



Observatoire de la qualité de l'air intérieur



**CSTB**  
le futur en construction

# Observatoire de la qualité de l'air intérieur

Société de Médecine et de Santé au Travail  
Annecy, 18 juin 2010

**Séverine KIRCHNER, CSTB**



Observatoire de la qualité de l'air intérieur



**CSTB**  
le futur en construction

# L'air est-il respirable ?

**FUMÉE DE TABAC ENVIRONNEMENTALE**

**AMIANTE**

**LÉGIONELLES**

**RADON**

**MONOXYDE DE CARBONE**

**FORMALDÉHYDE**

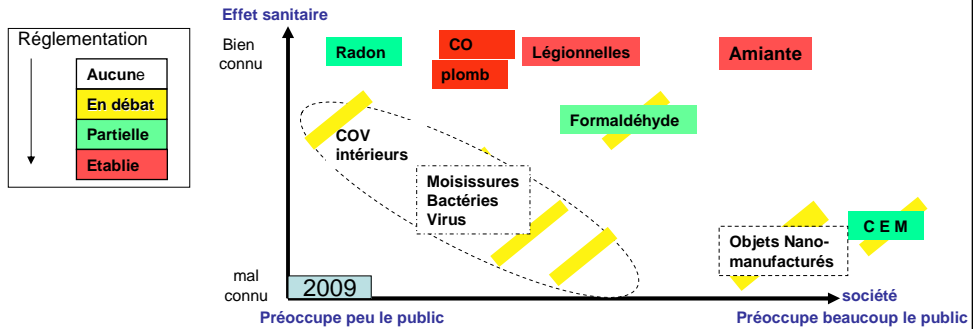
**PARTICULES**

...

Annecey 18 06 10 / S Kirchner

2

## SANTE et bâtiments Challenges contexte



Annex 18 06 10 / S Kirchner

## Les impacts sanitaires

Irritation, inconfort, mal-être, SBS

Troubles fonctionnels (neurologiques, digestifs, respiratoires...),

- bénins ou ... graves,
- réversibles ou définitifs

Troubles de la reproduction

conséquences sociales +++

Décès ( CO, asthme, cancer ...)

Annex 18 06 10 / S Kirchner

4

## Les impacts sanitaires (chiffres PNSE)



- **100 décès et 6000 intoxications** annuels liés au **monoxyde de carbone**.



- **Doublement de la prévalence des maladies allergiques respiratoires** en 20 ans. 10% des adolescents présentent un asthme chronique.



- La fumée de tabac environnementale, le radon, le benzène, l'amiante et le formaldéhyde pourraient contribuer substantiellement à **l'augmentation de l'incidence des cancers**.



- **1044 cas de légionelloses** (mortels dans 14% des cas) déclarés en 2003. etc...

## Les impacts économiques

ex : estimation des coûts médicaux directs attribuables à la QAI en Italie selon Maroni et al., 2000)

POLLUANTS	MALADIE	IMPACT	COÛTS MÉDICAUX DIRECTS (€)
<b>Allergènes (acariens, moisissures, animaux domestiques)</b>	Asthme bronchique chez les enfants et les adolescents	> 160 000 cas /an	> 80 Millions
<b>Radon</b>	Cancer du poumon	1 500-6 000 morts/an	26-105 millions
<b>Tabagisme passif</b>	Asthme bronchique chez les enfants et les adolescents	> 30 000 cas /an	> 15 millions
	Infection des voies respiratoires	> 50 000 nouveau cas /an	> 12 millions
	Cancer du poumon	> 500 morts / an	> 9 millions
	Maladies cardiovasculaires	> 900 morts / an	> 8 millions
<b>Benzène</b>	Leucémie	36 - 190 cas / an	0.5 - 4 millions
<b>Monoxyde de carbone</b>	Intoxication	> 200 morts / an	1 million
<b>TOTAL</b>			<b>152 – 234 M €</b>

## Les environnements intérieurs



90% à l'intérieur

10% à l'extérieur



7

## Les polluants de l'air intérieur

**Agents biologiques**

**POLLUTIONS**

**Agents chimiques**

- ✓ Allergènes (acariens, blattes, chats, pollens,...)
- ✓ Bio-effluents humains (CO<sub>2</sub>, COV,...)
- ✓ Micro-organismes (ex : bactéries, virus, moisissures...) et leurs émissions (COVm, endotoxines, mycotoxines), etc....

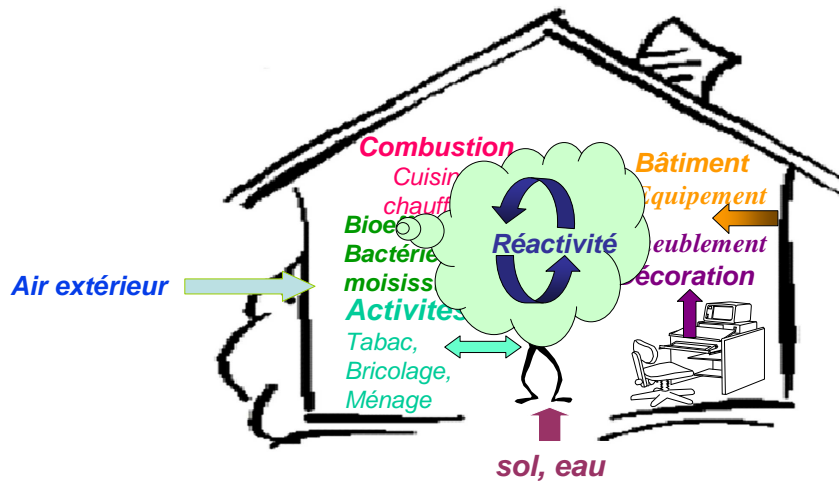
**Agents physiques**

- ✓ Amiante,
- ✓ Champs électromagnétiques,
- ✓ Fibres Minérales Artificielles,
- ✓ Radon,
- ✓ Particules inertes,
- ✓ Humidité, etc....

- ✓ CO,
- ✓ CO<sub>2</sub>,
- ✓ FTE,
- ✓ Métaux lourds,
- ✓ O<sub>3</sub>,
- ✓ COV
- ✓ NO<sub>x</sub>
- ✓ Pesticides,
- ✓ POPs, etc....

8

## Quelles sont les sources de pollution ?



9

## De profondes mutations en vue

- conception architecturale
- isolation et étanchéité à l'air de l'enveloppe
- systèmes performants de chauffage / refroidissement et de ventilation
- incitation forte pour le recours à la biomasse comme combustible

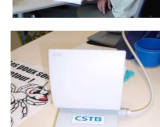
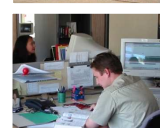


**CSTB**  
le futur en construction

## Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur Connaître pour agir

- Créé en 2001
- sous la tutelle des Ministères en charge de l'écologie, du logement, de la santé, avec le concours du CSTB, de l'ADEME, de l'AFSSET et de l'ANAH
- Un réseau d'acteurs scientifiques et opérationnels coordonné par le CSTB
- **Un programme national d'études et recherches public au service des ministères et des agences de santé publique et de l'environnement**
  - production et collecte de données sur les **situations de pollution dans les espaces clos** (logements, écoles, bureaux, lieux de loisirs...)
  - Identification des **facteurs en cause**
  - fourniture aux gestionnaires des éléments utiles à l'élaboration de politiques publiques pour **prévenir ou limiter les risques** liés à la pollution de l'air intérieur
- **Un lien étroit avec les professionnels concernés et le grand public**

Annecy 18 06 10 / S Kirchner



**CSTB**  
le futur en construction

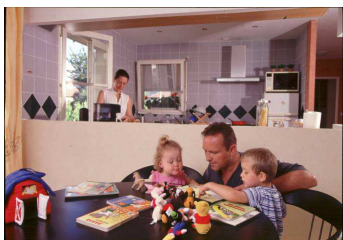
## Cinq programmes de travail

- Logements
- Lieux de vie fréquentés par les enfants
- Bureaux
- Indices de qualité d'air intérieur et outils d'aide à la décision
- Veille documentaire, communication, information, formation

Annecy 18 06 10 / S Kirchner



## Programme « Logements » Campagne nationale 2003-2005



- Faire un **état de la pollution de l'air** dans le parc de logements
- Permettre l'**identification des situations à risque**
- Faire un **bilan des paramètres qui influencent la pollution** (sources, habitat, ventilation, comportements des occupants, saisons, situation géographique, etc...)
- Proposer des **mesures de prévention et de réduction des risques**

## Hierarchisation des polluants

- **7 substances « hautement prioritaires » (Groupe A)** : **formaldéhyde, benzène, acétaldéhyde, particules, radon, ester de phtalate (DeHP) et dichlorvos**
- **12 substances « très prioritaires » (Groupe B)** : **dioxyde d'azote, allergènes de chien, d'acariens, toluène, trichloréthylène, plomb, tétrachloréthylène, dieldrine, allergène de chat, aldrine et monoxyde de carbone, paraffines chlorées à chaîne courte**
- **32 substances « prioritaires » (Groupe C)** parmi lesquelles les **biocides, les champs électromagnétiques très basses fréquence, des composés organiques volatils, des éthers de glycol, endotoxines et les fibres minérales artificielles, esters de phalate (DEP, DnBP), organoétains (MBT, DBT, TBT, MOT, DOT), retardateurs de flamme bromés**
- **22 substances « inclassables » (Groupe D)** parmi lesquels des **biocides et des éthers de glycol, esters de phtalate (DMP, DPP), organoétains (TeBT, TCHT, TPT), alkyl phénols.**

Critères de sélection : **exposition, toxicité aiguë - chronique et fréquence d'apparition**

Substances mesurés dans la campagne nationale Logements

## Campagne Logements (2003-2005)

567 logements tirés au sort et enquêtés entre octobre 2003 et décembre 2005

### Mesurages d'une trentaine de paramètres

- **biologique** (allergènes chats (Can f 1), chiens (Fel d 1), acariens (Der p 1 et Der f 1))
- **physique** (particules inertes (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, ultrafines), radon, rayonnement gamma)
- **chimique** (CO (environnemental et alvéolaire), 20 COV)
- **confort et confinement** (T, HR, CO<sub>2</sub>, débit d'air des systèmes de ventilation)

### Recueil de données descriptives

- **Temps passé** par les occupants dans le logement
- **Informations sur le logement et son environnement** (situation et caractéristiques du logement, description intérieure : types de revêtements, menuiserie...)
- **Information sur le ménage** (composition, ancienneté du ménage dans le logement, statut d'occupation, occupation actuelle, ressources nettes...)
- **Activités liées au ménage** (comportement tabagique, activités ménagères, utilisation de produits cosmétiques, d'entretien, pesticides ou insecticides, présence d'animaux...)
- **Perception de la qualité globale** du logement
- **Indicateurs de santé allergique et respiratoire** (INSERM)

Annecy 18 06 10 / S Kirchner

## Etat descriptif du parc des logements / Ménages français

### Typologie de logements

- \*type de logement (individuel, collectif)
- \* statut d'occupation (propriétaire, locataire)
- \* structure du logement (nombre de pièces, surface, présence de cave, garage, ...)
- \* type de chauffage
- \* revêtements intérieurs (murs, plafonds, sols)
- \* type de menuiserie

- Type 1 : Maisons individuelles « tout en un », propriétés des occupants, plutôt récentes et petites.
- Type 2 : grandes maisons individuelles « tout en un », moins récentes que celles du type 1, dont les occupants sont propriétaires
- Type 3 : grandes maisons individuelles anciennes avec « dépendances ».
- Type 4 : petites maisons individuelles avec « dépendances ».
- Type 5 : petits logements collectifs dans de petits immeubles sans caves et sans garages
- Type 6 : grands logements collectifs dans des immeubles assez hauts, en béton, avec systématiquement une cave non attenante et un garage dans un cas sur trois.

### Typologie de ménages

- structure du ménage
- ressources du ménage

- Type 1 : ménages tous en couple, relativement précaires avec peu d'enfants. Inclue une proportion non négligeable de retraités
- Type 2 : majoritairement des personnes seules relativement jeunes qui ont des revenus inférieurs à la moyenne
- Type 3 : familles nombreuses, aisées et ayant des grands enfants
- Type 4 : beaucoup de ménages en couple plutôt aisés avec un unique enfant de plus de 10 ans
- Type 5 : ménages avec de grands enfants. Inclue l'essentiel des familles monoparentales de l'échantillon
- Type 6 : ménages les plus jeunes qui sont en couple avec des enfants en bas âge
- Type 7 : majorité de retraités. Regroupe l'essentiel des retraités de l'échantillon

### Typologie de comportements

habitudes relatives à l'entretien du logement, aux plantes et animaux, aux ordures ménagères, aux loisirs, aux matelas, à la cuisine, aux cosmétiques et enfin d'autres paramètres concernant l'utilisation de la voiture, des désodorisants et le fait de fumer ou non à l'intérieur du logement.

- Type 1 : ménages qui entretiennent beaucoup leurs logements, possèdent des animaux domestiques (surtout des chiens) mais ne fument pas
- Type 2 : ménages ayant une activité assez importante dans leur logement, majoritairement fumeurs et utilisant des parfums d'ambiance. Possèdent des animaux domestiques (quasiment tous des chiens) et ont plus de petits animaux de compagnies (hamsters) que les autres ménages
- Type 3 : ménages ayant une activité assez importante dans leur logement, majoritairement non-fumeurs. Pour la plupart, ils bricolent fréquemment et sont moins nombreux à posséder un animal domestique
- Type 4 : ménages ayant une activité moyenne dans leur logement, ils sont un peu plus nombreux à être fumeurs. Peu nombreux à avoir des animaux domestiques, bricolent et jardinent peu pour la plupart
- Type 5 : etc.

Annecy 18 06 10 / S Kirchner

16

## Temps passé dans les logements

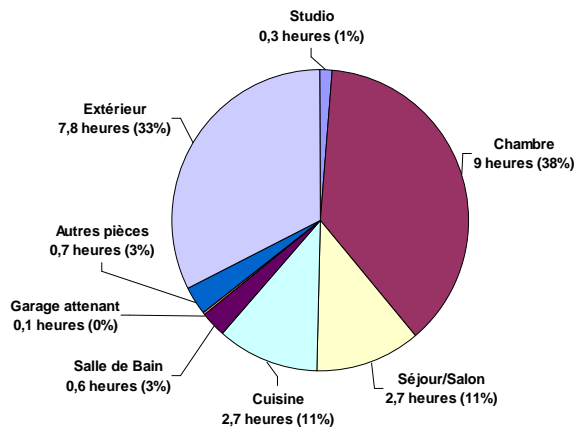
OQAI - Campagne nationale Logements 2003-2005

Moyenne du temps passé à l'intérieur du logement : 16 h 10 min (soit 67% du temps).

1/4 de la population y passe plus de 20 heures (83% du temps).

Variation selon :

- le sexe,
- l'âge,
- l'activité professionnelle,
- la région,
- la saison,
- les jours de la semaine,
- l'heure



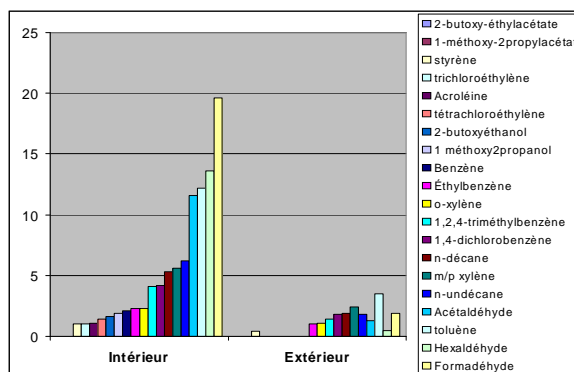
## Campagne nationale Logements OQAI (2003-2005)

1<sup>er</sup> état de la pollution en France

Des polluants multiples (chimiques, physiques, microbiologiques) présents dans la majorité du parc de logements

Une pollution intérieure spécifique plus élevée qu'à l'extérieur

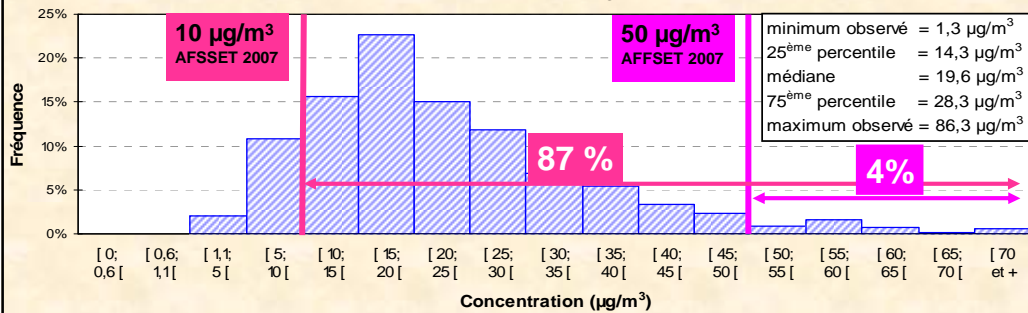
Une inégalité devant la pollution : environ 10 % des logements sont multipollués



Composés organiques volatils

rapports téléchargeables sur [www.air-interieur.org](http://www.air-interieur.org)

## Exemple du Formaldéhyde



Plus de 80 % des logements ont des concentrations de 5 à 50 fois plus fortes qu'à l'extérieur

rapports téléchargeables sur [www.air-interieur.org](http://www.air-interieur.org)

## Proportion de logements avec des problèmes d'humidité et une contamination fongique

• **38 % de logements avec traces d'humidité**

• **Moisissures visibles : 14 %**

(d'après l'exploitation du questionnaire d'enquête complété par les techniciens enquêteurs)



• **Moisissures masquées : 36 %**

(d'après l'application de l'indice de contamination fongique sur l'ensemble des données de la campagne logements analysés)



## Etat de la ventilation dans les logements

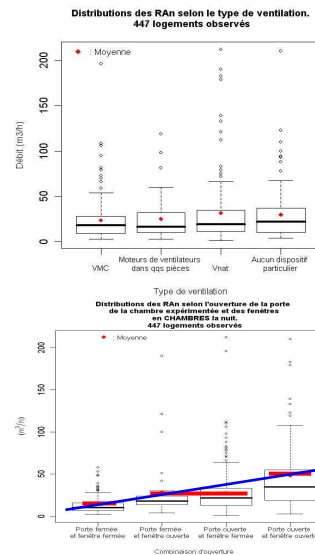
OQAI - Campagne nationale Logements 2003-2005

En global sur le parc de logements, le **renouvellement d'air ne dépend pas des systèmes installés**

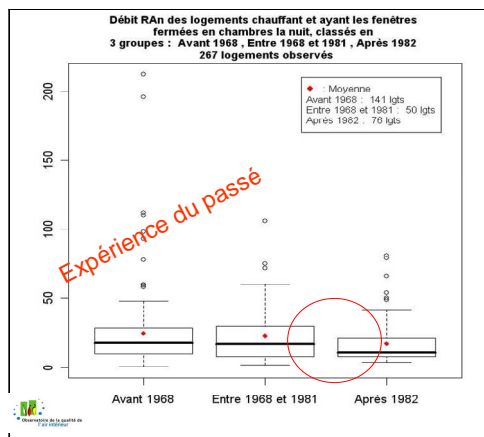
Les logements plus récents montrent une **meilleure maîtrise** des conditions d'aération grâce aux **systèmes mécanisés**, mais ceux-ci accusent fréquemment des **dysfonctionnements** qui limitent fortement leur fiabilité

**L'occupant** (comportements, usages, conditions de vie, circonstances) **joue un rôle aussi important** que les performances techniques du bâtiment et des systèmes

Anancy 18 06 10 / S Kirchner



## Une diminution observée des taux de renouvellement de l'air



Distributions observées du renouvellement d'air nocturne pour les 3 périodes choisies de fin de construction. 267 logements observés.

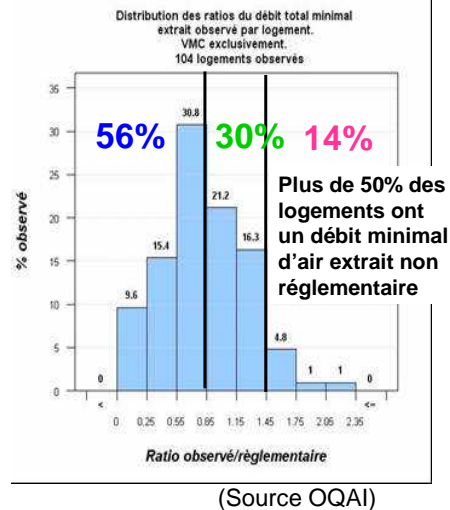
Anancy 18 06 10 / S Kirchner

- **Au futur :**  
**quelle ventilation dans des bâtiments performants énergétiquement ?**
  - 0,34 Q (Tint-Text)
  - Compatible avec autres exigences que QAI (confort, condensation, combustion,...)

## Gérer l'air de manière économe

- réguler plus finement les débits de renouvellement d'air en fonction de l'occupation des bâtiments
- récupérer la chaleur de l'air extrait
- incorporer des systèmes de traitement (filtration, épuration, décontamination)

en étant vigilant sur la conception, le dimensionnement, la mise en œuvre et la maintenance des systèmes



## Programme Logements (2009-2010)

- **Poursuite des exploitations de la Campagne Logements :**
  - Relation **ventilation** – pollution
  - Identification des **déterminants** de la pollution : conception, rôle des occupants, mise en œuvre des matériaux et des systèmes
  - **Santé respiratoire** (partenariat INSERM)
  - **Inégalités** socio-économiques et pollution
- **QAI dans les logements Basse consommation d'énergie**

## Programme Lieux de vie fréquentés par les enfants (0 à 18 ans)



Lieux de garde (halte-garderie, crèche) , d'enseignement (école maternelle, élémentaire, collège et lycée) et de loisirs (gymnase, piscine, patinoire...)

## Programme Lieux de vie fréquentés par les enfants (0 à 18 ans)

- Préparation d'une **campagne nationale dans les établissements scolaires**
- **Qualité microbiologique** de l'air des lieux de garde et d'enseignements
- **Evaluation de l'influence des produits d'entretien, de nettoyage et fournitures scolaires**
- Amélioration des **stratégies d'aération** par ouverture des fenêtres dans les lieux de garde et d'enseignement
- Etat du parc de **piscines et de patinoires** - mesures de qualité d'air dans les piscines

## Programme Bureaux (2009-2015)



Qualité de l'air intérieur  
Performance énergétique  
Confort et santé des occupants

500 immeubles de bureaux de plus de 50 personnes  
Questionnaires : bâtiment, occupants et énergie

Phase pilote réalisée en juin 2009  
Avec le soutien de l'ADEME

## Indices de qualité de l'air intérieur

- Développer des outils simples et peu coûteux
- utiles pour l'action
- utilisables par tous
- et qui permettent de connaître l'état de la pollution de l'air dans les lieux de vie clos

Module de confinement, indice de contamination fongique, prédiagnostics, modèles prédictifs...



Lum'Air

## Elaboration d'indices de qualité de l'air intérieur

### Indice de confinement de l'air intérieur



- mise au point du dispositif LUM'AIR permettant la visualisation du niveau de confinement par diodes lumineuses : aide à la gestion des ouvrants
- basé sur la mesure du CO<sub>2</sub> métabolique
- calcul de l'indice de confinement ICONO (entre 0 : confinement nul et 5 : confinement extrême)

### Indice de contamination fongique



- basé sur l'identification de composés organiques volatils émis par les moisissures (mCOV)
- détection de la présence de moisissures visibles et cachés
- appliqué à la campagne nationale Logements (42% logements contaminés dont 27% moisissures cachées)

## Veille, Communication, Information, Formation

### Veille scientifique en partenariat avec RSEIN

Site Internet

Plaquettes d'information

Débats, conférences, ateliers

Formation (CSTB/OQAI)



**Pour plus d'informations :**

**[www.air-interieur.org](http://www.air-interieur.org)**

## **Les moteurs du changement en QAI**

Le Grenelle de l'environnement et les nouvelles exigences énergétiques, le PNSE 2...

Les évolutions réglementaires sur fondement de santé publique,

Les évolutions sociétales – la prise de conscience de la notion d'air intérieur

L'intensification de la recherche amont et de la RDI (ANR, OQAI, PRIMEQUAL, etc.)

Les progrès technologiques...