticides ménagers les plus répandus: aérosol, plaquettes anti-moustiques ou diffuseur à brancher sur une prise électrique
Classé 2B : cancérigène possible par le CIRC

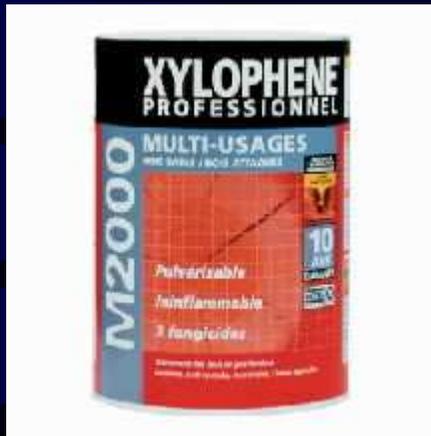
⁽³⁾ Acaricide et insecticide interdit pour l'usage résidentiel depuis 2003 aux Etats-Unis, Interdit en France depuis 2004

⁽⁴⁾ Substance contenue dans les insecticides « tueurs » d'abeilles



Les polluants des ambiances intérieures

COSV : les pesticides



Pesticides organochlorés utilisés pour le traitement des bois

- ▷ Termicides : *aldrine, diedrine, chlordane, ...*
- ▷ Fongicides : *lindane (*), pentachlorophénol, ...*

(* Interdit en France en 1998 mais le pesticide dont les concentrations ambiantes sont les plus élevées dans l'air des logements encore aujourd'hui

Les polluants des ambiances intérieures

COSV : les pesticides

- Particularité des environnements intérieurs : moins de micro-organismes et moins de rayonnement solaire qu'à l'extérieur

⇒ dégradation plus lente qu'à l'extérieur

- Possibilité de trouver dans l'air intérieur des concentrations 5 à 10 fois plus élevées que dans l'air extérieur

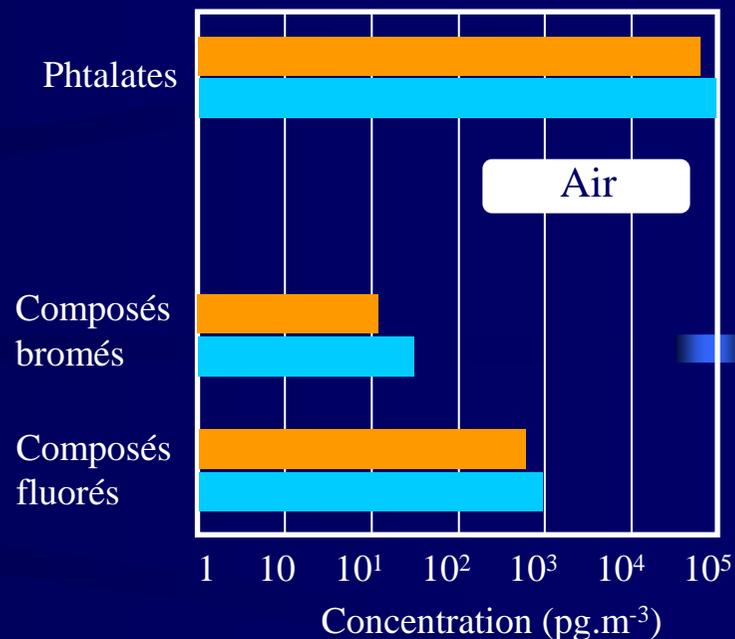


- Pathologie associée aux pesticides

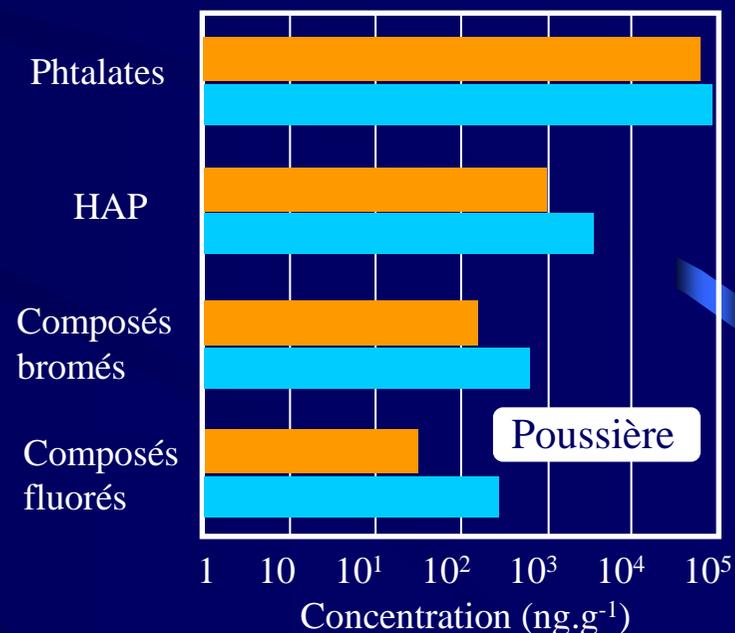
- Cancer (notamment des enfants)
- Perturbation du système hormonal, du système nerveux, du développement du système reproducteur
- Sensibilité chimique multiple (hypersensibilité à diverses substances)

COSV: autres composés

- **Phtalates** : DMP, DEP, DEHP, ...
 Matériaux plastiques souples (revêtement sol, rideau douche, jouets, mobilier, ...), cosmétiques, vernis ongle, parfum, adhésifs
- **Phényl-éthers polybromés (PEPB)**
 Retardateurs de flamme : mousses, tissus, TV, ...
- **Polychlorobiphényles (PCB)**
 Produits d'étanchéité des bâtiments et colles
- **Composés fluorés**
 Produits de construction et de consommation
- **Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)**
 Combustions (trafic, encens, tabagisme, cuisson)
 Produits antimites (boules de naphthaline)



■ Médiane ■ Moyenne



Les polluants des ambiances intérieures

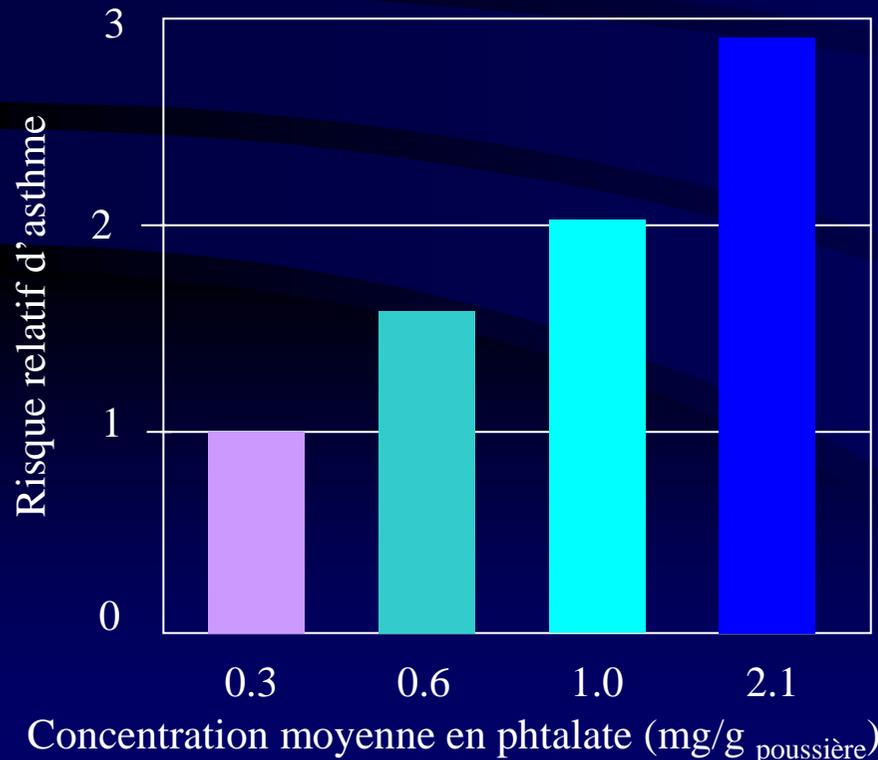
COSV: autres composés



- Les COSV sont une des causes de la recrudescence d'allergies chez les enfants



Augmentation du risque d'asthme chez les enfants en fonction de la quantité de di(2ethylhexyl) phtalate dans la poussière des logements (Bornehag et al, 2003)



Les études montrent notamment une corrélation claire entre eczéma/asthme et concentrations en phtalates dans la poussière des logements

- Les COSV sont aussi suspectés d'être une des causes de diabètes, malformations, obésité...

Les polluants des ambiances intérieures

Acariens

- 5 familles, divisées en 18 genres et 48 espèces
- Mesurent de 250 à 350 μm - 10 à 40 μm pour les particules fécales ⁽¹⁾
- Se nourrissent essentiellement de protéines contenues dans la poussière et de débris humains et animaux ⁽²⁾



⇒ Se développent dans les tapis, moquettes, matelas⁽³⁾, oreillers, le pelage des animaux, les peluches ...

■ Facteurs de survie et développement ⁽⁴⁾



Température

$15^{\circ}\text{C} < T < 35^{\circ}\text{C}$



Humidité

$55\% < \phi < 85\%$



Altitude

$< 1500 \text{ m}$

⁽¹⁾ Durant sa vie, un acarien produit 200 fois le poids de son corps en matières allergisantes !

⁽²⁾ un adulte perd en moyenne 1.5 gramme de peau morte par jour. C'est suffisant pour nourrir environ 1 million d'acariens !

⁽³⁾ Un couple d'acariens peut donner naissance à plus de 200 000 descendants en 4 mois ... un lit peut ainsi contenir jusqu'à 2 millions d'acariens

⁽⁴⁾ Durée vie des acariens = 3 mois dans des conditions optimales, seulement 4 à 11 jours si l'humidité est inférieure à 50%

Les polluants des ambiances intérieures

Biocontaminants - Allergènes

- **Les particules d'acariens sont suffisamment grosses pour ne pas rester longtemps en suspension dans l'air si l'environnement est calme**

▷ La (re)mise en suspension par l'activité humaine contribue énormément à la contamination :

« La concentration dans l'air peut varier dans un rapport de 1 à 1000 entre une ambiance calme et une ambiance agitée » (Kalra et al, 1990)



- **Résultat de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur**

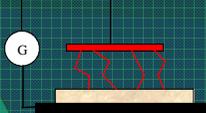
Les concentrations en allergènes d'acariens (Derp1 et Derf1) dans la poussière des matelas sont supérieures au seuil de sensibilisation allergique de $2 \mu\text{g/g}_{\text{poussière}}$ ($\equiv 100$ acariens/g) dans 50% des logements (Kirchner, 2007)

Epuration de l'air – Techniques existantes

Cyclone

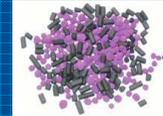


Ionisation négative

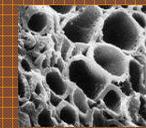


Santé

Adsorption chimique



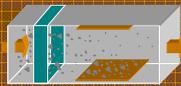
Adsorption physique (*)



Particules

Polluants gazeux

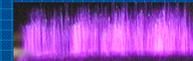
Précipitation électrostatique



Filtration mécanique



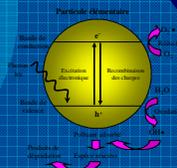
Plasma froid



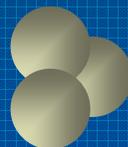
Plasma-photocatalyse

Micro-organismes

Photocatalyse



Ozonation



Rayonnement UV germicide



Captation

Transformation/élimination

(*)Charbon actif, zéolite

Epuration de l'air - Technologies

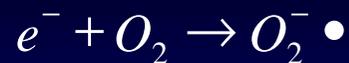
Photocatalyse

Principe

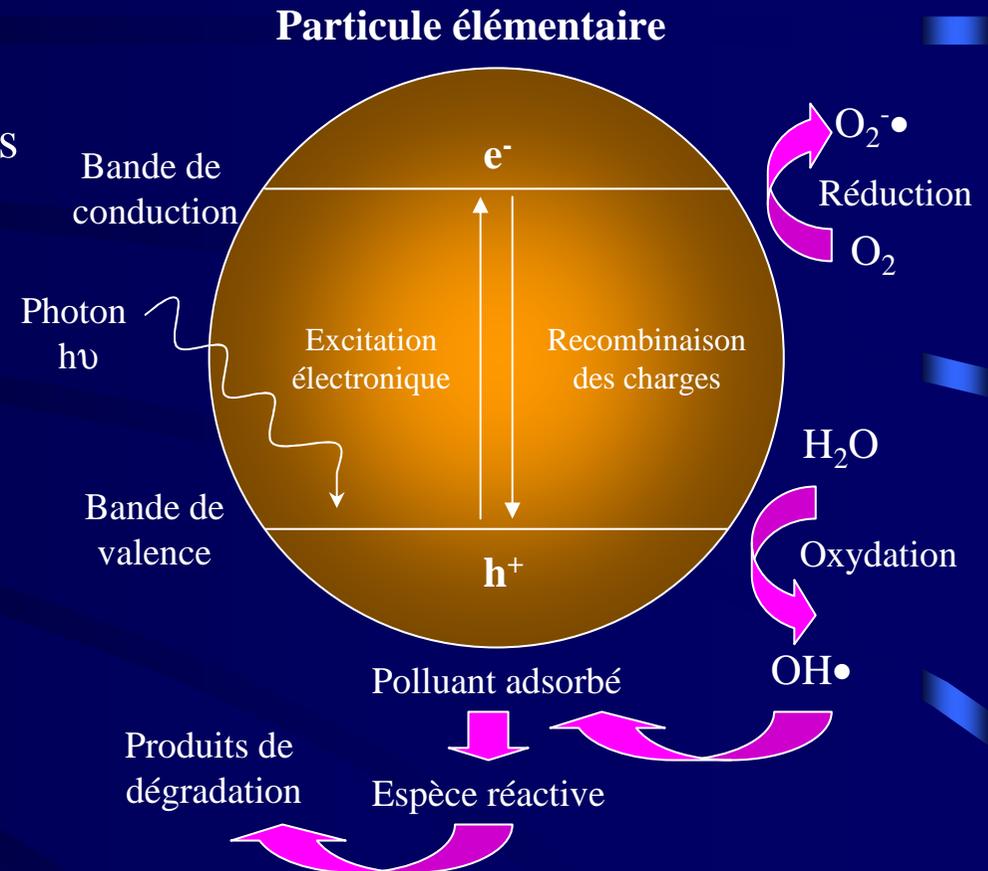
- Production d'électrons et de trous dans un matériau semi-conducteur (TiO_2) par irradiation UV



- Production d'ions superoxydes et hydroxyles à partir de O_2 et H_2O contenus dans l'air



- Minéralisation des molécules organiques

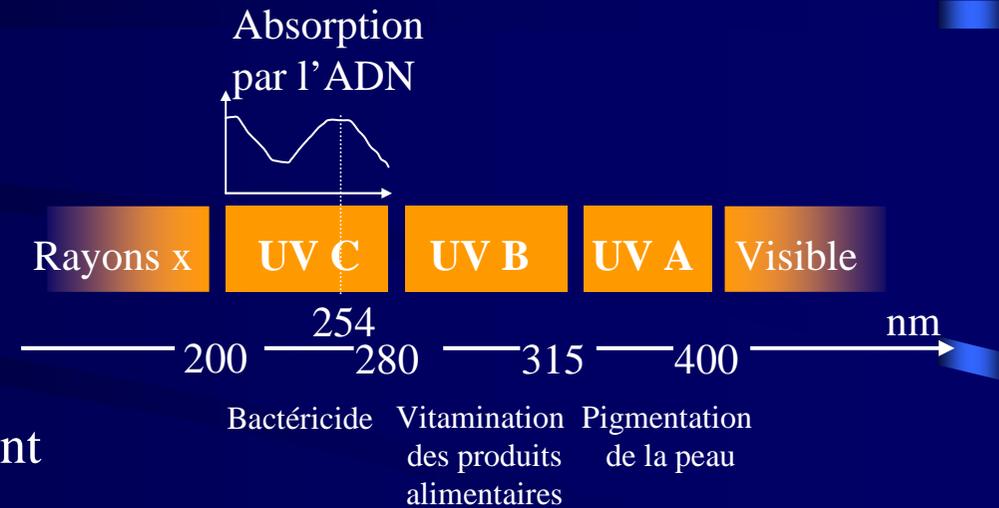


Epuration de l'air - Technologies

Photocatalyse

Atouts photocatalyse

- Opère à température ambiante
- Faible consommation d'énergie
- Elimination possible d'autres polluants
 - ▷ NO₂ et O₃ par photolyse
 - ▷ Bio-contaminants par rayonnement UVgermicide (UVC ≈254 nm)



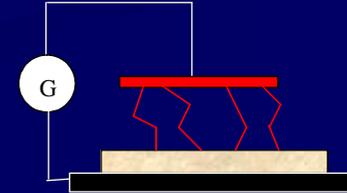
Limites actuelles de la photocatalyse

- Manque de connaissance sur l'efficacité de ces systèmes dans les conditions de fonctionnement réelles (polluants en mélange, humidité fluctuante, ...)
- Production de produits intermédiaires potentiellement plus dangereux pour la santé



Épuration de l'air - Technologies

Ionisation de l'air



■ Ionisation : processus par lequel une molécule électriquement neutre acquiert une charge électrique positive ou négative

■ Les ions existent naturellement dans l'air extérieur comme intérieur

■ Les ions négatifs auraient des bienfaits sur la santé (d'après Déoux & Déoux, 1993)

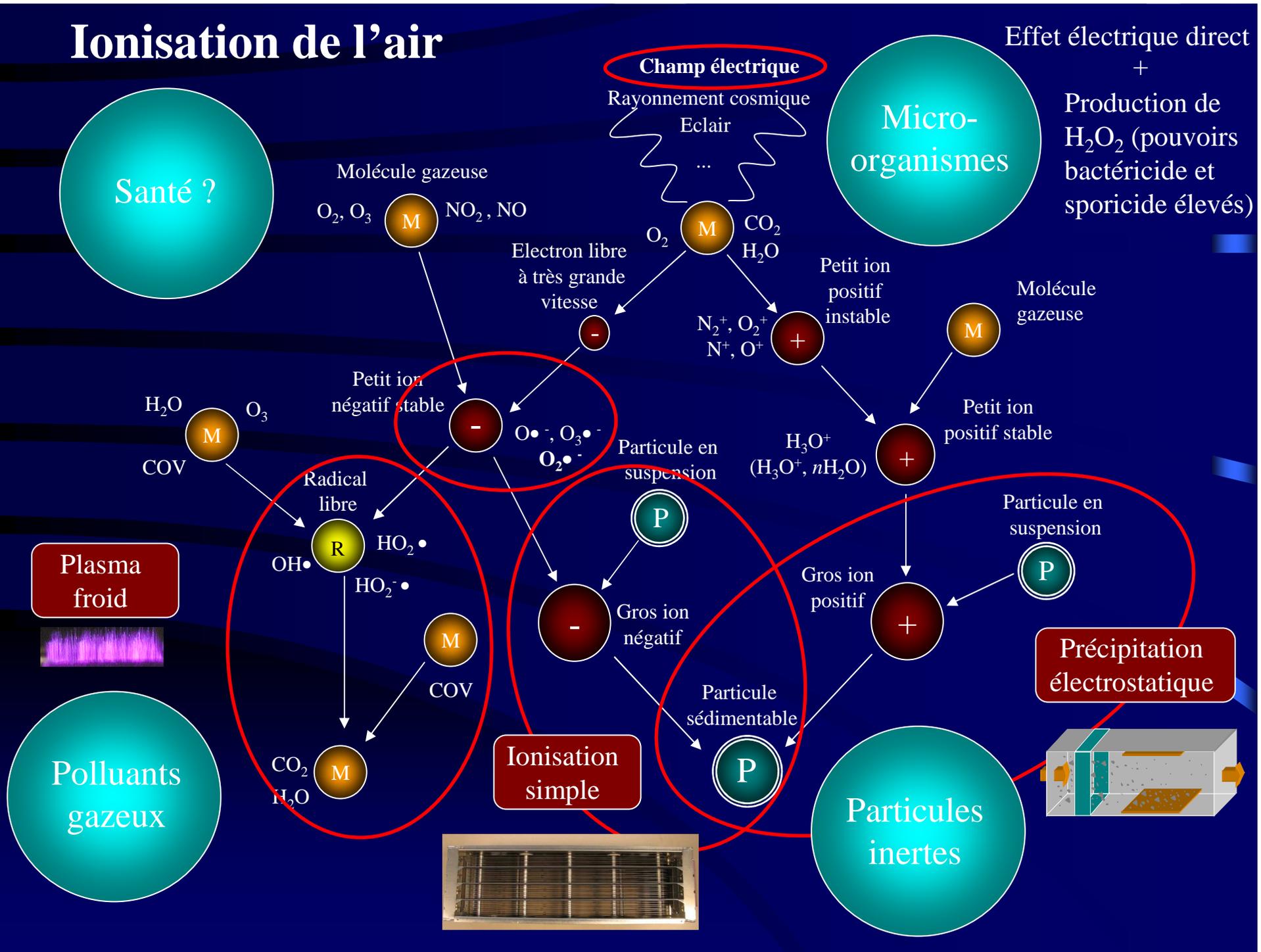
- Stimulation des ondes cérébrales alpha
- Diminution de l'agressivité et de l'anxiété
- Facilité d'apprentissage et de mémorisation

- Sommeil profond et réparateur
- Régulation de la pression artérielle
- ...

Source : Daniels, 2002

| Environnement | Nombre d'ions/cm ³ | |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|
| | Négatifs | Positifs |
| Extérieur temps clair | 200 à 3 000 | 200 à 3 000 |
| Extérieur temps orageux | 14 000 | 7 000 |
| Métro (espace confiné avec décharges électriques) | < 4 | |
| Cigarette dans une pièce (COV et fines particules) | | < 10-100 |

Ionisation de l'air



Epuration de l'air Technologies

■ Les différentes techniques présentées peuvent être intégrés sous forme :

- d'unités de gaines
- d'unités mobiles
- de consoles murales ou de plafonniers

} Epurateurs
d'air



Plafonnier



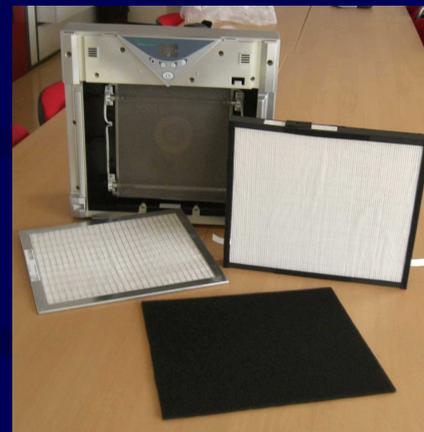
Console murale



Epuration de l'air - Technologies

- Développement d'un protocole normalisé de test des épurateurs d'air domestiques (étude financée par l'ADEME et la DGS)

Epurateur E1



Préfiltre
+ Filtre mécanique (F6)
+ Réacteur photocatalytique
+ Grille métallique

Epurateur E2



Préfiltre métallique
+ Filtre électronique
+ filtre en charbon actif

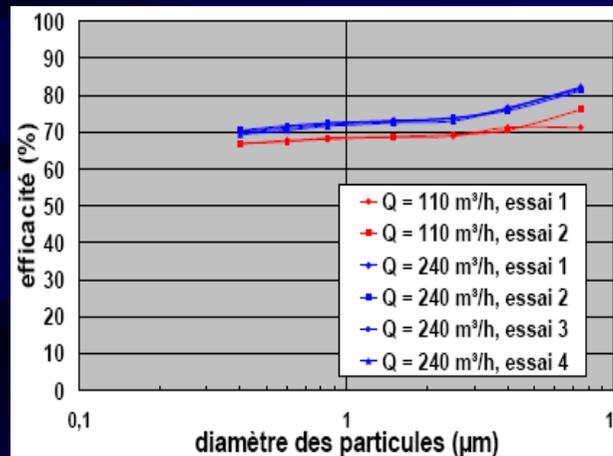


*Banc expérimental mis au point dans
les locaux de TERA Environnement*

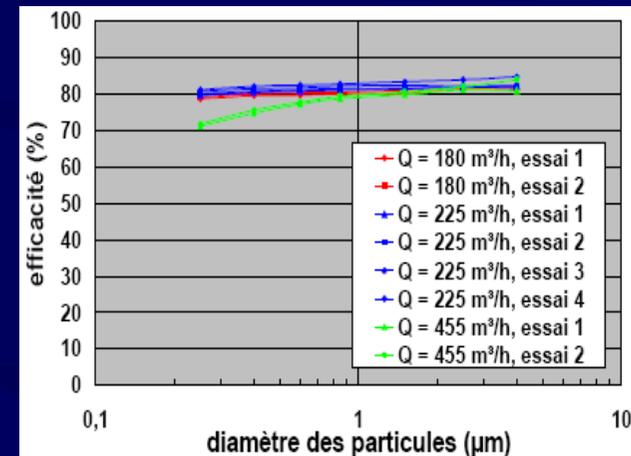
Epuration de l'air - Technologies

- Résultats des tests pour les particules inertes et les gaz (toluène)
 - Les 2 appareils présentent une bonne efficacité de captation des particules

Epurateur E1



Epurateur E2



- L'efficacité d'épuration du toluène est en revanche quasi-nulle dans les 2 cas ($\epsilon < 5\%$)

Matériaux épurateurs d'air



Les techniques d'adsorption et de photocatalyse sont également intégrées aux matériaux pour constituer des solutions d'épuration « passives » des ambiances

■ Matériaux photo-actifs

- Les matériaux photo-actifs sont déjà utilisés dans la construction et l'aménagement urbain (vitrages auto-nettoyants, revêtements routiers)
- Il existe désormais des peintures photo-actives

↳ Peintures imprégnées de pigments photocatalytiques activés par le rayonnement visible (???)



Peinture photocatalytique pour les surfaces intérieures

Matériaux épurateurs d'air

Matériaux adsorbants

On voit aussi apparaître sur le marché des matériaux contenant des adsorbants

- ▷ Dalles de plafond (Knauf Cleaneo)
- ▷ Carreaux de plâtre pour cloisons (Japon)

Il existe deux types d'adsorbants :

▷ Adsorbants physiques

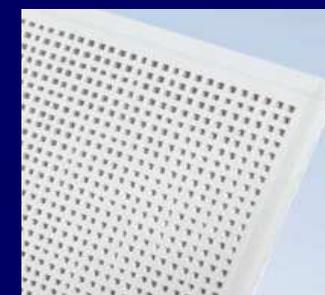
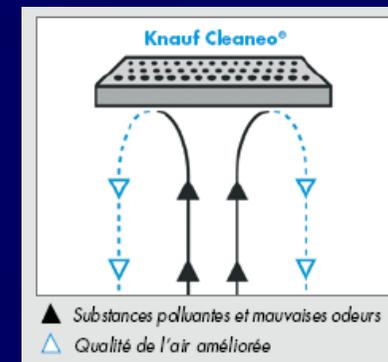
Captation des polluants à la surface des matériaux (pores)

▷ Adsorbants chimiques

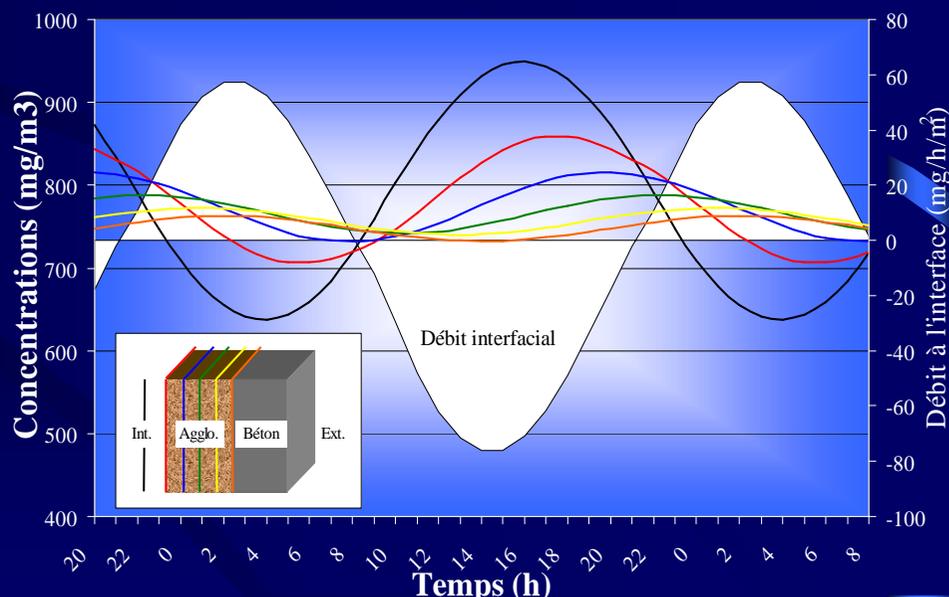
Décomposition des polluants par une réaction chimique de surface (réaction catalytique)



Zéolite



Réponse à une émission interne de type sinusoïdale

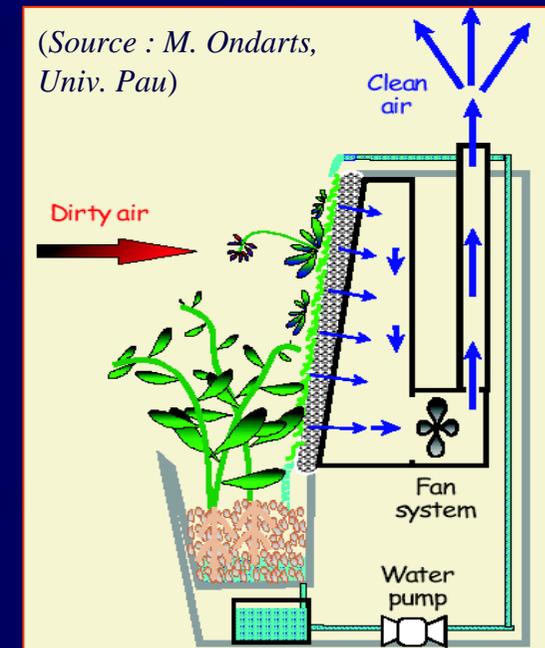


Épuration par les plantes

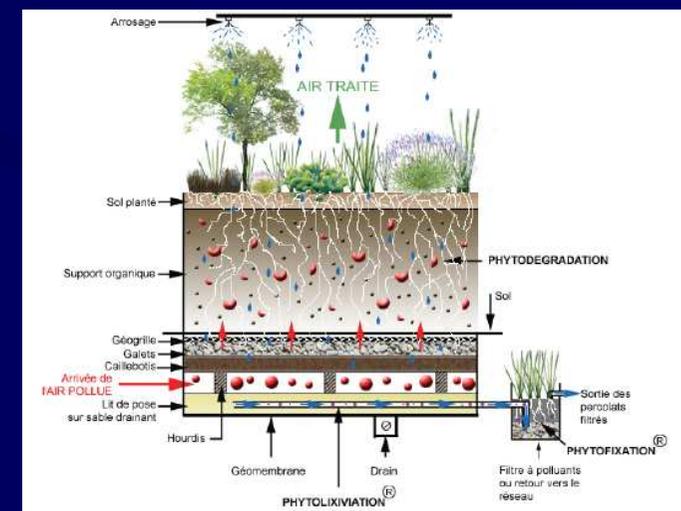
- Premières recherches datent des années 1980 (NASA)
- Une cinquantaine d'espèces de plantes testées à ce jour
- Il existe sur le marché des systèmes de biofiltration (systèmes sol/plantes) pour l'air intérieur
- Différents études ont récemment été menées en France pour caractériser les capacités d'épuration de l'air par les végétaux et leurs paramètres d'influence



Système de filtre percolateur



Système PHYTORESTORE



Épuration par les plantes

Principales conclusions :

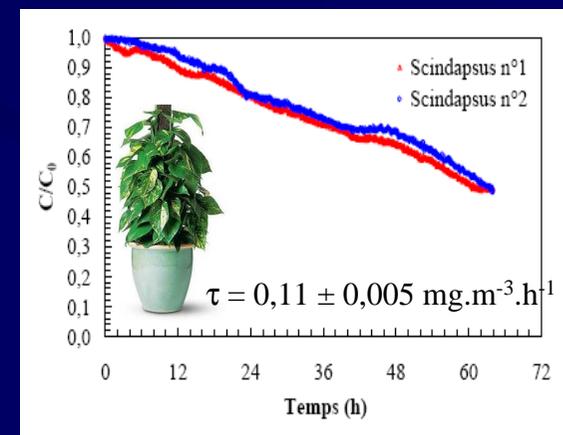
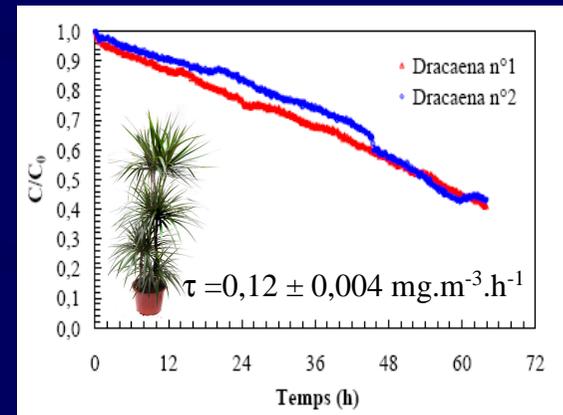
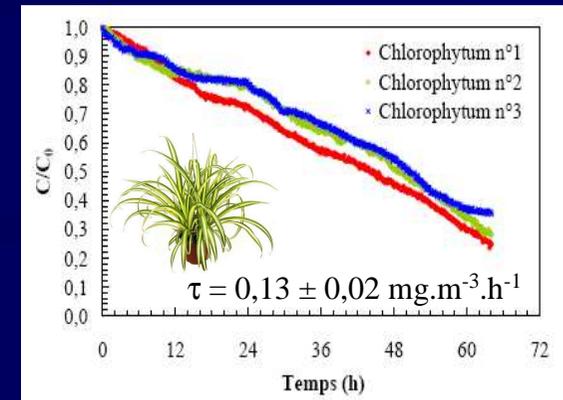
- Les capacités d'épuration par les plantes sont réelles !



Dispositif expérimental utilisé par Bulteau au CSTB de Nantes

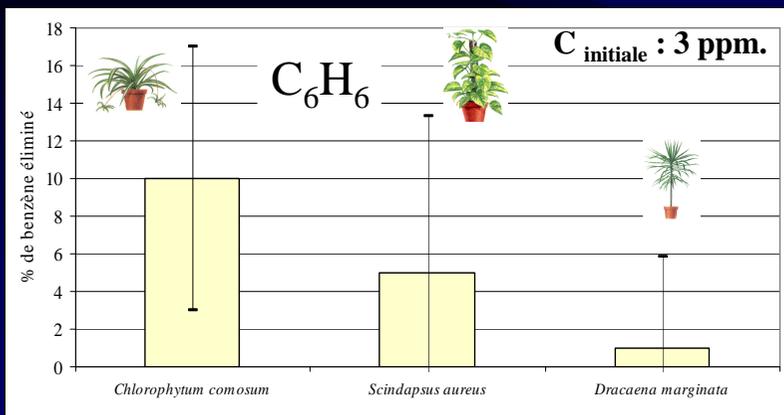
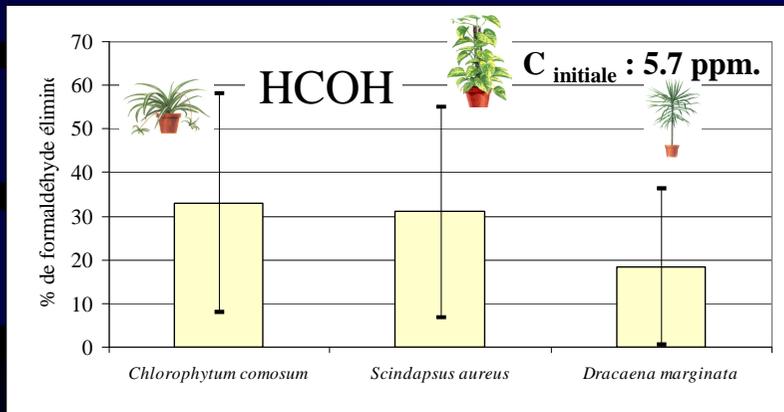
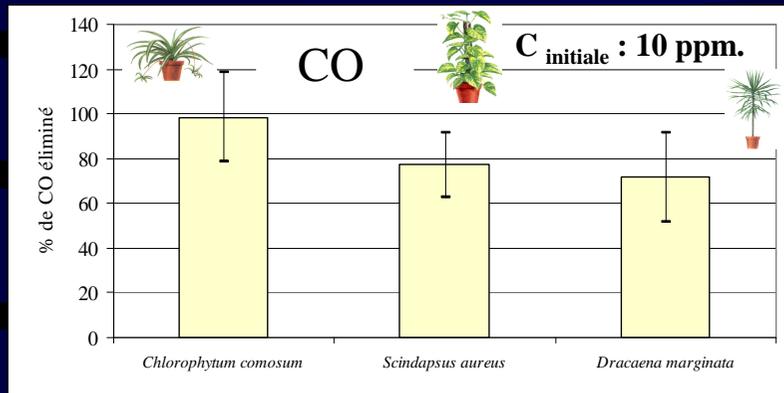
- Les capacités d'épuration varient suivant :
 - les espèces végétales
 - les polluants considérés

Tests toluène, $C_0 = 11,8 \text{ mg/m}^3$
(Bulteau, 2004)



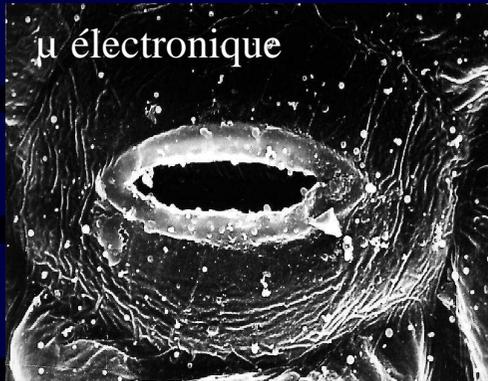
Résultats des performances épuratoires
obtenus lors du programme PHYTAIR
(Cuny et Rzepka, 2007)

Épuration par les plantes

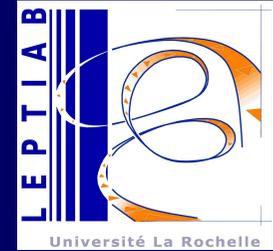


- La surface foliaire et la densité du feuillage influent sur les performances observées sans nécessairement être un paramètre prépondérant
- Le support de culture participe au processus d'épuration, notamment par la présence des micro-organismes
- Les conditions environnementales d'ambiance (température, humidité et luminosité) ont une influence sur la capacité d'épuration

Stomates vues au microscope
(source: Cuny et Rzepka)



Épuration par les plantes



■ Pour aller plus loin ...

■ Nécessité de réitérer les essais:

▷ à des concentrations représentatives des environnements intérieurs

▷ sur des durées beaucoup plus longues

■ Nécessité de développer les connaissances sur les mécanismes physiques ou biologiques qui déterminent la capacité d'épuration des plantes (programme PHYTAIR)

■ Quoi qu'il en soit ...

Les cinétiques de dégradation mesurées montrent que les plantes ne peuvent constituer une solution efficace pour l'amélioration de la qualité de l'air intérieur:

CADR < 0.05 h⁻¹ dans la majorité des cas

0.25 h⁻¹ au maximum (HCOH/Cholorophytum, Bulteau, 2004)

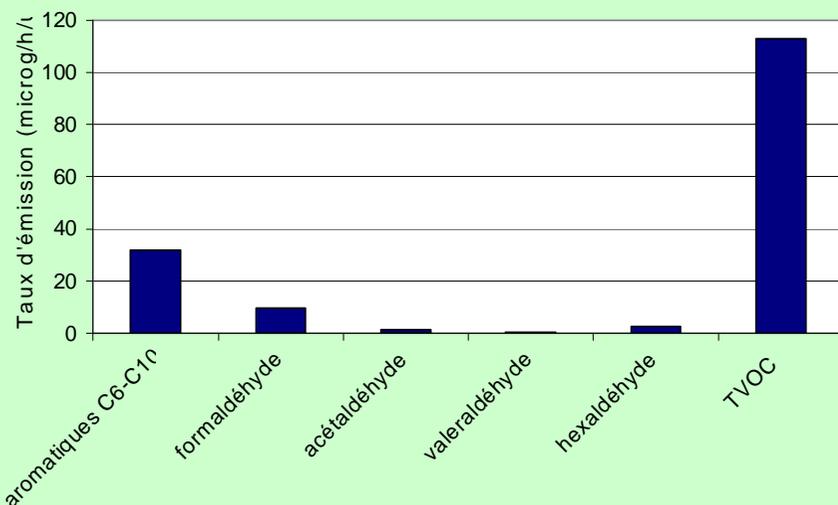
Diapositives en lien hypertexte



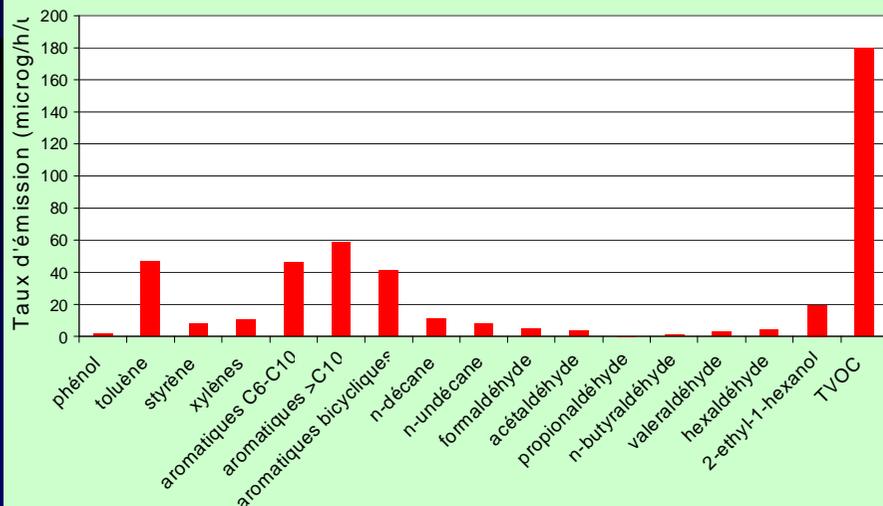
Emission en COV par les ordinateurs



Ordinateur bureau & écran TFT



Ordinateur bureau & écran CRT

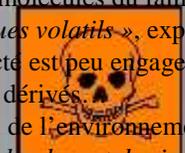


Source : Destailats et al, 2008

Mac Pro, le pépin toxique pour Apple ?

Certains ordinateurs émettraient des vapeurs suspectes. La firme n'a pas encore réagi.

Certains modèles d'ordinateurs Apple émettent des vapeurs toxiques et le géant à la pomme ne pipe mot. Un chercheur du CNRS l'a découvert à ses dépens. En février 2007, le labo du chercheur - qui souhaite rester anonyme - acquiert un Mac Pro pour l'étude de structures de molécules en 3D. Après l'avoir déballé, il repère une forte odeur. Dix jours plus tard, ses yeux, son nez, son larynx sont irrités. « Dès sa mise en route, l'ordinateur a distillé des substances qui, au bout d'une semaine d'utilisation, m'ont provoqué une irritation prononcée de la cornée et des voies respiratoires », raconte-t-il. Même à l'arrêt, l'ordinateur sent. Le biologiste moléculaire contacte alors Apple Care, le service d'assistance aux clients d'Apple, lequel lui envoie un technicien pour changer l'alimentation de l'ordinateur. La puanteur persiste, le chercheur insiste. Apple procède à un échange mais - manque de chance, le second appareil empest de la même façon. Intrigué, notre chercheur commence à farfouiller sur Internet et découvre que son cas est loin d'être isolé. En Allemagne, en Grande-Bretagne, aux Etats-Unis, les forums de discussion regorgent de témoignages. « Odeur de voiture neuve », « de tapis garni de pourriture », « sensations de vertiges », « nausées », « migraines ». On y trouve même de judicieux conseils : « Moi, je travaille les fenêtres ouvertes ». Pugnace, le scientifique contacte Greenpeace qui le renvoie sur un laboratoire d'analyses, Analytica, connu pour avoir débusqué le caractère toxique du pétrole de l'Erika. Analytica piège les molécules du fameux fumet. « Nous avons identifié sept contaminants organiques volatils », explique Bernard Tailliez, patron du labo. Le cocktail détecté est peu engageant puisqu'il s'agit notamment de styrène, de benzène et de ses dérivés. Libération a fait passer l'étude à l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Inéris). « Ces substances sont pour la plupart des irritants des yeux, de la peau et des voies respiratoires, ce qui peut entraîner des signes cliniques lors d'expositions aiguës. Certains sont nocifs ou toxiques par voie orale, mais là, il s'agit d'inhalation », analyse Sylvie Tissot, toxicologue à l'Inéris. Donc, a priori, pas de risque. Toutefois, une molécule pose problème. « Le benzène peut avoir des effets sur la moelle osseuse. Imaginons qu'une personne travaille huit heures par jour pendant deux mois en inspirant de telles vapeurs, des personnes sensibles pourraient très bien développer des leucémies », affirme Annie Leszkowicz, experte en risque chimique auprès de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail...



Article paru le 26/09/2008



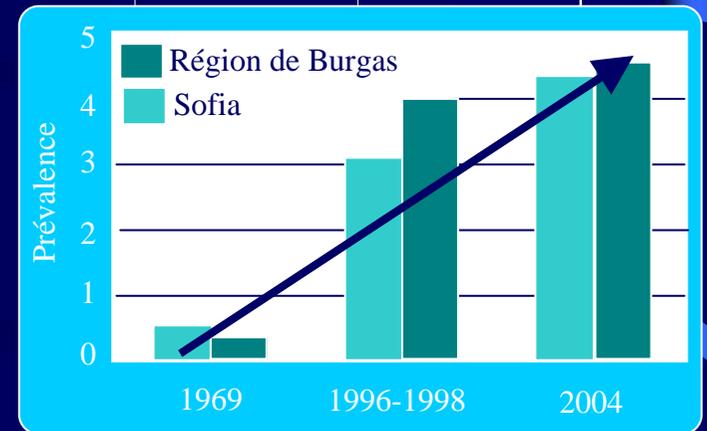
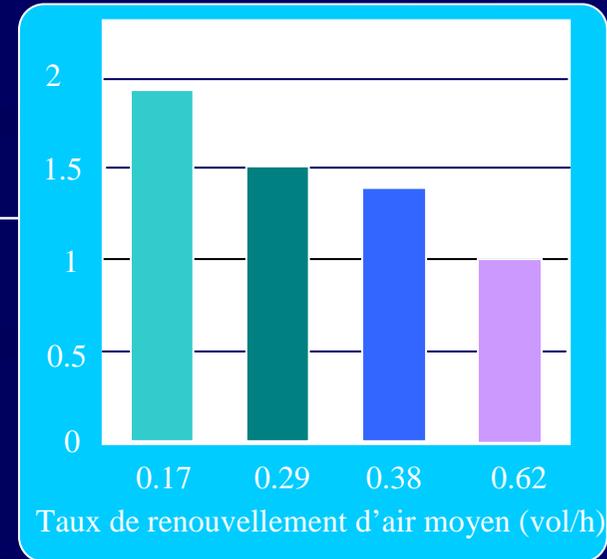
Probabilité pour un enfant de ressentir au moins 2 des 3 symptômes suivants : eczema, rhinite, respiration sifflante, en fonction du taux de renouvellement d'air de la maison (Bornehag et al, 2003)



Source: ISAAC steering committee, 1998



Evolution de la prévalence de l'asthme en Bulgarie (étude ALLHOME 2)



Prévalence de l'asthme chez les 13/14 ans - Etude ISAAC, 1995/1996