



Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur

## **OBSERVATOIRE DE LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR**

### **Rapport exécutif**

**De la phase préparatoire aux premiers  
résultats de l'étude pilote**

**22 mars 2002**

**DD/SB-2002-05**

**MARS 2002**

*Confidentialité :*

*Non*

*Oui  Durée :*

*Renforcée*

**OBSERVATOIRE DE LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR**  
**RAPPORT EXECUTIF**

*De la phase préparatoire  
aux premiers résultats de l'étude pilote*

**Séverine KIRCHNER, Nathalie PASQUIER  
Stéphanie GAUVIN, Franck GOLLIOT,  
Didier PIETROWSKI et Christian COCHET**

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

CSTB  
Développement durable - Santé Bâtiment  
Tél. : 01 64 68 88 49 - Fax : 01 64 68 88 23



## **AVANT PROPOS**

Ce rapport fait état des actions effectuées depuis fin 1999 pour le compte de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur dans le cadre des contrats et conventions signés entre le CSTB et les ministères en charge du Logement, de la Recherche, de la Santé, de l'Environnement et l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie.



## TABLE DES MATIERES

<b>CONTEXTE ET MISSIONS .....</b>	<b>8</b>
1 <b>CONTEXTE .....</b>	<b>8</b>
2 <b>MISSIONS .....</b>	<b>9</b>
<b>ORGANISATION.....</b>	<b>10</b>
1 <b>LES INSTANCES .....</b>	<b>10</b>
2 <b>LE RESEAU D'ACTEURS .....</b>	<b>11</b>
2.1    LE PARTENARIAT SCIENTIFIQUE .....	11
2.2    LE PARTENARIAT OPERATIONNEL.....	12
<b>SYNTHESE DU PROGRAMME D'ACTIONS MENEES .....</b>	<b>13</b>
<b>PRODUCTION DE DONNEES SUR L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR.....</b>	<b>15</b>
1 <b>PHASE PREPARATOIRE.....</b>	<b>15</b>
1.1    LA DEFINITION DES BESOINS DE L'EPIDEMIOLOGIE ET DE L'EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES EN TERME DE DONNEES ENVIRONNEMENTALES DANS LES BATIMENTS .....	16
1.2    LA DEFINITION DES BASES METHODOLOGIQUES, EXPERIMENTALES ET METROLOGIQUES NECESSAIRES A LA MISE EN PLACE DES CAMPAGNES SUR SITE DE L'OBSERVATOIRE.....	16
1.2.1 <i>Le choix des lieux de vie à enquêter .....</i>	16
1.2.2 <i>Le choix des données à collecter .....</i>	17
1.2.3 <i>Niveaux de pollution.....</i>	17
1.2.4 <i>Données descriptives .....</i>	19
1.2.5 <i>Diagnostic CO .....</i>	19
<i>Mise au point et développement des outils d'observation .....</i>	20
2 <b>CAMPAGNE PILOTE SUR 99 SITES .....</b>	<b>22</b>
2.1    MISE EN PLACE DU RESEAU D'ACTEURS OPERATIONNELS LOCAUX .....	22
2.2    LA FORMATION DES ACTEURS OPERATIONNELS .....	24
2.3    MISE EN ŒUVRE .....	24
3 <b>ENSEIGNEMENTS DE LA CAMPAGNE PILOTE.....</b>	<b>25</b>
3.1    CONTEXTE ET LIMITATIONS .....	25
3.2    EVALUATION DES OUTILS MIS EN ŒUVRE DANS LA CAMPAGNE PILOTE.....	25
3.3    RESULTATS PRELIMINAIRES .....	26
<u>LES LOGEMENTS .....</u>	26
3.3.1 <i>90 logements décrits .....</i>	26
3.3.2 <i>90 ménages et 272 personnes enquêtées.....</i>	29
3.3.3 <i>1 400 000 mesures concernant 13 paramètres .....</i>	30
<u>LES ECOLES .....</u>	40
3.3.4 <i>9 Ecoles investiguées .....</i>	40
3.4    CONCLUSIONS PRELIMINAIRES.....	42
4 <b>PREPARATION DE LA PREMIERE CAMPAGNE OPERATIONNELLE SUR 800 SITES</b>	<b>44</b>
4.1    ELABORATION DE LA METHODOLOGIE D'ECHANTILLONNAGE DES 800 LOGEMENTS ET ECOLES.....	44
4.2    MISE A JOUR DES PARAMETRES CIBLES A MESURER .....	44
4.3    MISE EN PLACE D'EQUIPES LOCALES D'ANIMATION .....	45

<b>COLLECTE DES DONNEES DISPONIBLES EN FRANCE.....</b>	<b>46</b>
<b>GESTION ET EXPLOITATION DES DONNEES .....</b>	<b>46</b>
1 <b>LA BASE DE DONNEES .....</b>	<b>46</b>
2 <b>MISE AU POINT D'OUTILS POUR L'ANALYSE DES DONNEES .....</b>	<b>47</b>
<b>ASSURANCE QUALITE DE L'OBSERVATOIRE QAI.....</b>	<b>47</b>
<b>INFORMATION ET COMMUNICATION .....</b>	<b>48</b>
1 <b>CREATION D'UNE IDENTITE VISUELLE .....</b>	<b>48</b>
2 <b>DEVELOPPEMENT D'UN SITE INTERNET ET EXTRANET.....</b>	<b>48</b>
3 <b>PRODUCTION ECRITE .....</b>	<b>48</b>
4 <b>INTERVENTIONS ORALES.....</b>	<b>50</b>
<b>ELEMENTS FINANCIERS.....</b>	<b>51</b>
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>52</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>54</b>

## CONTEXTE ET MISSIONS

### 1 CONTEXTE

La santé en relation avec le milieu urbain est reconnue comme un enjeu de première importance. On assiste en effet depuis plusieurs années, à une croissance des préoccupations de santé des individus liés à d'autres facteurs que leur propre évolution biologique tels que l'environnement et l'alimentation par exemple. En contrepoint des exigences utopiques d'une société à risque nul, les notions de principe de précaution, de sécurité sanitaire font désormais partie du paysage médiatique quotidien. La mise en place des structures et des approches permettant de disposer d'une certaine capacité d'anticipation sur ces phénomènes est engagée.

La connaissance des micro-environnements et de l'exposition aux différents polluants de l'air intérieur est un des principaux maillons faibles de l'évaluation des risques pour la santé. Aucune typologie des bâtiments axée sur les sources de pollution de l'air intérieur n'est disponible aujourd'hui au regard de la pollution. Les niveaux de pollution et l'identification des facteurs susceptibles d'influencer cette pollution, comme les caractéristiques des logements (urbanisme, système de chauffage et de ventilation, produits de second œuvre) et l'activité des occupants (fréquence de nettoyage, cuisine...) restent ainsi inconnus à l'échelle du parc français.

La France conserve à ce titre un retard important dans ce domaine, là où plusieurs pays européens ont déjà lancé des campagnes pour évaluer la composition de l'air intérieur dans des échantillons d'habitations (Allemagne, Suède, Canada, Italie, Pays Bas, Etats Unis...).

Pour exemple, l'étude du Building Research Establishment (BRE) effectuée à la demande du Ministère de l'Environnement du Royaume Uni a permis de collecter et d'identifier des données sur l'environnement intérieur de façon à fournir une base solide pour la mise en œuvre d'une politique dans le domaine (notamment l'élaboration de valeurs limites d'exposition basées sur une approche globale de l'exposition dans l'air extérieur, au travail et dans les logements). 174 logements de la région d'Avon ont ainsi été investigués sur une période de 12 mois en ce qui concerne la présence de NO<sub>2</sub>, de composés organiques volatils (COV) et de micro-organismes. Par ailleurs, une nouvelle étude, axée sur le formaldéhyde et les composés organiques volatils, a été mise en œuvre par le BRE sur 1 000 maisons entre 1997 et 1999.

La Finlande a récemment engagé une étude épidémiologique de cas-témoins sur une centaine de personnes pour étudier la relation entre la pollution chimique à l'intérieur des locaux d'habitation et les symptômes non spécifiques liés aux environnements intérieurs (irritation, allergie, symptômes respiratoires...).

Par ailleurs, deux récents projets européens axés sur la mesure de l'exposition de la population générale aux particules fines (PM 2.5), au monoxyde de carbone et aux composés organiques volatils (projet EXPOLIS : 500 adultes) et au benzène (projet MACBETH : environ 300 adultes) ont montré que l'exposition personnelle des populations était largement induite par les environnements intérieurs.

On notera également cette année, la tenue de la plus grande conférence internationale sur le sujet (Indoor Air'2002) qui rassemblera du 30 juin au 5 juillet prochain à Monterey, USA, plus de 1 000 participants dans des domaines aussi variés que la santé, la psychosociologie, l'olfaction, la chimie, la biologie, la modélisation, la ventilation, l'épuration ou la réglementation.

## 2 MISSIONS

annoncé par le gouvernement lors du Conseil des Ministres du 8 septembre 1999 et officiellement lancé le 10 juillet 2001 par Madame Marie-Noëlle Lienemann, actuelle secrétaire d'Etat au Logement, l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur s'inscrit dans un programme pluriannuel de prévention "bâtiment et santé" conduit de manière concertée par l'ensemble des ministères concernés : logement, santé, environnement, recherche...

Le projet vise à mettre en place un dispositif permanent de collecte de données sur les « polluants » présents dans les atmosphères intérieures des différents lieux de vie (logements, écoles, bureaux, transports...). Il contribuera à une meilleure connaissance des substances, agents et situations affectant la qualité de l'air intérieur dans le parc immobilier existant, des niveaux d'exposition des populations, afin d'apporter les informations nécessaires pour une politique d'évaluation et de gestion des risques.

Les objectifs de l'Observatoire de la Qualité de l'Air intérieur (Observatoire QAI), mentionnés dans la convention signée le 10 juillet 2001 (en annexe 1) sont les suivants :

- identifier les substances, agents et situations qui, en affectant la qualité de l'air intérieur à l'intérieur des espaces clos présentent un risque pour la santé des personnes,
- évaluer l'exposition des populations aux « polluants » identifiés, afin de contribuer à l'évaluation et à la gestion des risques sanitaires correspondants,
- contribuer à la mise au point de recommandations relatives à l'optimisation des systèmes de ventilation du point de vue sanitaire et énergétique,
- coordonner les recherches liées à son fonctionnement et à son développement.

L'Observatoire de la qualité de l'air intérieur est un outil d'appui du décideur pour la gestion des risques. Les données descriptives sur les bâtiments permettront notamment de cibler les actions sur le parc à risque par rapport à une substance donnée. Le ministre en charge de la construction pourra ainsi développer une politique de gestion technique en cherchant à minimiser les pollutions qui seront identifiées comme étant à risque ou orienter le développement de nouveaux produits et techniques constructives. Les données recueillies sur la population exposée et, notamment, les nombreux déterminants liés aux modes de vie, aux comportements et pratiques permettront de mettre en œuvre des politiques de santé publique au regard des niveaux de risques estimés.

L'Observatoire est également dimensionné pour recueillir les informations nécessaires à l'évaluation des risques notamment en ce qui concerne l'exposition des populations.

La réflexion sur la hiérarchisation des dangers et des risques sanitaires liés aux bâtiments sera menée en amont et mise à jour tout au long du dispositif dans une rationalité de santé publique pour cibler au mieux les bâtiments et les substances prioritaires.

Chaque année, des données seront produites sur la base de campagnes *in situ* dont la conception et la méthodologie de mise en œuvre seront discutées en fonction des données

disponibles ou de commandes spécifiques. Dès l'année 2002, l'Observatoire QAI doit notamment permettre de recueillir, par le biais de la première campagne opérationnelle in situ, des données issues de 800 lieux de vie en situation d'occupation répartis sur plusieurs zones géographiques, en France. Il a également pour objet d'identifier et de rassembler les données d'utilité publique sur l'exposition des populations à la pollution de l'air intérieur. L'ensemble des données collectées sera centralisé dans une base de données dédiée.

Les lieux de vie à enquêter peuvent être multiples, sachant que l'Observatoire QAI n'en exclut aucun a priori, hormis les locaux artisanaux et industriels : d'une part les lieux dans lesquels le temps passé est important (logements, bureaux, crèches, écoles maternelles et primaires, collèges, lycées, établissements de soins, prisons...) ; d'autre part ceux qui permettent de reconstituer les différents lieux fréquentés dans la journée (autres locaux recevant du public tels que salles de sports, patinoires, piscines, salles de concert, grands magasins, hôtels, commerces, salles de cinéma mais aussi gares, stations de métro, matériels roulants liés aux différents modes de transport collectifs et véhicules particuliers).

## ORGANISATION

### 1 LES INSTANCES

L' Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur est un réseau d'acteurs scientifiques et opérationnels coordonné par une équipe centrale. Trois conseils et comité (conseil de surveillance, conseil scientifique et comité consultatif) définissent les orientations et assurent la qualité scientifique globale du projet.

- **Le conseil de surveillance.** Son rôle est de définir les orientations générales, veiller à l'éthique et à la déontologie, à l'indépendance de l'Observatoire vis-à-vis des groupes de pression et à la transparence de ses actions. Il définit la politique de communication pour l'information du public et des professionnels sur les activités de l'Observatoire et les résultats des campagnes. Son président est désigné par le ministre en charge du Logement après avis des ministres chargés de l'Environnement et de la Santé.

Présidé par Mme Andrée BUCHMANN, il est composé du président du Conseil National de l'Air, du président du conseil scientifique, d'un représentant du ministère en charge du logement, du ministère en charge de la santé, du ministère en charge de l'environnement, de l'ADEME et de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire Environnementale (AFSSE) dès sa création (voir liste des membres dans l'Annexe 2).

- **Le conseil scientifique,** garant de la qualité et de la pertinence scientifique des travaux de l'Observatoire, définit les orientations scientifiques de l'Observatoire. Il se prononce sur les besoins en études et recherches connexes. Il contribue à l'interprétation scientifique des données collectées et à l'évaluation des travaux.

Présidé par le Professeur Bernard FESTY, il est constitué d'un groupe de travail permanent au sein du conseil scientifique de l'agence française de sécurité sanitaire environnementale, appelé « comité scientifique de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur ». Il est composé, pour un tiers, outre son président et les membres du conseil scientifique de l'AFSSE, de personnalités qualifiées du secteur de la construction proposées par le ministre chargé du logement. Dans l'attente de la mise en place de l'AFSSE, un conseil scientifique provisoire a été constitué par le Professeur Festy en accord avec le Conseil de Surveillance (voir liste des membres dans l'Annexe 2)

Le secrétariat en est assuré par le CSTB.

- **Le comité consultatif.** Il recueille les avis et suggestions des organismes et institutions concernés par les travaux de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur. Il contribue à identifier les questions ou situations spécifiques, notamment aux échelons territoriaux, et à solliciter un public plus large, notamment associatif, en lien direct avec les citoyens.

Présidé par Mme Andrée Buchmann, il est constitué d'un groupe de travail permanent au sein du conseil national de l'air, appelé « comité consultatif de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur ». Il est composé pour un tiers, outre son président et les membres du conseil national de l'air, de personnalités qualifiées du secteur de la construction proposées par le ministre chargé du logement (voir liste des membres dans l'Annexe 2).

La Direction Générale de l'Urbanisme de l'Habitat et de la Construction assure l'animation et le secrétariat du comité consultatif.

Par ailleurs, des **groupes d'échange locaux** ont été constitués afin de favoriser les échanges avec tous les partenaires locaux intéressés à un titre ou à un autre dans le dispositif : DDASS, DRASS, collectivités territoriales, associations agréés de surveillance de la qualité de l'air, APPA, délégation régionale de l'ADEME, bailleurs, associations, professionnels et experts scientifiques et techniques de la qualité de l'air ou du bâtiment, autres spécialistes ... Les réflexions engagées au sein de ces groupes pourront être mises en lien avec celles du comité consultatif.

Le **CSTB est l'opérateur** désigné chargé de mettre en œuvre l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur. Il élabore le programme de travail de l'Observatoire, anime et coordonne le réseau d'acteurs scientifiques et techniques nécessaire à l'accomplissement des missions de l'Observatoire. En particulier, il organise la mise en place et coordonne le fonctionnement des correspondants chargés de mener à bien les investigations au plan local. Il centralise les données collectées et en assure la gestion. L'équipe de coordination scientifique et administrative de l'Observatoire est basée au sein de la division "Santé & Bâtiment" du département Développement Durable du CSTB.

## 2 LE RESEAU D'ACTEURS

Sur le plan fonctionnel, l'Observatoire s'organise autour d'un réseau d'acteurs scientifiques et opérationnels participant au recueil et à l'exploitation des données d'utilité publique disponibles ou issues de campagnes expérimentales mises en œuvre dans des lieux de vie intérieurs et la population qui les occupe.

### 2.1 LE PARTENARIAT SCIENTIFIQUE

(voir détail en annexe 3)

Dans ce contexte partenarial de mise en œuvre de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur, a été organisée la constitution de groupes de travail thématiques réunissant et associant de nombreux experts pluridisciplinaires, issus de structures et/ou d'organismes variés afin de faciliter autour d'un lieu commun les échanges d'expériences. Associant de nombreux experts pluridisciplinaires (professionnels de santé, experts en bâtiments, métrologistes, sciences sociales, etc), ces groupes de travail sont à l'origine de l'ensemble des outils d'observation mis en œuvre dans le cadre de l'Observatoire QAI et participent activement aux réflexions transversales sur la mise en œuvre des enquêtes et l'analyse des données.

Les groupes de travail ont été mis en place sur des sujets précis identifiés par l'équipe de coordination de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur ou suite à l'émergence de

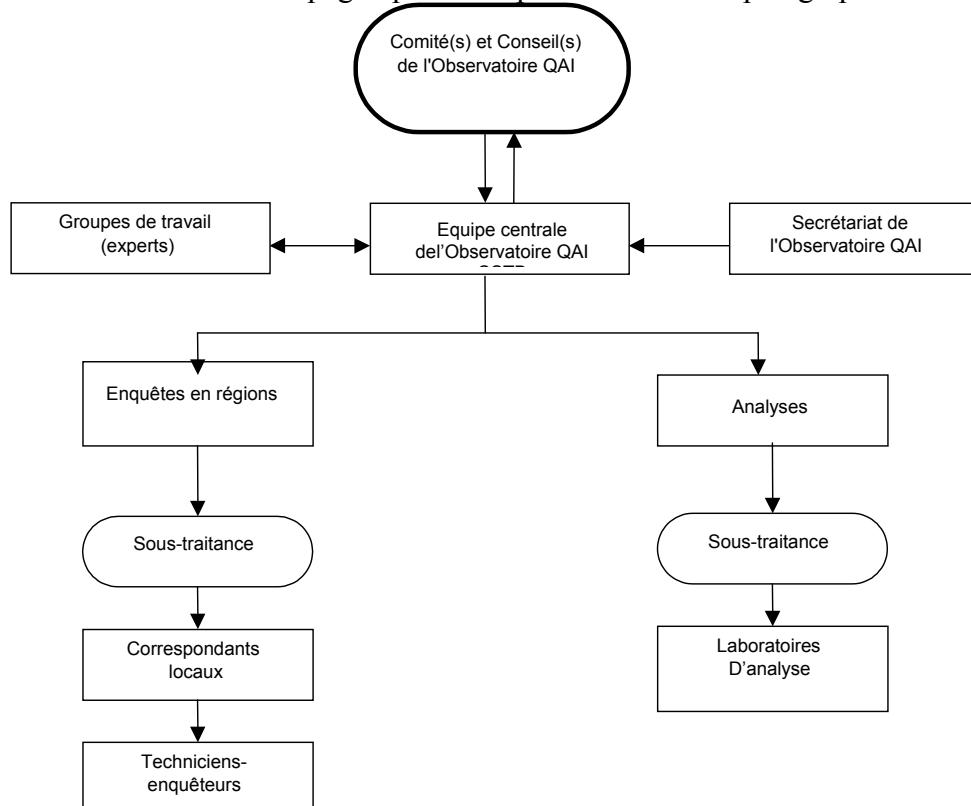
questionnement au sein de groupes de travail déjà en place. Pour chacun des sujets proposés, les groupes ont été formés autour d'un expert référent, identifié pour son travail antérieur sur le sujet et ses publications. Cet expert référent avait pour charge d'identifier d'autres experts compétents et d'organiser les réunions afin de répondre au mieux au cahier des charges demandé. La composition des groupes de travail est régulièrement mise à jour en fonction des questions posées et/ou des expertises identifiées.

A ce jour, 17 groupes de travail ont été mis en place rassemblant plus de 70 experts issus de 28 organismes.

En complément de ces groupes d'experts scientifiques qui permettent de travailler par « consensus d'experts » pour chaque décision prise et outil développé, des échanges avec des experts internationaux sont organisés afin de valider les choix scientifiques et les bases méthodologiques et organisationnelles choisies. A ce titre, une première réunion s'est tenue le 17 janvier 2002 accueillant trois experts internationaux reconnus dans le domaine de la qualité de l'air intérieur et coordonnateurs de plusieurs études à grandes échelles sur la qualité de l'air intérieur. A savoir : Bernd Seifert (Professeur et Directeur du Département d'Hygiène Environnementale à l'Office Fédéral de Santé, Allemagne), Derrick Crump (Building Research Establishment, Grande Bretagne) et Matti Jantunen (National Health Institute, Finlande).

## 2.2 LE PARTENARIAT OPERATIONNEL

Le fonctionnement de l'Observatoire nécessite également la mise en place de moyens humains, techniques et logistiques spécifiques en région afin de mener les enquêtes (correspondants locaux, techniciens enquêteurs, laboratoires). L'organisation mise en place dans le cadre de la campagne pilote est présentée dans le paragraphe 2.1.



**Figure 1** Organigramme fonctionnel de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

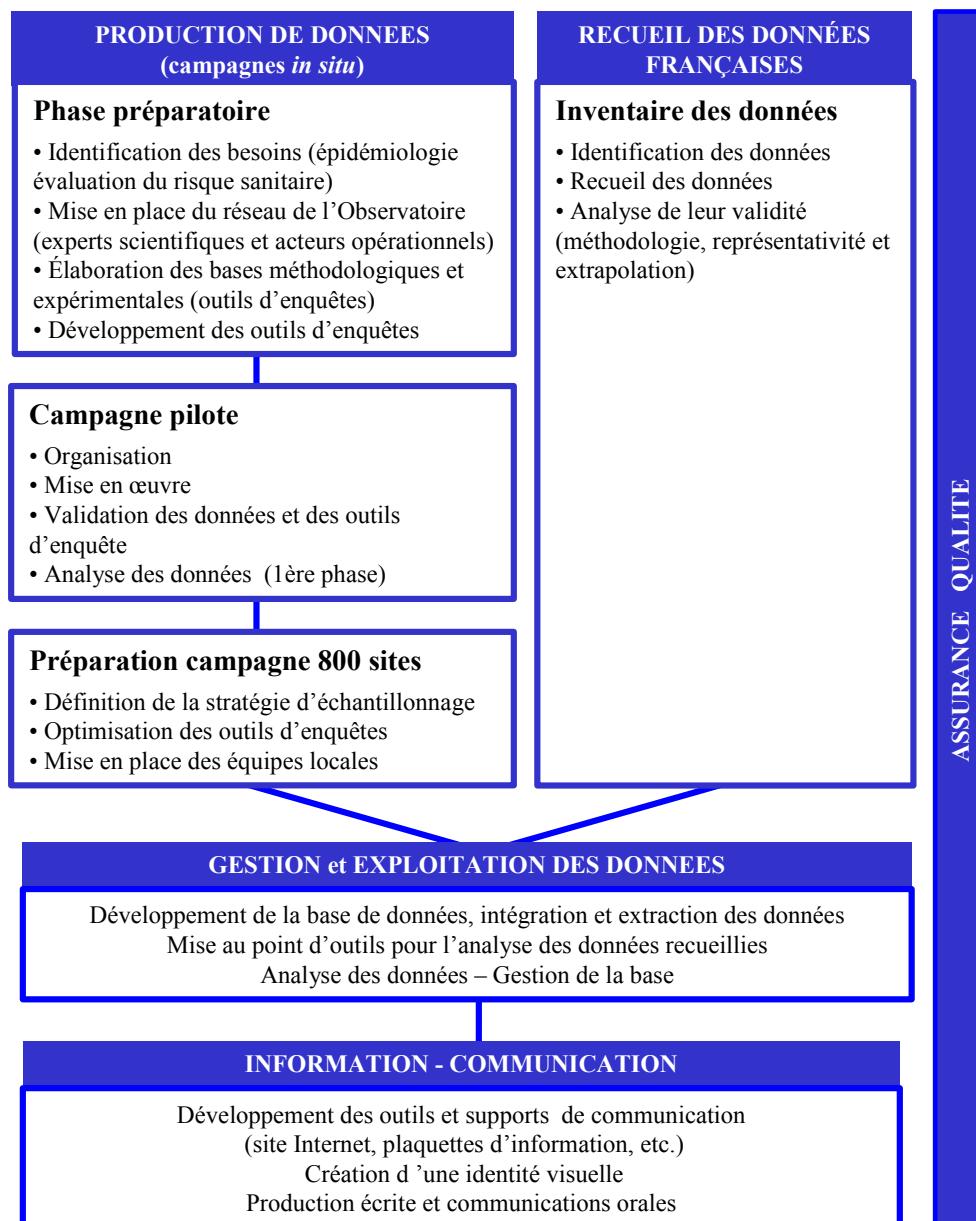
## SYNTHESE DU PROGRAMME D'ACTIONS MENEES

Le programme d'actions de l'Observatoire QAI, menées au 19 mars 2002, est présenté dans la page suivante. Les thèmes abordés ont été :

- **la production de données sur l'environnement intérieur** : mise en œuvre de campagnes annuelles sur site destinées à collecter des données permettant de décrire la pollution intérieure, d'estimer l'exposition de la population aux polluants et identifier les déterminants environnementaux et comportementaux de cette exposition. Ce travail s'est organisé autour :
  - d'une **phase préparatoire** : mise à plat du programme d'action pour la première année d'enquête (choix des bâtiments cibles, identification des données d'intérêt à collecter au vu des besoins de l'épidémiologie et de l'évaluation des risques sanitaires). La première campagne expérimentale sur 800 sites visera 720 logements et 80 écoles réparties sur l'ensemble du territoire français métropolitain. Le travail a intégré la mise en place d'un réseau d'experts scientifiques et d'acteurs opérationnels, la définition des bases méthodologiques, expérimentales et métrologiques nécessaires à la mise en œuvre des campagnes dans les logements et les écoles et la mise au point des outils d'observation, de recueil et de stockage des données. Engagée fin 1999 et aujourd'hui achevée, le financement de cette phase a été apporté par les ministères en charge du Logement, de la Recherche et de la Santé.
  - d'une **campagne pilote** : campagne « test » réalisée sur 90 logements et 9 écoles répartis dans trois zones géographiques différentes (Nord Pas-de-Calais, Strasbourg et Aix-Marseille), destinée à évaluer, sur un échantillon réduit de sites, l'organisation générale et la faisabilité des interventions liées aux enquêtes et mesurage sur sites (financement apporté par l'ADEME et le ministère en charge du Logement).
  - de la préparation de la **campagne opérationnelle sur 800 sites** qui vise en 2002 l'investigation des 720 logements et 80 écoles avec pour objet de faire apparaître une image de la qualité de l'air intérieur et de l'exposition des populations au regard de la diversité des lieux enquêtés et des situations : définition de la stratégie d'échantillonnage de ces 800 lieux cibles, optimisation/développement des outils d'investigation testé dans le cadre de la campagne pilote, mise en place des opérateurs locaux. Cette phase est financée par les ministères en charge du Logement, de la Santé et de l'Environnement (par l'intermédiaire de l'ADEME).
- **La collecte des données disponibles en France** : un inventaire des données françaises d'utilité publique disponibles depuis 1990, a permis d'identifier les données disponibles, de procéder à leur recueil et à l'analyse de leur validité, notamment en terme de méthodologie, de représentativité et d'extrapolation. Cette veille scientifique sera mise à jour chaque année.
- **La gestion et l'exploitation des données** : élaboration de la base de données destinée à accueillir et gérer l'ensemble des données produites et collectées et développement d'outils d'aide à l'analyse des données.
- **L'information et la communication** : développement d'outils et supports d'information et de communication.
- **L'assurance qualité de l'Observatoire QAI** : rédaction des procédures et documents d'assurance qualité indispensables à une mise en œuvre rigoureuse de la collecte des données. Menées en parallèle, cette action est effectuée en continu tout au long du projet de l'Observatoire QAI.

# OBSERVATOIRE QAI

## Programme global d'actions au 19 mars 2002



## PRODUCTION DE DONNEES SUR L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR

Les campagnes expérimentales sur site ont pour objectif de collecter des données sur la pollution intérieure, l'exposition des populations et les facteurs de risques associés. Ces campagnes sont organisées sur la base de procédures et d'outils harmonisés, développés par consensus d'experts, permettant une analyse commune des données collectées.

Chaque année, un programme d'action spécifique d'enquêtes in situ sera déterminé en fonction des données disponibles et des réflexions menées sur le sujet.

Le travail de mise en place de la première campagne expérimentale a intégré une phase préparatoire, une campagne pilote sur échantillon réduit, la préparation de la première campagne opérationnelle ciblant 800 logements et écoles étant actuellement en cours.

### Calendrier récapitulatif

2000	2001		2002
janvier - décembre	janvier - octobre	juillet - décembre	janvier - décembre
<b>Phase préparatoire :</b> Définition du programme de la première campagne in situ, développement du réseau d'experts et des outils d'observation et de gestion des données	<b>Campagne pilote</b> (90 log. + 9 écoles) : organisation, investigations sur site, analyse des prélèvements et saisie des questionnaires	<b>Campagne pilote</b> : validation des résultats <b>Phase opérationnelle 800 sites</b> : définition et organisation	<b>Campagne pilote</b> : validation (suite) et traitement des données <b>Phase opérationnelle 800 sites</b> : préparation (suite) et mise en œuvre des premières investigations sur site

## 1 PHASE PREPARATOIRE

Engagée fin 1999 et aujourd'hui terminée, cette phase s'est organisée autour des axes suivants:

- la définition des besoins de l'épidémiologie et de l'évaluation des risques sanitaires en terme de données environnementales dans les bâtiments,
- la mise en place du réseau d'experts scientifiques,
- la définition des bases méthodologiques, expérimentales et métrologiques nécessaires à la mise en place des campagnes sur site de l'Observatoire (modalités de choix des bâtiments indicateurs et des paramètres « cibles » pour la première campagne),
- la mise au point et le développement des outils d'observation, comprenant la fréquence et la localisation des mesures, la définition du mode de recueil des données et le matériel à utiliser, l'organisation générale des interventions.

## **1.1 LA DEFINITION DES BESOINS DE L'EPIDEMIOLOGIE ET DE L'EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES EN TERME DE DONNEES ENVIRONNEMENTALES DANS LES BATIMENTS**

Au-delà des termes "facteurs environnementaux", l'identification plus précise des facteurs de risque est indispensable pour soigner la maladie comme pour bâtir un programme d'étude épidémiologique. L'évaluation des risques sanitaires liés à l'environnement intérieur passe par un important programme d'enquêtes épidémiologiques, dont l'organisation doit être encouragée et coordonnée. Ces enquêtes doivent être pluridisciplinaires (en associant des spécialistes du bâtiment) de façon à assurer la pertinence et la capitalisation des informations relatives au bâtiment. Par ailleurs, la collecte des données de l'Observatoire QAI doit être menée au regard des données disponibles sur les facteurs de risques et des dangers des substances rencontrées dans les environnements intérieurs.

C'est dans ce contexte qu'a été mis en place un groupe d'experts scientifiques intégrant des professionnels de santé (épidémiologistes, toxicologues, médecins de santé publique, laboratoires INSERM) et des experts du bâtiment, avec pour objectif de définir les besoins de l'épidémiologie et de l'évaluation des risques sanitaires en terme de données environnementales dans les bâtiments. A savoir :

- **La recherche de partenariat et identification** - motivation des équipes de recherche en épidémiologie et évaluation des risques susceptibles d'intervenir sur le thème
- **L'identification des besoins de l'épidémiologie dans le domaine de la pollution de l'air intérieur et relation avec l'Observatoire QAI :**

Ce travail avait pour objet l'organisation d'un atelier de travail intitulé "Observatoire de la pollution de l'air intérieur et besoins en épidémiologie" qui s'est réuni au CSTB en janvier 2000. Cette réunion a permis de réfléchir sur les missions de l'Observatoire (outil de collecte de données contribuant à mieux connaître l'exposition des populations et ainsi à mieux évaluer et gérer les risques) et sur son implication possible dans le cadre d'études épidémiologiques intégrant les environnements intérieurs. Cet atelier avait également pour objet de rassembler la majorité des futurs utilisateurs des données collectées par l'Observatoire QAI et d'évaluer les besoins. Les conclusions de ces premières réflexions ont montré que si la mise en œuvre d'études épidémiologiques (collecte de données ciblées ayant pour objet de tester une hypothèse de travail) semble incompatible avec des objectifs de surveillance des bâtiments /occupants (recueil systématique d'un grand nombre de données représentatives), les premières données collectées par l'Observatoire QAI pourraient orienter ou identifier des besoins d'études épidémiologiques. Inversement, les résultats des études épidémiologiques donneront des informations utiles à l'orientation du choix des données à collecter par l'Observatoire QAI.

## **1.2 LA DEFINITION DES BASES METHODOLOGIQUES, EXPERIMENTALES ET METROLOGIQUES NECESSAIRES A LA MISE EN PLACE DES CAMPAGNES SUR SITE DE L'OBSERVATOIRE**

Lors de la phase préparatoire, un certain nombre d'orientations ont été prises, dans le cadre d'un travail associant de nombreux groupes d'experts :

### **1.2.1 Le choix des lieux de vie à enquêter**

Les lieux de vie à enquêter peuvent être multiples, sachant que l'Observatoire n'en exclut aucun a priori, hormis les locaux artisanaux et industriels. Il s'agit d'une part des lieux dans lesquels le temps passé est important (logements, bureaux, crèches, écoles maternelles et primaires, collèges, lycées, établissements de soins, prisons...) et, d'autre part, des lieux qui

complètent l'exposition au cours de la journée (autres locaux recevant du public tels que salles de sports, patinoires, piscines, salles de concert, grands magasins, hôtels, commerces, salles de cinéma mais aussi gares, stations de métro, matériels roulants liés aux différents modes de transport collectifs et véhicules particuliers).

Afin d'obtenir des résultats significatifs et de ne pas alourdir inutilement la mise en place du dispositif, la décision a été prise dans un premier temps de limiter les types de bâtiments devant faire l'objet de mesurages. Deux types de bâtiments ont été identifiés comme prioritaires pour la première campagne de l'Observatoire :

- ✓ **Les logements** : ces derniers ont en effet été très peu étudiés en France au cours des dernières années. Par ailleurs, ces lieux de vie, où l'importance du temps passé par les individus est la plus significative, présentent en soi une assez grande diversité en terme de bâti et de conditions d'occupation.
- ✓ **Les écoles** (maternelles et primaires) : il est aussi décidé que des mesurages seront réalisés dans les écoles pour renforcer la diversité de l'échantillonnage, disposer de données dans des locaux collectifs en complément de celles recueillies dans les logements et cibler une population spécifique (les enfants) dont la problématique de santé constitue un enjeu important.

### 1.2.2 Le choix des données à collecter

(Voir synthèse dans les Annexes 5)

Les données recueillies dans le cadre des premières enquêtes de l'Observatoire QAI dans les logements et les écoles concernent, d'une part, les niveaux de pollution et, d'autre part, des informations descriptives sur le bâtiment et son environnement ainsi que sur les occupants et leurs activités. Par ailleurs un diagnostic est mené dès l'entrée dans le logement ou l'école investigué pour évaluer les situations de danger immédiat.

### 1.2.3 Niveaux de pollution

Un travail préparatoire au choix des paramètres d'intérêt à mesurer a été mené concernant **l'état de l'art sur les outils métrologiques et les stratégies de prélèvements dans les micro-environnements intérieurs**. Un inventaire des méthodes de prélèvement et d'analyse des principaux polluants gazeux, particulaires et biologiques présents dans l'air des espaces clos a ainsi été effectué.

Par ailleurs, les éléments d'information concernant les **données sur le danger des substances et les niveaux d'exposition attendus dans les environnements intérieurs** ont également été rassemblés sur la base du rapport sur l'état des connaissances en matière de risques sanitaires dans les bâtiments<sup>1</sup> rendu au PUCA par le CSTB et le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris. Une revue de littérature a également été réalisée pour le compte de l'Observatoire QAI par les bureaux d'étude SEPIA et Vincent Nedellec Consultant sur le thème particulier des cancers de l'enfant, les temps d'exposition dans les environnements intérieurs étant particulièrement élevés pour cette catégorie de population. Cette étude a fait l'état des connaissances disponibles sur l'évolution de l'incidence de ces cancers dans le temps et des

---

<sup>1</sup> C. Cochet et F. Squinazi, Risques sanitaires et Bâtiments, Etat des connaissances, rapport CSTB n° EAE-SB/99035, Octobre 1999.

<sup>2</sup> C. Cochet et F. Squinazi, Risques sanitaires et Bâtiments, Etat des connaissances, rapport CSTB n° EAE-SB/99035, Octobre 1999.

facteurs d'environnements résidentiels associés. Ce travail pourra être poursuivi sur d'autres sujets tels que l'asthme ou les allergies.

Une quarantaine de paramètres d'intérêt prioritaire a ensuite été identifiée par consensus d'experts sur la base d'une grille de réflexion explicite intégrant plusieurs aspects. Les paramètres ont ainsi été considérés comme d'intérêt s'ils étaient présents dans les logements et les écoles considérés (connaissances disponibles sur les sources de pollution), s'ils présentaient un danger (identification des dangers associés aux substances), si les occupants des logements et des écoles pouvaient y être exposés (données d'exposition des populations), si les risques étaient documentés (données sur les niveaux de risques), s'il existait des techniques de mesurage disponibles les concernant (inventaire des techniques de mesurage), si des actions de prévention étaient disponibles ou s'il y avait une demande sociale forte.

***Paramètres d'intérêt pour lesquels l'Observatoire recueillera dans un premier temps les données disponibles avant de décider de mettre en œuvre leur mesurage dans le cadre de la première campagne***

- le radon
- l'amiante
- le plomb

***Paramètres d'intérêt faisant l'objet de mesurages sur sites :***

- les composés organiques volatils (COV) et les aldéhydes : environ 30 composés cibles dont le benzène, les éthers de glycol et le formaldéhyde :

Hydrocarbures aromatiques :	benzène, toluène, ethylbenzène, m/p xylène, o-xylène, 1,2,4-triméthylbenzène, styrène,
Hydrocarbures aliphatiques (n-C <sub>6</sub> à n-C <sub>16</sub> )	n-décane, n-undécane
Cycloalcanes	cyclohexane
Terpènes	alpha-pinène, limonène
Alcools	2-éthyl-1-hexanol
Glycols	2-éthoxyéthanol, 2-butoxyéthanol, 1-méthoxy-2-propanol,
Hydrocarbures halogénés	trichloroéthylène, tétrachloroéthylène, 1,1,1-trichloroéthane, 1,4-dichlorobenzène
Esters	butylacétate, isopropylacétate, 2-éthoxyéthylacétate
Aldéhydes	formaldéhyde, acétaldéhyde, benzaldéhyde, hexaldéhyde, valéraldéhyde, isovaléraldéhyde, isobutyraldéhyde,

- le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)
- le monoxyde de carbone (CO)
- le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)
- les fibres minérales artificielles
- les bactéries : dénombrement et identification des bactilles Gram négatif et endotoxines dans l'air
- les moisissures : dénombrement et identification des spores mycéliennes de l'air (et si nécessaire de surface en cas de contamination) et échantillonnage et dosage de la biomasse fongique aéroportée (ergostérol)
- les allergènes d'animaux (acariens, chat, chien)

auxquels s'ajoutent les paramètres température et humidité relative.

*Paramètres d'intérêt pour lesquels les méthodes de mesurage existantes ne sont pas satisfaisantes ou inexistantes au vu des besoins de l'Observatoire QAI et dont un développement métrologique est actuellement en cours :*

- les particules inertes globulaires
- les biocides
- les légionnelles

#### **1.2.4 Données descriptives**

En complément des mesurages in situ, un recueil de données descriptives détaillées portant à la fois sur la description des lieux de vie enquêtés (type de bâti, environnement extérieur, équipements intérieurs, décoration etc...), sur les occupants et leurs habitudes de vie (questionnaire « individu », questionnaire « ménage ») a été identifié. Ces données doivent permettre, à terme, l'évaluation des déterminants environnementaux et comportementaux de l'exposition des occupants aux « substances » cibles. Elles intègrent des informations sur :

- les bâtiments et leur environnement :

*Logements* : situation générale et environnement extérieur, caractéristiques physiques de l'immeuble, taille du logement, dépendances, chauffage, équipement sanitaire, aération du logement, travaux, description des pièces  
*Ecoles* : situation générale et environnement extérieur, descriptif de l'école, des bâtiments de l'école, de la salle de classe, des équipements, des animaux et des plantes, travaux.

- les occupants et leurs activités

*Logements* : composition du ménage, installation dans le logement, statut d'occupation, ressources nettes du ménage, occupation actuelle, activités

*Ecoles* : activités des élèves et des enseignants

Les questions présentées visent trois objectifs conformément à la mission de l'Observatoire QAI :

- identifier la population observée par rapport à une population de référence (représentativité, biais d'échantillonnage...);
- interpréter directement ou indirectement les résultats (mesures quantitatives) en fonction des conditions d'observation ;
- mettre en évidence les groupes d'individus différemment exposés en fonction de leurs comportements, de leurs activités et de leurs caractéristiques socio-démographiques.

Enfin, des données concernant les budgets espace-temps-activité (ou recueil du temps passé par les occupants dans les différents micro environnements intérieurs et les activités associées) ont été prises en compte. Ces données contribueront à estimer les niveaux d'exposition des occupants aux paramètres cibles.

#### **1.2.5 Diagnostic CO**

Un diagnostic CO, sous forme de questionnaire à compléter, est réalisé par le technicien-enquêteur à son arrivée sur le site, dans les logements équipés d'appareil(s) à combustion. Son objectif est de prévenir les occupants et les techniciens enquêteurs contre un risque éventuel d'intoxication grave au monoxyde de carbone en identifiant les défauts relevés sur les installations, pouvant créer une situation de danger.

Ce diagnostic, est basé sur un document développé dans le cadre du groupe de travail CO du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France. Il est également complété par la mesure du

CO au niveau de tous les appareils à combustion présents dans le logement, y compris dans les pièces où le capteur CO en continu n'est pas installé, ceci afin de repérer les éventuels appareils défectueux et dangereux.

Lorsque l'un au moins des items du diagnostic, associés à des risques potentiels, était identifié, il était proposé que l'occupant en soit informé et qu'un exemplaire du diagnostic soit envoyé aux services Santé et Environnement de la DDASS, accompagné d'une fiche « signalement de risque d'intoxication ». Par ailleurs, une notice de consignes a été laissée aux occupants en cas de sonnerie d'alarme de l'appareil mesurant les concentrations en monoxyde de carbone pendant la semaine de prélèvement (déclenchement prévu lorsque la teneur dépassait 60 ppm). La procédure et le document testé lors de la campagne pilote sont actuellement en cours de validation.

### 1.2.6 Mise au point et développement des outils d'observation

Ces actions ont notamment concerné :

#### 1.2.6.1 La définition des protocoles de mesurage

Pour chacun des paramètres d'intérêt et des substances, la stratégie d'échantillonnage et les protocoles de prélèvement et d'analyse ont été développés (voir tableau synthétique en Annexe 7). Ces derniers ont été rédigés par des groupes de travail rassemblant des experts nationaux et européens.

Le choix et l'achat des matériels pour le prélèvement et l'analyse des paramètres ont été effectués. Pour certains équipements, plusieurs modèles étaient disponibles sur le marché auprès de fabricants ou fournisseurs : une procédure de mise en concurrence a alors été menée sur la base d'un cahier des charges et le choix a été effectué en fonction de plusieurs critères dont les principaux ont été : le respect des protocoles, le faible encombrement, le niveau sonore acceptable, l'autonomie de fonctionnement, le coût... La mise en œuvre du mesurage a aussi nécessité la conception et la fabrication sur mesure de portoirs, abris et supports intérieurs et extérieurs permettant de rassembler et sécuriser le matériel devant rester sur place durant la semaine. La quasi-totalité du matériel de prélèvement a été mis à disposition des équipes locales, les équipements liés à l'analyse ainsi qu'un jeu de secours des appareils de prélèvement étant restés dans les laboratoires du CSTB.

Testés dans le cadre de la campagne pilote de l'Observatoire, les protocoles de prélèvement et d'analyse, la stratégie d'échantillonnage ainsi que les différents matériels sont actuellement en cours d'optimisation par les différents groupes de travail.

Des **développements spécifiques** ont également été mis en œuvre concernant des substances dont les outils de prélèvements ou d'analyse n'étaient pas disponibles ou demandaient des optimisations.

- **Biomasse fongique aéroportée** : la mise au point d'une technique innovante de prélèvement et d'analyse de la biomasse fongique aéroportée dans les environnements intérieurs (mesurage de l'ergostérol) a été effectuée et testée par le laboratoire BIOBAT du CSTB dans le cadre de la campagne pilote de l'Observatoire QAI.
- **Biocides** (produits de traitement du bois, insecticides, produits ménagers et produits antiparasitaires à usage externe pour les animaux de compagnie) : les techniques de prélèvement et d'analyse des biocides dans les environnements intérieurs ont été mises en œuvre et testées par l'INERIS dans le cadre de la campagne pilote. Cela concerne notamment des méthodes permettant d'évaluer les concentrations en biocides présents (1) dans l'air ambiant des bâtiments, (2) dans les poussières déposées sur les sols à l'intérieur et à

l'extérieur et (3) sur les poussières qui, par simple contact, se détachent du sol. Les résultats obtenus sont très satisfaisants et permettent de penser que les résultats de ces différents travaux pourront être directement appliqués dans le cadre des campagnes de l'Observatoire QAI sur 800 sites.

- ***Legionella aéroportées*** : un travail visant à développer une technique d'évaluation des *Legionella* aéroportées est actuellement en cours au sein du laboratoire BIOBAT du CSTB.
- ***Particules globulaires inertes*** (PM2.5, PM10 et nano particules) : le choix de méthodes de prélèvement des particules globulaires inertes acceptables pour les ménages et les écoliers, est actuellement en cours dans le cadre du groupe de travail *ad hoc*.
- ***Composés organiques volatils*** : un travail de qualification des méthodes d'échantillonnage passif adaptées aux mesurage des COV dans l'air intérieur (notamment benzène, toluène xylène, 2-butoxyéthanol et éthers de glycol) a débuté en fin d'année 2001 à l'Ecole des Mines de Douai dans le cadre d'un doctorat cofinancée par l'ADEME et le CSTB.

Une étude portant sur la **stratégie du choix des emplacements des points de mesure** en fonction de l'impact de la ventilation a été menée afin de donner un ensemble de préconisations visant à éviter les positions de points de mesures non représentatives de l'exposition. En effet, pour que ces mesures puissent servir à une évaluation de l'exposition des occupants, il est nécessaire qu'elles soient représentatives de l'air respiré par ceux-ci. Or, on sait qu'en fonction de la localisation des sources de polluants et des mouvements d'air dans le bâtiment, la répartition d'un polluant donné peut être hétérogène dans le bâtiment. Grâce à une analyse de la phénoménologie des champs thermo-aérauliques dans une pièce, des études de sensibilité ont été proposées. Ces études permettraient d'analyser la pertinence de certaines contraintes données dans les protocoles de mesure, notamment pour des distances minimales de points de mesures par rapport aux parois et pour des vitesses d'air minimales ou maximales à respecter.

Un **cahier des charges aérodynamiques à l'usage des techniciens-enquêteurs** a notamment été élaboré afin de rendre significatives les mesures externes des polluants et leur interprétation. Trois thèmes ont ainsi été traités pour compléter les questionnaires d'enquête : (1) caractérisation des conditions de transport – diffusion des polluants extérieurs au cours de la période de mesurage, (2) identification et caractérisation des sources de pollution extérieures pouvant affecter le site analysé au cours de la période de mesure, (3) recommandations pour le positionnement du dispositif de mesurage de la pollution extérieure.

Par ailleurs, des essais ont été effectués en soufflerie climatique pour tester la tenue mécanique aux vents forts de l'ensemble du dispositif d'accrochage et d'abri destiné à accueillir les appareils de mesurage ainsi que la tenue à la pluie et à l'ensoleillement de l'abri.

### 1.2.6.2 L'élaboration des questionnaires d'enquêtes

Plusieurs questionnaires d'enquête ont été mis au point afin de permettre le recueil des données descriptives sur les bâtiments et leur environnement ainsi que sur les occupants et leurs activités :

- pour les logements : questionnaires « identification des pièces », « ménage », « individu »,
- pour les écoles : questionnaires « école » et « classe ». Ces questionnaires ont été élaborés sur la base des besoins de chacun des groupes de travail dédiés au mesurage des substances cibles pour remonter aux sources potentielles de pollution. Ils sont remplis pour la plupart directement par les techniciens-enquêteurs avec l'aide des occupants et des directeurs d'école ou des enseignants pour les écoles.

Le recueil des données sur le budget espace-temps-activité a nécessité l’élaboration :

- de carnets journaliers, rassemblant, deux jours par semaine, avec un pas de temps de 10 min., les données portant sur la présence et les activités des occupants des lieux de vie enquêtés,
- de semainiers, suivi du temps passé dans chaque pièce du lieu de vie enquêté avec un pas de temps de 15 min., sorte d’«emploi du temps» à remplir par les occupants durant la semaine de mesurage.

#### **1.2.6.3 Les stratégies d’investigation**

Elles ont été développées sur la base de l’ensemble des outils d’investigation disponibles et des contraintes scientifiques et techniques, y compris vis à vis des occupants, afin de limiter les gênes occasionnées (durée de l’enquête, nombre de visites, encombrement du matériel, bruit...). L’organisation des enquêtes effectuées dans le cadre de la campagne pilote est présentée dans l’Annexe 8.

## **2 CAMPAGNE PILOTE SUR 99 SITES**

Cette phase (2001/début 2002) s’est organisée autour d’une campagne « test » portant sur un nombre restreint de sites, qui s’est déroulée *in situ* de mars à juillet 2001. Réalisée sur 99 sites (90 logements et 9 écoles) répartis sur trois zones géographiques différentes (région de Strasbourg, d’Aix-Marseille et Nord-Pas-de-Calais), son objectif était de tester, sur un échantillon réduit de locaux, l’organisation générale des interventions liées aux enquêtes et mesurage sur sites, notamment en ce qui concerne la collecte et le traitement des données, les outils et procédures (questionnaires d’enquêtes, protocoles...), les aspects juridiques, administratifs, logistiques et financiers.

### **2.1 MISE EN PLACE DU RESEAU D’ACTEURS OPERATIONNELS LOCAUX**

(voir détail en Annexes 4 et 6)

L’organisation, la coordination et l’animation du dispositif de l’Observatoire au plan local impliquent une grande diversité de missions et des compétences variées qui renvoient à autant de prestataires potentiels susceptibles de les assurer. L’option retenue pour les régions test de la campagne pilote de l’Observatoire était de mettre en place des équipes opérationnelles intégrant des correspondants et des techniciens-enquêteurs appartenant à des structures ou des organismes différents afin de tester le déroulement de la campagne pilote y compris en terme d’organisation et de fonctionnement des relais locaux. Trois équipes locales ont été mises en place dans le cadre de la première campagne *in situ* de l’Observatoire QAI axée sur une centaine de lieux de vie (campagne pilote). Ces dernières regroupent actuellement une douzaine de personnes (correspondants et techniciens enquêteurs) issues de 6 structures et 6 laboratoires différents. Différents laboratoires ont également été sollicités pour l’analyse des prélèvements d’air.

L'organisation spécifique ainsi mise en place afin de mettre en œuvre la campagne pilote intègre :

- **des correspondants locaux** dans les régions concernées, jouant le rôle de référent local pour l'Observatoire et ayant pour principales missions d'assurer l'organisation et le bon fonctionnement des campagnes (de la sélection des sites à la transmission des résultats d'enquêtes) sur les secteurs géographiques relevant de leur intervention. Ces correspondants sont issus de structures, d'établissements ou d'organismes différents. Ils s'appuient sur les compétences existantes au sein de leur structure et travaillent en étroite collaboration avec l'équipe centrale de coordination et avec son soutien.

3 correspondants locaux ont été mis en place dans les 3 zones géographiques de la campagne pilote. Les structures impliquées étaient : dans la région de Strasbourg, une association agréée de surveillance de la qualité de l'air (ASPA) en partenariat avec le service de pneumologie des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg; dans le Nord-Pas-de-Calais, une association spécialisée dans l'amélioration de l'habitat (CDHR<sup>3</sup>) en lien avec la délégation régionale ADEME : dans la région d'Aix-Marseille, un CETE<sup>4</sup> (CETE Méditerranée).

- **des techniciens-enquêteurs** chargés d'effectuer les prélèvements des polluants, de remplir les différents questionnaires descriptifs détaillés concernant les bâtiments et les occupants et leurs comportements et de remettre les carnets emploi du temps. Leur nombre par région est déterminé en fonction du nombre de sites à enquêter, de leur répartition géographique et de la durée totale de la campagne. Ces techniciens peuvent être issus de la même structure que celle du correspondant local ou d'une ou plusieurs structures différentes.

11 techniciens-enquêteurs ont été formés par l'équipe centrale et chacun des experts pour mener à bien les investigations. Différentes structures ont été sollicitées pour la mise à disposition de ces techniciens enquêteurs : dans la région de Strasbourg, le service de pneumologie des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg (HUS) ; dans le Nord-Pas-de-Calais, l'Institut Pasteur de Lille ainsi qu'un prestataire indépendant ; dans la région d'Aix-Marseille, le CETE Méditerranée.

- **un réseau de laboratoires** d'analyse chargés de mettre en œuvre les protocoles d'analyse développés et de tester leur faisabilité, notamment en ce qui concerne la stratégie d'échantillonnage.

Afin de réduire la variabilité inter-laboratoires des mesures dans le cadre de cette campagne test, un seul laboratoire par substance est intervenu pour l'ensemble des sites investigués. Il s'agit : du Laboratoire Central de la Préfecture de Police (LCPP) pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg pour les allergènes et les endotoxines, du Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris (LHVP) pour les bactéries et les moisissures, du Laboratoire d'Etude des Particules Inhalées (LEPI) pour les fibres minérales, du laboratoire POLLEM du CSTB pour les composés organiques volatils (COV) et les aldéhydes, du laboratoire BIOBAT du CSTB pour l'ergostérol.

Les mesures de monoxyde et dioxyde de carbone (CO et CO<sub>2</sub>) de température et d'humidité n'ont pas, quant à elles, nécessité l'intervention d'un laboratoire. Les données ont été recueillies durant la semaine grâce à des appareils enregistreurs (données fournies par Météo

---

<sup>3</sup> CDHR : Comité Départemental d'Habitat et d'Aménagement Rural

<sup>4</sup> CETE ; Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement

France pour les températures extérieures) et ont été directement traitées à partir d'un support informatique.

Ce réseau sera adapté en fonction de l'organisation de la campagne opérationnelle portant sur 800 lieux de vie.

## **2.2 LA FORMATION DES ACTEURS OPERATIONNELS**

L'ensemble des acteurs opérationnels (techniciens-enquêteurs et correspondants en région) ont été formés aux outils et méthodologies développés au cours de deux sessions de formation (29 janvier-2 février 2001 et 28 janvier - 1<sup>er</sup> mars 2001) afin de pouvoir réaliser les enquêtes sur sites. Ces formations ont été organisées au CSTB et animées par l'équipe centrale de l'Observatoire avec le concours de nombreux experts, notamment ceux ayant participé à l'élaboration des protocoles de prélèvement et d'analyse et des questionnaires descriptifs. Par ailleurs, des formations complémentaires ont été effectuées en région par des membres de l'équipe centrale de l'Observatoire.

Les aspects relationnels dans la conduite de la visite chez les particuliers ont aussi été abordés. Effectué par une sociologue du Laboratoire Mutations Techniques et Sociales du CSTB, un travail de réflexion a été mené afin de préparer les techniciens-enquêteurs à la prise de contact et la prise de rendez-vous, au développement d'argumentaires et les façons de se présenter auprès des personnes enquêtées ainsi qu'aux aspects relationnels pendant la visite.

Le travail a été réalisé à partir : (1) des enseignements capitalisés au cours de deux réunions de groupe rassemblant d'« enquêtés » potentiels auprès desquels a été testé le dépliant présentant la campagne aux particuliers, (2) des retours d'expérience d'une personne visitée et des techniciens-enquêteurs, lors de deux visites réalisées en avant-première, (3) du retour d'expérience des techniciens enquêteurs et correspondants (membres du réseau OQAI), liée à leur activité de recrutement de volontaires pour la visite et, plus largement, à leur savoir-faire professionnel, exposés au cours de la session de formation aux aspects relationnels de la visite, (4) de l'expérience de l'équipe en charge de ce travail sur la conduite d'entretiens auprès des occupants sur des sujets concernant leur habitation.

## **2.3 MISE EN ŒUVRE**

Les investigations, effectuées sur une semaine, ont été menées par deux techniciens-enquêteurs qualifiés qui se sont rendus dans chacun des lieux pour « mesurer » les niveaux de concentration des polluants et décrire les sources potentielles de pollution (bâtiments, matériaux, activité humaine) : installation des instruments de mesurage à l'intérieur et à l'extérieur des lieux de vie, prélèvements d'air, description du lieu et remise d'un questionnaire budget-espace-temps-activité à remplir par le ou les occupant(s) du lieu. Certains appareils ont été laissés une semaine sur place et repris par le technicien enquêteur lors d'une deuxième visite de courte durée.

30 logements dits « renforcés » ainsi que l'ensemble des 9 écoles ont fait l'objet de mesurage pour l'ensemble des paramètres cibles. Des prélèvements supplémentaires ont également été mis en œuvre dans ces lieux pour certaines substances (COV et NO<sub>2</sub>) afin d'estimer les incertitudes de mesure. Les 60 logements restants (dit « logements standards ») ont, quant à eux, fait l'objet de mesurages restreints, n'intégrant pas les paramètres biologiques (allergènes, champignons, bactéries).

### 3 ENSEIGNEMENTS DE LA CAMPAGNE PILOTE

#### 3.1 CONTEXTE ET LIMITATIONS

L'analyse de la campagne « test », d'expérimentation sur le terrain des méthodes d'enquêtes et de mesurages est actuellement en cours. Les premiers résultats sont présentés ci-après. Ils intègrent d'une part *l'évaluation de l'organisation de la collecte des données* (outils et procédures mis en œuvre, aspects logistiques et organisationnels etc.) et d'autre part une *présentation descriptive des données recueillies*.. Le traitement des données se poursuivra dans les prochains mois afin de compléter les premiers résultats présentés.

Il est à noter que, du fait de la nature même de la campagne expérimentale menée (campagne pilote dédiée à tester les outils d'investigation et menée sur un échantillon réduit non représentatif de la situation française), les données présentées sont incomplètes et non généralisables à l'échelle nationale ou celle des régions investiguées. Il est en effet souligné que la non-représentativité de l'échantillon des lieux ayant fait l'objet de l'étude pilote interdit – *a priori*- toute interprétation, extrapolée au-delà de cet échantillon, portant sur les niveaux de concentrations rencontrés. Par ailleurs, les outils d'investigation développés ont été conçus pour une exploitation à une échelle de 800 sites. Le faible nombre de lieux investigués dans cette campagne de test ne permettra ainsi pas de répondre à l'ensemble des questions posées à l'Observatoire QAI.

Enfin, les résultats présentés n'ont pas fait l'objet de validation par les experts des groupes de travail de l'Observatoire QAI et doivent à ce titre être considérés sous réserve.

#### 3.2 EVALUATION DES OUTILS MIS EN ŒUVRE DANS LA CAMPAGNE PILOTE

Ce travail actuellement en cours fait le bilan détaillé des actions menées dans le cadre de la campagne pilote. Il est effectué sur la base de grilles d'évaluation remplies par les laboratoires et les opérateurs locaux ainsi que des premières réflexions menées par les groupes de travail sur les protocoles de mesure. Ce travail met notamment en avant les points qui doivent faire l'objet d'optimisation et donne des pistes d'amélioration pour la future campagne. Les différents points abordés par cette analyse concernent : (1) la préparation de la campagne et la formation des techniciens enquêteurs, (2) les aspects relationnels rencontrés chez les particuliers, (3) la mise en œuvre des différents questionnaires d'enquête, (4) le retour des mesures (envoi et stockage des échantillons, suivi des appareils, saisie informatique en région), (5) l'évaluation des protocoles (prélèvement et analyse) et des matériels, et enfin (6) la validation des données et l'estimation des incertitudes de mesures de ces données (les données sont actuellement en phase de validation selon des critères établis par chacun des groupes de travail « polluant »). L'objectif est de coder l'ensemble des données sur la base de leur validité afin d'identifier les valeurs fiables obtenues sur la base desquelles les analyses statistiques pourront être effectuées).

Le premier bilan de l'enquête pilote a montré que, dans l'ensemble, les outils d'observation développés et testés dans le cadre de la campagne pilote ont bien joué leur rôle et ont été bien acceptés par la population.

Plusieurs points ont été identifiés comme devant faire l'objet d'optimisation (protocole de prélèvement et d'analyse, questionnaires d'enquête, organisation etc.) afin de faciliter le recueil des données et le rendre plus fiable encore. L'ensemble des groupes de travail à l'origine des outils d'investigation est actuellement sollicité pour travailler en ce sens.

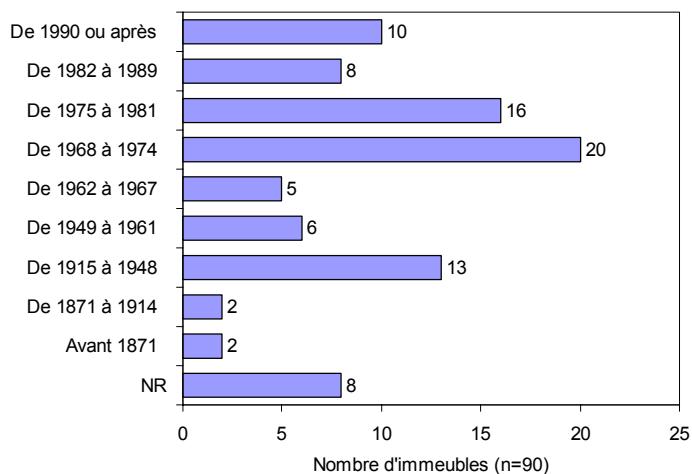
### 3.3 RESULTATS PRELIMINAIRES

#### LES LOGEMENTS

##### 3.3.1 90 logements décrits

La description des logements et des occupants investigués est présentée ci-après. L'échantillon n'étant pas construit pour être représentatif de la situation française, les écarts sont décrits par rapport aux données de l'INSEE (RGP 1999).

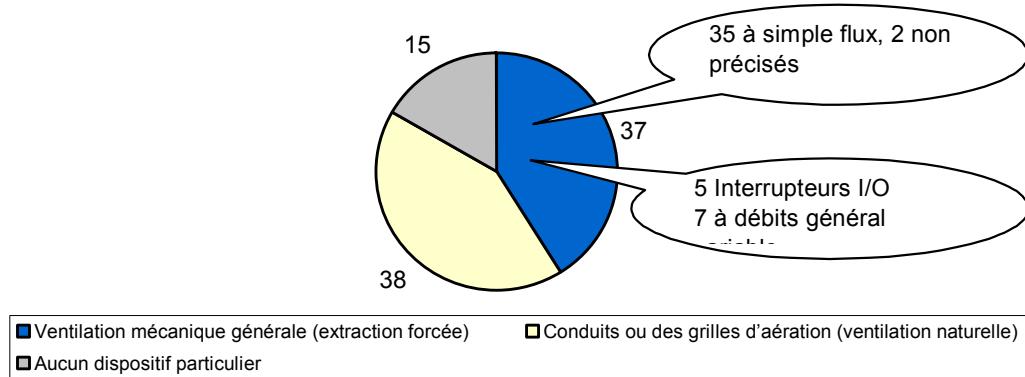
**Type de logement** : les logements enquêtés étaient tous constitués de résidences principales. L'habitat individuel était sous-estimé (31% des logements contre 56% pour la France métropolitaine). Le nombre de pièces par logement était proche des données INSEE mais le taux d'occupation (nombre de personnes par pièce) observé dans l'échantillon était supérieur à la moyenne nationale. Ces écarts aux chiffres du recensement 1999, peuvent être en partie expliqués par le caractère urbain des zones choisies, où l'habitat individuel est probablement moins représenté, et les taux d'occupation des logements plus importants. 20,7% des logements étaient achevés avant 1949, 37,8% entre 1949 et 1974, 19,5% entre 1975 et 1981, 9,8% entre 1982 et 1989, et 12,2% après 1990 (voir Figure 2).



**Figure 2 : Répartition des logements selon la période de construction des immeubles (nombre)**

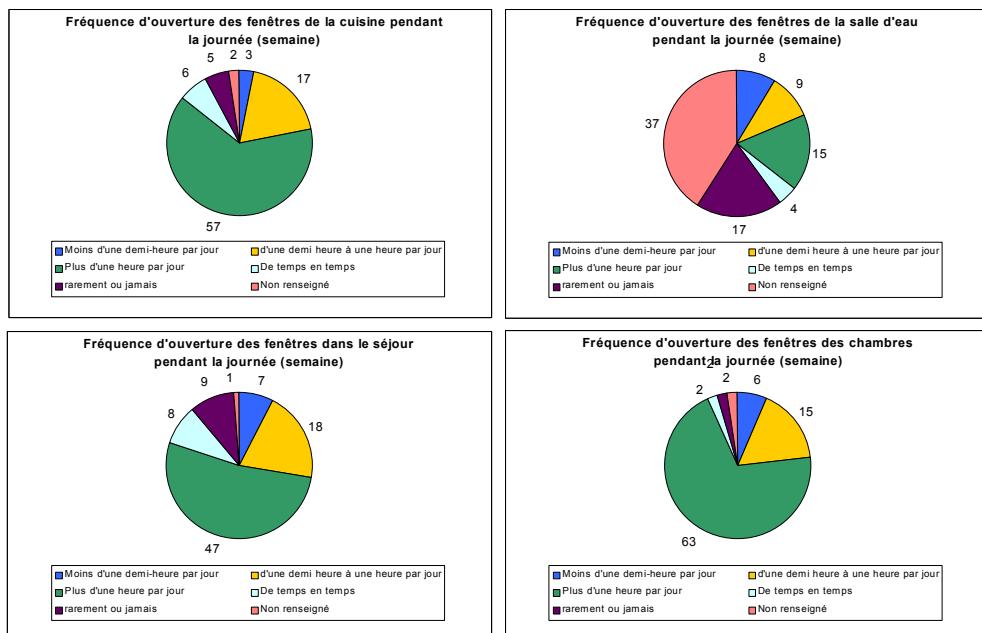
**Energie** : 85 logements étaient équipés de chauffage central, les combustibles les plus utilisés étant le gaz de réseau (69%) et le fioul domestique (24%). Dans la cuisine, les différentes énergies de cuisson étaient assez bien réparties avec une prédominance pour l'énergie électrique (57%). Pour plus de la moitié des logements (56%) l'eau chaude était fournie par des appareils indépendants (chauffe eau, cumulus).

**Aération des logements** : trois logements sur quatre disposaient d'un système de ventilation (Figure 3).



**Figure 3 : Nombre de logements équipés d'un système de ventilation**

La fréquence d'aération des logements par ouverture des fenêtres est plus importante dans les chambres (avec plus d'une heure par jour) pour plus des ¾ des ménages (Figure 4). Venaient ensuite les cuisines et les séjours. Une salle d'eau sur deux était très rarement aérée. Cependant, il faut noter que l'information était manquante pour 37 salles d'eau, résultant probablement de réponses sans objet pour des pièces sans fenêtre. Il existe une grande symétrie du temps d'aération déclaré les jours de semaine et le week-end, et ceci quelle que soit la pièce du logement. Cette redondance d'information peut être le résultat d'un biais de mémorisation, les ménages donnant une information générale de la fréquence d'ouverture des fenêtres.



**Humidité** : Dix-sept (19%) logements avaient subi des infiltrations d'eau au cours des 12 derniers mois, et 8 (9%) avaient fait l'objet d'un dégât des eaux. Des traces d'humidité ont été observées dans 30 (33%) logements. La nature des traces d'humidité observées et leur localisation sont présentées dans le tableau ci après.

Le plus souvent, ces traces correspondaient à des taches noires (73%) et pouvaient être accompagnées de salpêtre (47%) et/ou de moisissures (43%). Dans certains cas, ces traces pouvaient être à l'origine d'odeur (23%) (Tableau 1). C'est dans les chambres qu'étaient observées le plus souvent les tâches d'humidité (57%). Des condensations passagères pouvaient être rapportées dans certains logements. Leur définition a été jugée subjective par les techniciens enquêteurs et devrait être mieux précisée pour la phase opérationnelle.

	Nombre de logements (n=30)	% rapporté aux 30 logements		Nombre de logements (n=30)	% rapporté aux 30 logements
Condensations passagères	7	23%	Cuisine	5	17%
Condensations persistantes	4	13%	Salle d'eau	11	37%
Taches noires, taches d'humidité	22	73%	Séjour	10	33%
Salpêtre, papier peint décollé, peinture cloquée, enduit dégradé	14	47%	Chambre(s)	17	57%
Moisissures, champignons	13	43%	Autre pièce	7	23%
Odeurs	7	23%			

**Tableau 1 : Nature des traces d'humidité observées dans 30 logements et localisation des points d'humidité dans les logements.**

**Matériaux de construction** : Les produits contenant des fibres minérales les plus fréquemment retrouvés étaient la laine minérale en rouleaux (24 logements) et la laine minérale pour canalisation (4 logements).

**Equipements** : Les équipements les plus fréquemment retrouvés étaient respectivement le lave linge (83%) et le four à micro-ondes (66%). Moins d'un ménage sur deux disposait d'un lave vaisselle, et seulement un sur cinq était équipé d'un sèche linge. Parmi les logements collectifs, 62% étaient équipés d'une colonne vide ordures.

**Travaux de rénovation** : Au cours des 12 derniers mois, 54 logements avaient fait l'objet de travaux (achevés ou en cours). Ces travaux concernaient le plus souvent des travaux de peinture, vitrification ou traitement de bois (45%), la pose de papiers peints (36%), de parquets ou de lambris (35%), ou encore de carrelages (13%).

**Qualité et environnement** : Un ménage sur deux se plaignait de nuisances sonores entendues à l'intérieur du logement. Pour un ménage sur quatre, ces nuisances étaient jugées très fréquentes. Les nuisances pouvaient être perçues la nuit (fenêtres fermées) ou le jour. Globalement, un ménage sur deux jugeait l'isolation phonique du logement médiocre.

Quarante deux ménages (47%) se plaignaient quant à eux de gênes occasionnées par des odeurs provenant de l'extérieur. Le plus souvent ces odeurs avaient pour origine des usines ou des commerces.

**Diagnostic CO :** Un logement sur deux (56,2%) disposait d'appareils de chauffage à combustion. Les trois quarts (76,1%) de ces appareils utilisaient le gaz naturel ou le GPL comme combustible, et les deux tiers (64,0%) étaient raccordés à un conduit de cheminée. Aucun n'a été jugé vétuste par le technicien enquêteur. Le tuyau de raccordement était dégradé dans 3 logements et déboîté dans 2.

Treize logements étaient équipés de chauffe eau à gaz, dont 11 étaient raccordés à un conduit de fumée.

L'entretien des appareils à combustion avait été réalisé par un professionnel depuis moins d'un an pour 70% des logements. Les conduits de fumée des éléments raccordés avaient été ramonés pour 76% des logements.

### 3.3.2 90 ménages et 272 personnes enquêtées

**Typologie :** 90 ménages ont participé à cette étude de faisabilité, représentant 272 personnes de 0 à 85 ans. Les enfants (moins de 10 ans) représentaient 15,4% de la population, les adolescents (10 à 15 ans) 9,6%, et les adultes (15 ans et plus) 75%. Ces ménages sont pour plus de la moitié des couples avec des enfants, montrant un déséquilibre de l'échantillon vers les familles avec un ou plusieurs enfants. La part des ménages constitués d'une personne seule était de 13,3% (comparé à 31% dans le recensement 1999). La part des propriétaires était moins importante que celle observée dans les données INSEE (28% versus 55%). Enfin aucun ménage de moins de 30 ans n'avait accédé à la propriété et parmi les plus de 15 ans, la part de chômeurs était de l'ordre de 12%, valeur identique à celle retrouvée dans la population générale. Parmi les 90 ménages, 39 (43%) avaient au moins un occupant qui présentait de l'asthme ou des troubles respiratoires, allergiques ou chroniques. Pour 13 de ces ménages, les personnes concernées étaient des enfants de moins de 10 ans.

**Activités :** les occupants de 36 (40%) logements déclaraient fumer à l'intérieur du logement. Parmi les produits d'entretien, ceux qui étaient utilisés le plus fréquemment par les ménages étaient les produits nettoyant pour les murs et le sol. Les désodorisants et parfums d'intérieur sont soit utilisés régulièrement par les ménages soit jamais utilisés. Globalement peu de ménages déclaraient utiliser des insecticides : 7 (7,9%) ménages utilisaient en permanence des pièges ou poudres, et 12 (13,5%) des produits antimites.

Le plus souvent, les ordures ménagères étaient stockées dans une pièce du logement (83%) (la cuisine (89%)). Les ménages déclaraient sortir les poubelles tous les jours (69,7%), ou deux à trois fois par semaine (28%).

**Animaux domestiques :** des animaux domestiques étaient présents auprès de 50 (55,5%) ménages. Trente neuf (43%) ménages étaient en possession de chiens et/ou de chats.

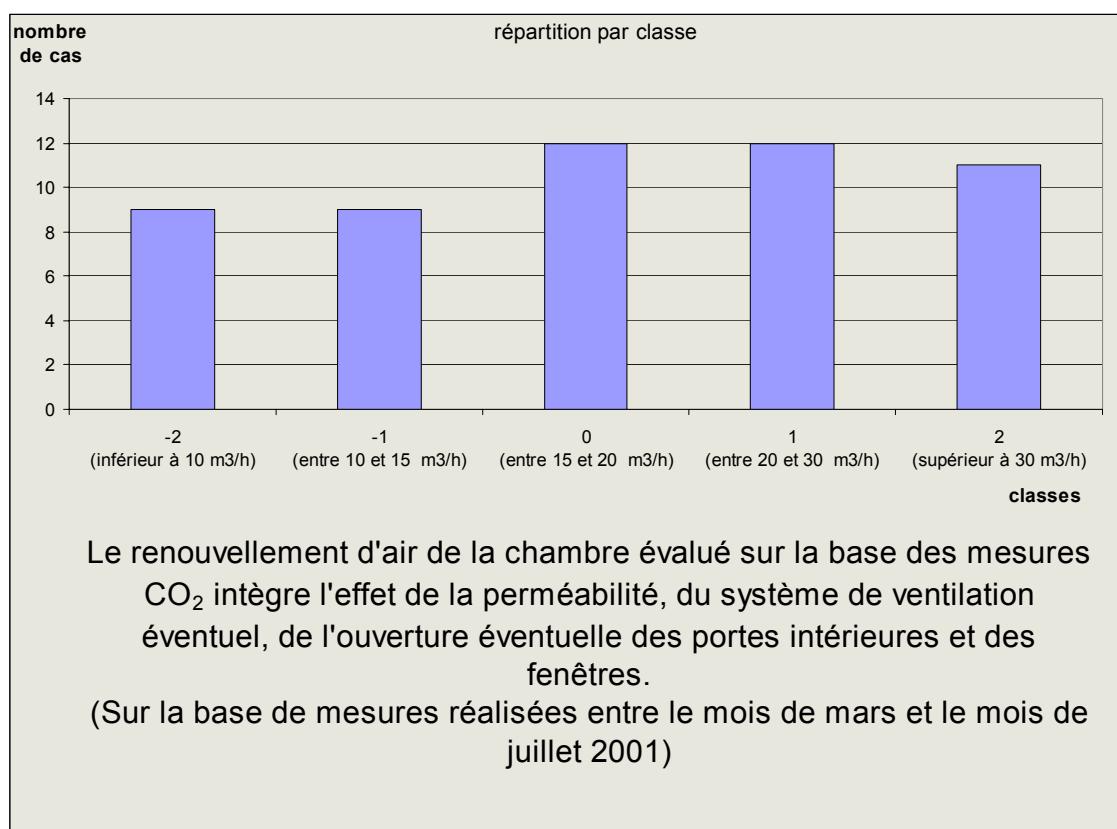
**Budget espace temps activités :** Le temps de présence moyen dans le logement était de 14 heures. Ce temps restait constant d'un jour à l'autre de la semaine. Le temps passé à l'intérieur du logement était différent d'une région à l'autre, variant de 11 heures pour la région d'Aix Marseille à 15 heures pour les deux autres régions. Si la différence de climat dans ces régions peut être à l'origine de cet écart, il faut cependant noter que les semainiers étaient moins bien renseignés dans la région d'Aix Marseille que dans les deux autres régions.

### 3.3.3 1 400 000 mesures concernant 13 paramètres

Les données environnementales concernant les paramètres chimiques ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ , composés organiques volatils et aldéhydes), microbiologiques (bactéries, moisissures, acariens, allergènes de chats et de chiens) et physiques (fibres minérales artificielles, température, humidité relative) sont actuellement en phase finale de validation et d'estimation des incertitudes de mesures associées. Ainsi, l'analyse des teneurs bactériennes, du  $\text{NO}_2$  tout comme celles des fibres minérales artificielles sont en cours de traitement, les résultats ne sont donc pas présentés.

#### Renouvellement d'air : des disparités importantes

Une approche du renouvellement d'air dans les chambres ( $n=53$ ) a été effectuée sur la base des mesures de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ). Les résultats (figure ci-dessous) montrent une répartition équilibrée entre différentes classes de renouvellement d'air. La classe 15-20  $\text{m}^3/\text{h}$  est considérée convenable pour une chambre.



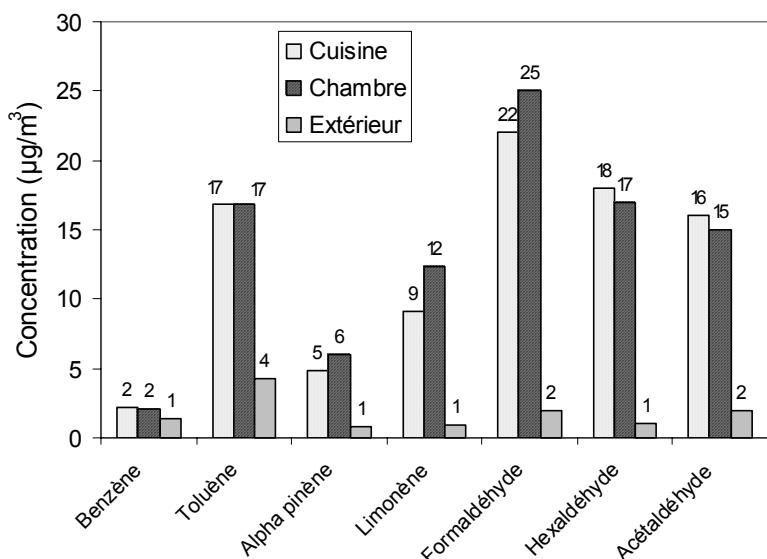
On s'aperçoit que de nombreux logements ont des renouvellements importants (supérieurs à 20 et à 30  $\text{m}^3/\text{h}$ ) qui correspondent souvent à l'ouverture de fenêtres. Ceci est confirmé par l'allure hebdomadaire du signal  $\text{CO}_2$  pour les cas extrêmes. Il y a également un aspect d'ouverture des portes intérieures qui n'est pas maîtrisé et qui a tendance à augmenter le renouvellement d'air de la chambre par brassage de l'air du logement sans que cet air soit de l'air « neuf » ou venant directement de l'extérieur.

Il faut noter que le nombre de logements est trop faible pour pouvoir en tirer des conclusions. De plus, l'effet saison est très marqué. Les mesures sont en effet réalisées entre mars et juillet avec notamment la région P.A.C.A. où la pratique d'ouverture nocturne de fenêtres apparaît clairement. Le même échantillon au cœur de l'hiver pourrait donc donner des résultats sensiblement différents.

## Des pollutions majoritairement endogènes

Les premiers résultats obtenus dans le cadre de la campagne pilote confirment le fait qu'il existe une spécificité de la pollution à l'intérieur des logements avec notamment un certain nombre de substances retrouvées uniquement dans les environnements intérieurs ou avec des concentrations plus élevées à l'intérieur par rapport à l'air extérieur.

Les ratios  $C_{\text{Cuisine}} / C_{\text{ext}}$  ou  $C_{\text{Chambre}} / C_{\text{ext}}$  des composés organiques volatils (hors aldéhyde) sont tous supérieurs ou égaux à 1 avec des valeurs allant de 1 (isopropyl acétate, 2 éthoxyéthyl acétate, 111-trichloroéthane, 2 éthoxyéthanol, cyclohexane) à 14.4 (limonène). Pour exemple, les concentrations en benzène, toluène, alpha pinène et limonène, dans la cuisine, la chambre et à l'extérieur du logement (moyenne géométrique) sont présentées dans la Figure 5. La comparaison des valeurs de concentration par le test non paramétrique de Wilcoxon confirme la différence significative entre les concentrations intérieures des chambres et des cuisines avec celles mesurées à l'extérieur pour l'ensemble des composés exceptés pour ceux pour lesquels les valeurs intérieures et extérieures sont proches de la limite de détection (isopropyl acétate, 2 éthoxyéthyl acétate, 111-trichloroéthane, éthoxyéthanol et cyclohexane) et présentant un ratio  $C_{\text{int}} / C_{\text{ext}}$  proche de 1. La plupart des composés organiques volatils mesurés sont ainsi majoritairement présents dans les environnements intérieurs.



**Figure 5 :** Concentrations (moyenne géométrique) en Benzène, Toluène, Alpha pinène, Limonène, formaldéhyde, Hexaldéhyde et Acétaldéhyde dans la cuisine, la chambre et à l'extérieur des logements ( $n = 57$ ).

Les aldéhydes montrent également des ratios  $C_{\text{Cuisine}} / C_{\text{ext}}$  ou  $C_{\text{Chambre}} / C_{\text{ext}}$  tous supérieurs à 1 avec des valeurs allant de 1 (isovéraldéhyde) à 16.7 (hexaldéhyde). Les exemples du formaldéhyde, de l'hexaldéhyde et de l'acétaldéhyde sont présentés dans la Figure 5. Seules les concentrations intérieures d'isovéraldéhyde montrent une différence non significative avec les concentrations extérieures (test non paramétrique de Wilcoxon), indiquant que ce composé pourrait avoir une origine plutôt extérieure au bâtiment.

Le plus souvent à des concentrations inférieures à  $0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$ , les résultats du monoxyde de carbone montrent que les valeurs les plus élevées en fréquence et en niveau sont rencontrées à l'intérieur des logements.

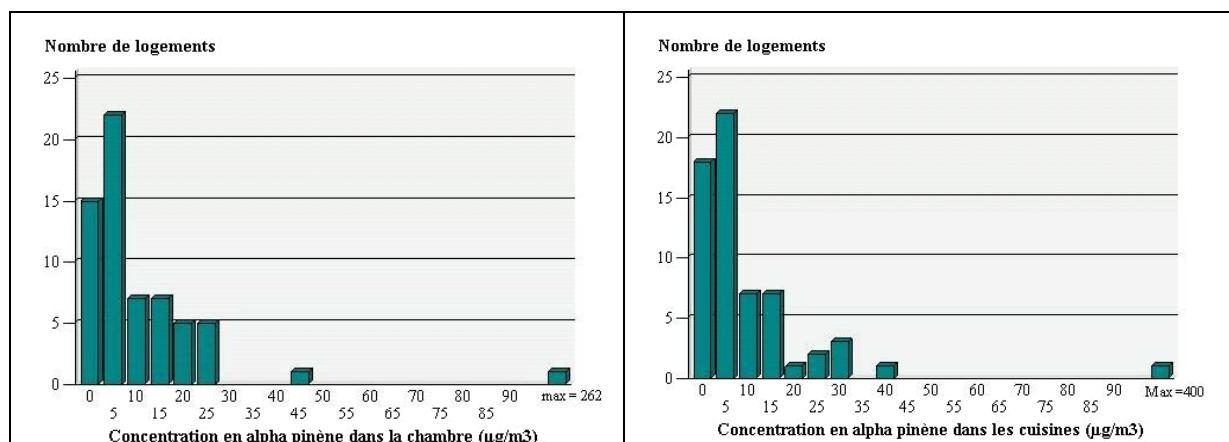
Les allergènes d'animaux (acariens, chat et chien) sont, quant à eux, caractéristiques des environnements intérieurs.

## Composés organiques, une situation contrastée

### ❖ Composés organiques volatils (hors aldéhydes)

Choisis en fonction de leur fréquence d'apparition dans les études antérieures sur le sujet, de leur toxicité ainsi qu'en tant que traceur d'une source de pollution spécifique, 23 composés organiques volatils (hors aldéhyde) ont fait l'objet d'une quantification spécifique sur une semaine (mesurage intégré) dans 63 logements.

Les concentrations mesurées sont généralement faibles avec 41 % et 39% des valeurs inférieures aux limites de détection ( $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dans les cuisines et les chambres respectivement. Cependant les concentrations à l'intérieur des logements montrent une large gamme s'étalant entre 1 (limite de détection) et  $400\mu\text{g}/\text{m}^3$  (alpha pinène, o-xylène) dans les cuisines et  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $293\mu\text{g}/\text{m}^3$  (1,4 dichlorobenzène) dans les chambres avec une majorité de valeurs inférieures à  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  (90<sup>ème</sup> percentile compris entre  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  (111-trichloroéthane) et  $49\mu\text{g}/\text{m}^3$  (limonène) pour les cuisines et  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $41\mu\text{g}/\text{m}^3$  (toluène) dans les chambres). La distribution des logements en fonction des concentrations mesurées dans les chambres et les cuisines est présentée pour exemple dans la Figure 6 pour l'alpha pinène.



**Figure 6:** Nombre de logements en fonction de la concentration en alpha pinène dans les chambres et les cuisines ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Les valeurs les plus élevées sont observées pour l'alpha pinène ( $400$  et  $262\mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les cuisines et les chambres), l'o-xylène ( $400\mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les cuisines), le toluène ( $370$  et  $145\mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les cuisines et les chambres), le 1,4-dichlorobenzène ( $293$  et  $174\mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les chambres et les cuisines), l'undécane ( $146$  et  $126\mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les chambres et les cuisines), le limonène ( $112$  et  $71\mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les cuisines et les chambres), le trichloroéthylène ( $106\mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les cuisines), le décane ( $105$  et  $85\mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les chambres et les cuisines) et le tétrachloroéthylène ( $74$  et  $70\mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les chambres et les cuisines).

L'origine de ces composés peut être estimée à partir des données de la littérature (cf Tableau 2). Leur présence peut ainsi refléter des pollutions ponctuelles provenant de produits d'utilisation courante (désodorisant, parfum d'intérieur, produits d'entretien, anti mite, insecticides) ou des produits de construction, de bricolage et de décoration (White spirit, peinture, vernis, colles) ou issus d'activités liées au nettoyage à sec des vêtements et tissus d'ameublement.

Exceptés le 2-butoxyéthanol, le 2 éthoxyéthyl acétate, le 2 éthyl-1-hexanol, l'isopropyl acétate et le styrène, tous les composés mesurés sont également présents dans l'air extérieur à des valeurs comprises entre 1 µg/m<sup>3</sup> (limite de détection) et 75 µg/m<sup>3</sup> avec des valeurs généralement faibles (90<sup>ème</sup> percentile compris entre 1 et 9 µg/m<sup>3</sup> et 69% des mesures inférieures aux seuils de détection).

PARAMETRES	SOURCES
(+/-) alpha pinène	Désodorisant, parfum d'intérieur, produit d'entretien
1,4 dichlorobenzène	Anti-mite, désodorisant, taupicide
111-trichloroéthane	Formulation de colle
124-triméthylbenzène	Solvant pétrolier, carburants, goudrons, vernis
1-methoxy-2-propanol	Laques, peintures, vernis, savons, cosmétiques
2-butoxyéthanol	Peintures, vernies, fongicide, herbicide, traitement du bois, calfatage siliconé
2-ethoxyéthanol	Peinture, laques, vernis
2-éthoxyéthyl acétate	
2-éthyl-1-hexanol	Solvant aqueux
Benzène	Carburants, fumée de cigarette, produits de bricolage, ameublement, produits de construction et de décoration
Butyl acétate	Parquet, solvant
cyclohexane	Peintures, vernis, colles
Décane	White-spirit, colles pour sol, cire, vernis à bois, nettoyant sol, moquettes, tapis
Ethyl benzène	Automobile, cire
Isopropyl acétate	
Limonène	Désodorisant, parfum d'intérieur, cire, nettoyant sol
mp-xylène	Peinture ; vernis, colles, insecticides
o-xylène	
styrène	Matière plastique, matériaux isolants, automobile, fumée de cigarette
tétrachloroéthylène	Nettoyage à sec, moquettes, tapis
toluène	Peinture, vernis, colle, encres, moquettes, tapis, calfatage siliconé, vapeur d'essence
Trichloroéthylène	Peintures, vernis, colles, dégraissant métaux
undécane	White-spirit, colles pour sol, cire, vernis à bois, nettoyant sol

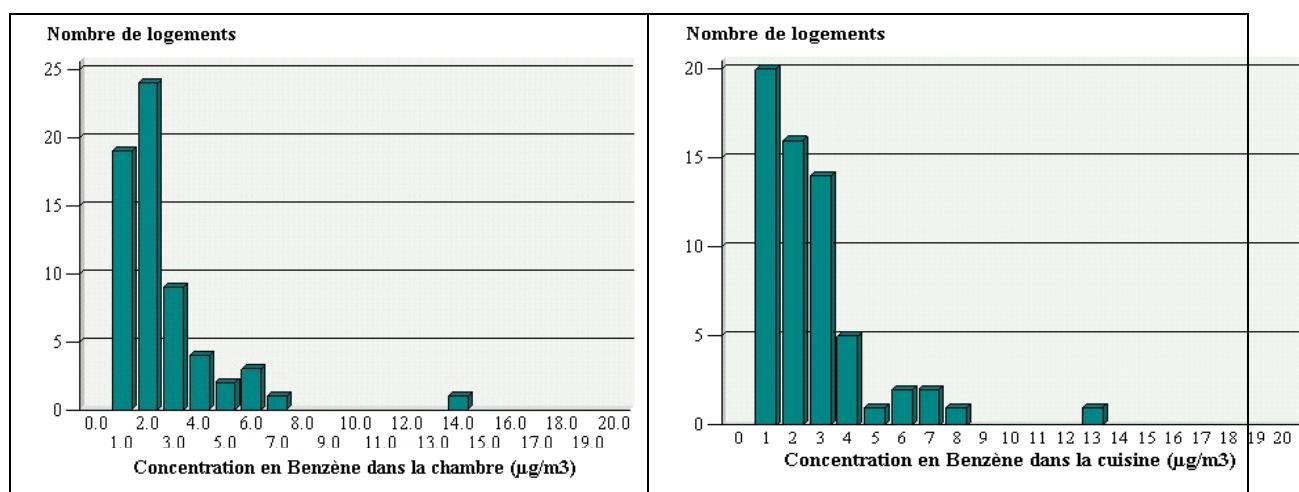
**Tableau 2 : Sources spécifiques potentielles liées aux composés organiques volatils cibles mesurés dans le cadre de la campagne pilote (données de la littérature)**

## Quelques exemples

- **Le benzène** : émis par la fumée de cigarette, les véhicules (air extérieur, garage attenant au logement), les produits de bricolage (feutres, adhésifs), l'ameublement et les produits de construction et de décoration, ce composé est classé cancérogène avéré (classe 1) par le CIRC<sup>5</sup>. L'OMS<sup>6</sup> considère un niveau d'excès de risque unitaire (ERU<sup>7</sup>) de  $6.10^{-6}$  pour une exposition vie entière à  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  à cette substance (voir les concentrations associées aux ERU de  $10^{-6}$ ,  $10^{-5}$  et  $10^{-4}$  dans le tableau ci-après).

Les valeurs mesurées dans les cuisines et les chambres vont de la limite de détection ( $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) à 13 et  $14\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivement avec un logement sur deux présentant des valeurs dans les chambres supérieures à  $2\mu\text{g}/\text{m}^3$  et 10% des logements présentant des valeurs supérieures à  $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ . (Voir Figure 7). Le nombre de cuisines et de chambres présentant des niveaux de concentrations supérieurs ou égaux aux concentrations associées aux excès de risque unitaire (ERU) de  $10^{-6}$ ,  $10^{-5}$  et  $10^{-4}$  est présenté dans le Tableau 3. 61 logements ont des concentrations, à la fois dans la cuisine et la chambre, supérieures à  $0.17\mu\text{g}/\text{m}^3$  (correspondant à un ERU de  $10^{-6}$ ). 35 ont des valeurs supérieures à  $1.67\mu\text{g}/\text{m}^3$  (correspondant à un ERU de  $10^{-5}$ ) dans ces deux pièces.

Par ailleurs, les concentrations trouvées à l'intérieur de la cuisine et de la chambre sont 1.6 et 1.5 fois plus élevées que dans l'air extérieur où les concentrations vont de la limite de détection à  $8\mu\text{g}/\text{m}^3$  (90% des valeurs étant inférieures à  $3\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



**Figure 7 : Nombre de logements en fonction de la concentration en benzène dans les chambres et dans les cuisines ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

<sup>5</sup> CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer

<sup>6</sup> OMS : Organisation Mondiale de la Santé (WHO), Air Quality Guidelines for Europe, second edition, WHO Regional Publications, Europeazn Series N°91, 2000.

<sup>7</sup> ERU : Probabilité d'occurrence de cas de cancer ayant pour origine le polluant considéré dans une population exposée pendant 70 ans à une concentration atmosphérique donnée.

Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour un ERU vie entière de :			
Excès de risque vie entière (ERU)	1/10 000	1/ 100 000	1/1 000 000
Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (C)	16.67	1.67	0.17
Nbre de cuisines $\geq$ C	0	38	62
Nbre de chambres $\geq$ C	0	39	63

**Tableau 3 : Concentrations de benzène en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  correspondant à un excès de risque unitaire vie entière de  $10^{-6}$   $10^{-5}$  et  $10^{-4}$  respectivement et nombre de cuisines et de chambres dont les concentrations sont supérieures à ces valeurs**

- **Le trichloroéthylène** : composé émis par les peintures, vernis, les colles et en tant que dégraissant de métaux, le trichloroéthylène est classé comme cancérogène probable chez l'homme (classe 2A) par le CIRC. L'OMS considère un niveau d'excès de risque unitaire de  $4.3.10^{-7}$  pour une exposition vie entière à  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  à cette substance (voir les concentrations associées aux ERU de  $10^{-6}$ ,  $10^{-5}$  et  $10^{-4}$  dans le tableau ci-après).

51% des valeurs sont inférieures à la limite de détection et 90% des logements présentent des concentrations intérieures inférieures à  $6\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les concentrations trouvées à l'intérieur des cuisines et des chambres sont 1.6 et 1.7 fois plus élevées que dans l'air extérieur où les concentrations sont faibles (77% en dessous de la limite de détection et 90% des valeurs inférieures à  $9\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). De fortes valeurs sont observées ponctuellement à l'intérieur ; elles peuvent atteindre 42 et  $106\mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les chambres et les cuisines respectivement. Le nombre de cuisines et de chambres présentant des niveaux de concentrations supérieurs ou égaux aux concentrations associées aux ERU de  $10^{-6}$   $10^{-5}$  et  $10^{-4}$  est présenté dans le Tableau 4. Neuf de ces logements ont des concentrations supérieures à  $2.33\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ERU de  $10^{-6}$ ) à la fois dans la chambre et la cuisine.

Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour un ERU vie entière de :			
Excès de risque vie entière (ERU)	1/10 000	1/100 000	1/1 000 000
Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (C)	232,56	23,26	2,33
Nbre de cuisines $\geq$ C	0	1	12
Nbre de chambres $\geq$ C	0	1	15

**Tableau 4 : Concentrations de trichloroéthylène ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) correspondant à un excès de risque unitaire vie entière de  $10^{-6}$   $10^{-5}$  et  $10^{-4}$  respectivement et nombre de cuisines et de chambres dont les concentrations sont supérieures à ces valeurs**

- **Le tétrachloroéthylène** : utilisé comme solvant dans les activités de nettoyage à sec (proximité d'un pressing ou de vêtements ou tissus récemment nettoyés), ce composé est classé par le CIRC comme cancérogène probable pour l'homme (classe 2A). L'OMS recommande de ne pas dépasser  $250\mu\text{g}/\text{m}^3$  comme niveau d'exposition sur une année.

Présent dans les cuisines et les chambres avec des concentrations allant de 0.7 (<limite de détection) à 70 et  $74\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivement, le tétrachloroéthylène montre des niveaux de concentration généralement faibles (90% des logements ont des niveaux inférieurs à  $4\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Dans aucun des logements, les concentrations mesurées sur une semaine ne dépassent la valeur de recommandation de l'OMS sur une année d'exposition. Les concentrations trouvées à l'intérieur de la cuisine et de la chambre sont 1.4 et 1.7 fois plus élevées que dans l'air extérieur où les concentrations vont de 1 à  $75\mu\text{g}/\text{m}^3$  avec 90% des valeurs inférieures à  $1.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

- **Le styrène** : émis par la fumée de cigarette et les véhicules et contenu dans les matières plastiques et les isolants, ce composé est classé par le CIRC comme cancérogène possible pour l'homme (classe 2B). L'OMS recommande de ne pas dépasser de  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$  comme niveau d'exposition sur une semaine.

Les valeurs mesurées sont faibles : plus de 70% des valeurs sont inférieures à la limite de détection et 90% des logements présentent des concentrations intérieures inférieures à  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , les valeurs les plus élevées étant de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  largement en dessous des valeurs de recommandation de l'OMS. Les concentrations trouvées à l'intérieur de la cuisine et de la chambre sont 1.3 fois plus élevées que dans l'air extérieur où les concentrations sont proches de la limite de détection.

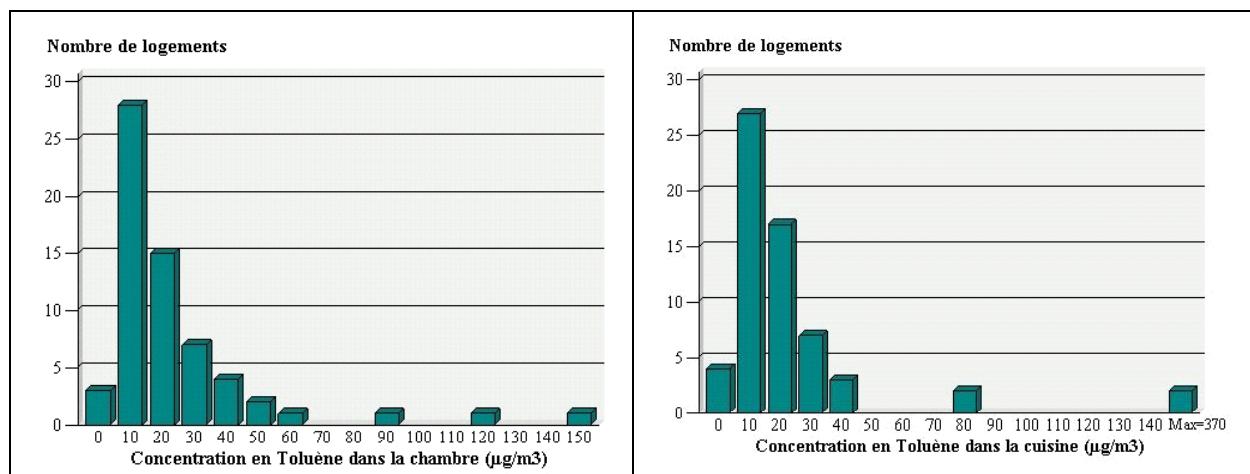
- **Les éthers de glycol** : utilisés dans les solvants des produits dits « à l'eau », les éthers de glycol sont présents dans les peintures, les encres, vernis, produits d'entretien et cosmétiques. Il n'existe pas à ce jour de recommandations spécifiques relatives aux teneurs dans l'air. Certaines de ces substances sont réglementées par rapport à leur teneur maximum dans les produits ou leur interdiction d'emploi.

Trois éthers de glycols ont été mesurés dans le cadre de la campagne pilote (1-méthoxy-2 propanol, 2-butoxyéthanol et 2-éthoxyéthanol). Les concentrations mesurées en 2-butoxyéthanol et 2-éthoxyéthanol sont généralement faibles avec 80 à 90% des valeurs inférieures aux limites de détection pour l'ensemble des sites de prélèvements (intérieur et extérieur). Les valeurs les plus fortes observées sont, pour le 2-butoxyéthanol,  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (cuisines) et  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (chambres) et, pour le 2-éthoxyéthanol,  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (cuisine) et  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (chambres). Les ratios  $C_{\text{Int}}/C_{\text{ext}}$  sont proches de 1.

Le 1-méthoxy-2 propanol présente des valeurs plus élevées (1 à  $48.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les cuisines et 1 à  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les chambres) avec 90% des logements présentant des valeurs inférieures à 11 et  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les cuisines et les chambres respectivement. Le ratio  $C_{\text{Int}}/C_{\text{ext}}$  est de 2.5.

- **Le toluène** : utilisé comme solvant dans les peintures, vernis, colles et encres ce composé est également un constituant de certains carburant et solvants pétroliers. L'OMS recommande de ne pas dépasser  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$  comme niveau d'exposition sur 1 semaine.

Présent de manière ubiquitaire dans les chambres et les cuisines, le toluène présente des valeurs allant de la limite de détection à  $370$  et  $145 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les cuisines et les chambres respectivement avec 90% des logements présentant des valeurs inférieures à  $36$  et  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les cuisines et les chambres respectivement (Figure 8). Un seul logement présente des concentrations dans la cuisine supérieures à la valeur de recommandation de l'OMS. Les concentrations trouvées à l'intérieur de la cuisine et de la chambre sont 3.8 et 4 fois plus élevées que dans l'air extérieur où les concentrations vont de 1 à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  avec 90% des valeurs inférieures à  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Figure 8:** Nombre de logements en fonction de la concentration en toluène dans les chambres et les cuisines ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

### ❖ Aldéhydes

7 aldéhydes cibles ont été mesurés et validés dans 88 logements la campagne pilote.

PARAMETRES	SOURCES
Formaldéhyde	Photochimie, panneaux de particules, panneaux de fibres, panneaux de bois brut, émissions des livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, fumée de cigarettes, photocopieurs
Acétaldéhyde	Photochimie, fumée de cigarettes, photocopieurs, panneaux de bois brut, panneaux de particules
Benzaldéhyde	Peintures à phase solvant, photocopieurs, parquet traité
Héxaldéhyde	Panneaux de particules, émissions des livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, produit de traitement du bois (phase aqueuse), panneaux de bois brut
Isobutyraldéhyde/butyraldéhyde	Photocopieurs
Isovéraldéhyde	Parquet traité, panneaux de particules
Valéraldéhyde	Emissions des livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, panneaux de particules

**Tableau 5 :** Sources spécifiques potentielles liées aux aldéhydes cibles mesurés dans le cadre de la campagne pilote (données de la littérature)

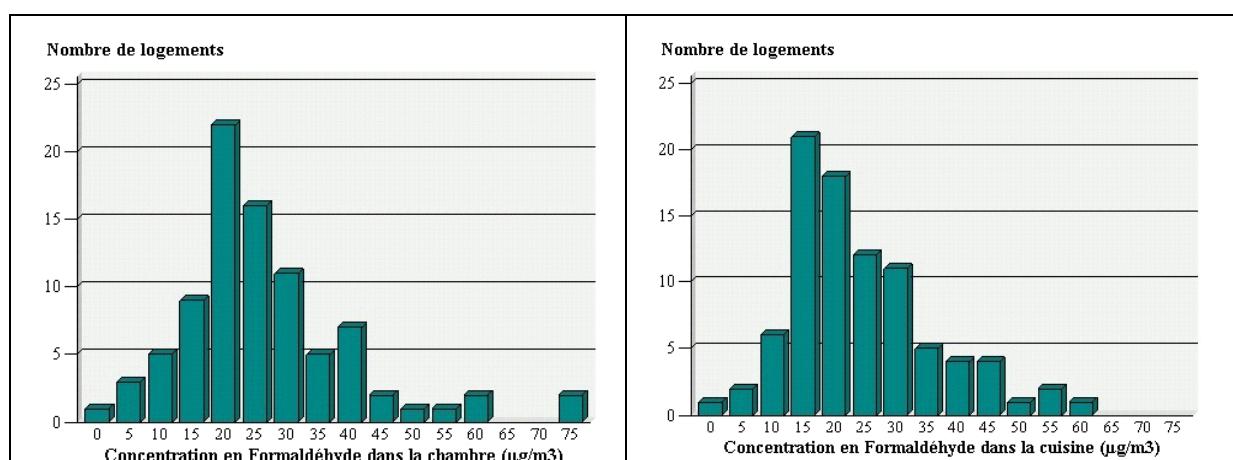
Tous les composés sont représentés à l'intérieur. Les gammes de concentrations mesurées vont de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (limite de détection) à  $106 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (hexaldéhyde) dans les cuisines et  $1$  à  $138 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les chambres avec des valeurs majoritairement inférieures à  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (90<sup>ème</sup> percentile compris entre 1 (benzaldéhyde) et  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (acétaldéhyde) dans les cuisines et 2 (formaldéhyde) à  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (formaldéhyde et hexaldéhyde) dans les chambres). 13% et 11% des valeurs sont inférieures à la limite de détection. Le benzaldéhyde présente notamment des valeurs faibles avec 60 à 80% des valeurs inférieures à la limite de détection.

Les concentrations les plus élevées concernent l'hexaldéhyde ( $106$  et  $138 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les cuisines et les chambres respectivement), le formaldéhyde ( $60$  et  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les cuisines et les chambres respectivement) et l'acétaldéhyde ( $48$  et  $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les cuisines et les chambres respectivement). Sur la base des données de la littérature disponibles sur les sources spécifiques liées à ces composés (cf. Tableau 5), les sources impliquées pourraient être l'ameublement, la fumée de cigarette et les appareils à combustion.

Excepté le benzaldéhyde qui présente 94% de ces valeurs inférieures à sa limite de détection, les aldéhydes mesurés sont tous présents dans l'environnement extérieur au bâtiment avec des concentrations allant de 1 (limite de détection) à 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les valeurs sont généralement faibles (90<sup>ème</sup> percentile allant de 1 à 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et 30% des valeurs inférieures aux limites de détection.

- **Le formaldéhyde** : émis par les produits de construction et de décoration (bois agglomérés et contreplaqués, textiles, résines, matériaux d'isolation, tissus d'ameublement), l'ameublement, la fumée de cigarette, les cosmétiques, les sources de combustion (chauffage, appareils de cuisson, véhicules automobiles), ce composé est odorant et irritant. Il est classé comme cancérogène probable chez l'homme (classe 2A) par le CIRC. L'OMS recommande de ne pas dépasser 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  comme valeur d'exposition sur 30 $\mu\text{m}$ .

Présent dans tous les logements (n=88) pour lesquels les mesurages ont été validés, le formaldéhyde présente des concentrations allant de 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à 60 et 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (cuisine et chambre respectivement) avec un logement sur deux contenant des concentrations supérieures à 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et 10% des logements dont les concentrations sont supérieures à 41  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (voir Figure 9). Les concentrations trouvées à l'intérieur de la cuisine et de la chambre sont 8 à 9 fois plus élevées que dans l'air extérieur où les concentrations sont faibles (74% de valeurs inférieures à la limite de détection et 90% des valeurs inférieures à 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



**Figure 9:** Nombre de logements en fonction de la concentration en formaldéhyde dans les chambres et les cuisines ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

### Monoxyde de carbone, de très nombreuses données à affiner

Le monoxyde de carbone était mesuré en continu pendant les 7 jours d'étude selon un pas de temps de 5 minutes. Les concentrations ont été rassemblées sur des pas de temps de 15 minutes, 1 heure et 8 heures.

Quel que soit le pas d'intégration (15min, 1h ou 8h), 75% des valeurs mesurées dans les logements restent inférieures à 0.1  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Les valeurs maximales mesurées ne dépassent pas 62.1  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Une analyse plus fine permettra de faire ressortir dans quelle proportion les sources de combustion et le tabagisme sont un déterminant des valeurs les plus élevées.

## Bio contamination : des niveaux variables

30 logements ont fait l'objet de mesurages ponctuels (de 2min à 1h) de champignons et moisissures, de bactéries et d'allergènes d'animaux.

### ❖ Champignons et moisissures

Le dénombrement et l'identification des spores mycéliennes de l'air (et de surface en cas de contamination) ainsi que l'échantillonnage et le dosage de la biomasse fongique aéroportée (ergostérol) ont été menés.

Les concentrations d'ergostérol mesurées et validées dans 10 logements varient entre 0 et 6.47 ng/m<sup>3</sup>. Plusieurs situations sont observées :

- Les valeurs d'ergostérol, extérieures et intérieures, sont nulles pour 3 logements.
- Pour 4 sites, les concentrations extérieures et intérieures ne sont pas significativement différentes. Le local évalué est a priori exempt de sources endogènes fongiques. Les champignons microscopiques présents dans l'air intérieur sont principalement issus de l'extérieur. Le niveau de contamination atteint dans ces environnements est alors essentiellement le résultat de variations saisonnières (les concentrations fongiques extérieures les plus importantes sont relevées entre mai et septembre).
- 4 sites présentent une teneur à l'intérieur plus faible qu'à l'extérieur. Le système de ventilation et éventuellement de climatisation assure dans le cas de ces logements une réduction d'environ 50% de la pollution fongique extérieure.
- Dans le cas d'un logement, la concentration intérieure est deux fois plus importante que le niveau de contamination extérieur. Il doit exister une source dans le local : matériaux contaminés, plantes ou encore une contamination du système de ventilation.

Les fréquences d'apparition des différents genres de moisissure dans les 30 logements investigués sont présentées dans le Tableau 6. La flore fongique est très polymorphe avec une majorité de *Cladosporium*, d'*Aspergillus* et de *Penicillium sp.*

	Intérieur		Extérieur	
	N	%	N	%
<i>Alternaria</i>	9	30	13	43
<i>Aspergillus flavus</i>	3	10	1	3
<i>Aspergillus fumigatus</i>	9	30	9	30
<i>Aspergillus niger</i>	1	3	3	10
<i>Aspergillus ochraceus</i>	4	13	1	3
<i>Aspergillus versicolor</i>	12	40	5	17
<i>Aspergillus sp.</i>	2	7	2	7
<i>Chaetomium</i>	2	7	1	3
<i>Cladosporium sp.</i>	26	87	25	83
<i>Mucor</i>	4	13	2	7
<i>Penicillium sp.</i>	25	83	20	67
<i>Ulocladium</i>	5	17	11	37

N = Nombre de logements dans lesquels une moisissure a été identifiée.

% = Proportion de logements dans lesquels une moisissure a été identifiée.

**Tableau 6 : Répartition des moisissures par genre dans l'ensemble des logements pour lesquels ces mesurages ont été effectués (n=30)**

### ❖ *Allergènes*

Les allergènes de chat (*Feld I*) et de chien (*Can f I*) ont été mesurés dans l'air de 30 logements. Les allergènes d'acariens (*Der p I* et *Der f I*) ont, quant à eux, été mesurés dans les poussières de matelas.

Les concentrations en allergènes de chiens (90% des logements avec des concentrations situées entre 0.4 et 7.28 ng/m<sup>3</sup>) sont en moyenne supérieures aux concentrations en allergènes de chat (90% des logements avec des concentrations situées entre 0.09 et 4.20 ng/m<sup>3</sup>). Les maxima observés sont de 11.84 et 7.55 ng/m<sup>3</sup> pour les allergènes de chien et de chat respectivement.

En ce qui concerne les acariens (*Der f I* + *Der p I*), les valeurs sont comprises entre la limite de détection (0.01 et 0.02 µg/g pour *Der f I* et *Der p I* respectivement) et 161.15 µg/g pour le maximum, avec un logement sur deux inférieur à 0.6 µg/g (10% des valeurs sont supérieures à 90.79 µg/g).

### **Une puissance statistique insuffisante pour établir des relations entre concentrations intérieures et sources de pollution.**

Le travail de traitement des données de la campagne pilote, déjà engagé sur les données environnementales et descriptives, se poursuivra sur plusieurs mois compte tenu du nombre de données collectées et du nombre de déterminants. Par ailleurs, un croisement des niveaux de concentration rencontrés avec les données détaillées de budget-espace-temps permettra d'accéder aux valeurs d'exposition de l'échantillon étudié. Ce travail visera la validation de la méthode de collecte des données en prévision de l'enquête 800 sites.

Les analyses visant à expliquer les niveaux de concentration mesurés nécessitent, quant à elles, de prendre en compte de multiples critères et une taille d'échantillon suffisante. Ces analyses explicatives seront donc réalisées à partir des données de la campagne sur 800 sites. De la même manière, l'extrapolation des résultats à l'échelle nationale est conditionnée par un échantillonnage probabiliste à cette échelle, stratégie prévue dans le cadre de la prochaine campagne.

## **LES ECOLES**

### **3.3.4 9 Ecoles investiguées**

Neuf écoles (maternelles ou primaires) ont été investiguées à raison de 3 dans chacune des 3 zones géographiques (Région de Strasbourg, d'Aix-Marseille et Nord-Pas-de-Calais).

Les concentrations des paramètres cibles ont été mesurées pour chaque école dans 2 classes ou dortoir ainsi qu'à l'extérieur, dans la cour de l'école. Les teneurs bactériennes, en NO<sub>2</sub> et en l'ergostérol sont en cours de traitement, les résultats ne sont donc pas présentés.

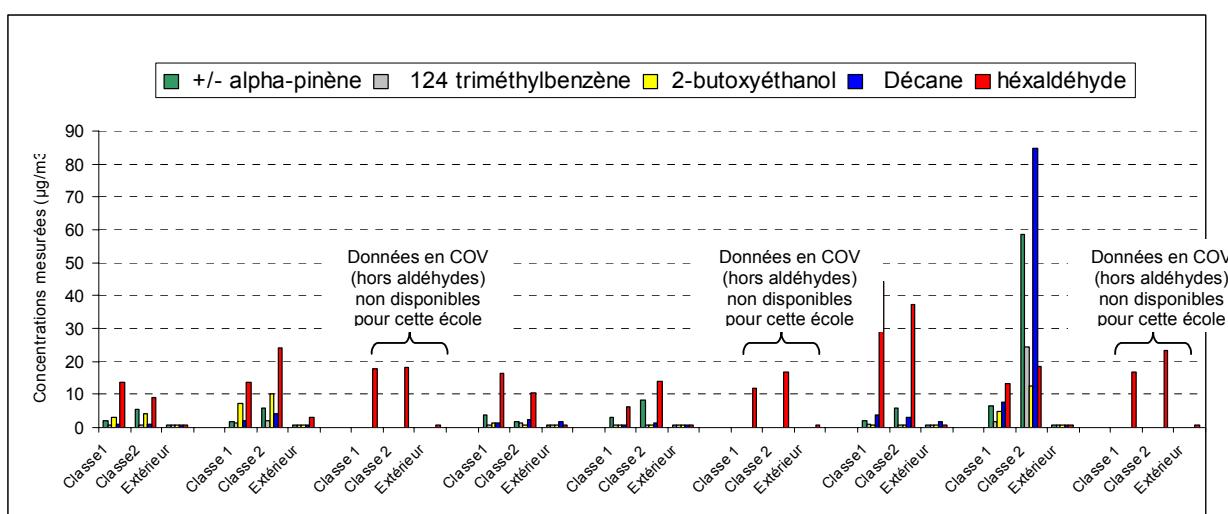
## Composés organiques volatils (hors aldéhydes) : peu présents sauf exception

Les composés cibles sont généralement mesurés individuellement en dessous de  $10\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sauf dans un cas où pour 7 composés, des concentrations maximales ont été mesurées :  $58\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$  d'alpha-pinène,  $24\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$  de 1,2,4-triméthylbenzène,  $13\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$  2-butoxyéthanol,  $85\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$  décane,  $17\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$  de limonène,  $11\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$  de mp-xylène,  $51\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$  d'undécane (voir Figure 10).

Le benzène n'a jamais été mesuré à une concentration supérieure ou égale à  $2\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En ce qui concerne les éthers de glycol, les concentrations du 1-méthoxy-2-propanol varient de 1 à  $3\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ , les concentrations du 2-butoxyéthanol varient de 1 à  $13\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$  et les concentrations du 2-éthoxyéthanol de 2 à  $6\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les valeurs de composés organiques volatils sont souvent à la limite de détection. Quand elles sont mesurables, le rapport  $C_{\text{int}}/C_{\text{ext}}$  varie de 1 à 5 et atteint exceptionnellement 84 (décane).



**Figure 10 :** Concentration (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en alpha pinène, 1,2,4 triméthylbenzène, 2 butoxyéthanol, décane et hексадéhyde dans les 9 classes étudiées

A noter : les COV hors aldéhydes ne sont pas disponibles (car non validés) dans 3 des 9 classes étudiées.

## Aldéhydes : le formaldéhyde toujours présent

Le formaldéhyde est mesuré dans toutes les classes de toutes les régions avec des teneurs sur 7 jours qui varient de  $13\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$  à  $67\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$  selon les régions alors que les concentrations extérieures ne dépassent pas  $4\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$  (la concentration intérieure pouvant être 20 fois supérieure à la concentration extérieure).

Généralement lié à la présence de formaldéhyde, l'héxaldéhyde varie entre 6 et  $44\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ , les concentrations extérieures étant, pour la quasi-totalité des mesurages, inférieures au seuil de détection  $1\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Pour les autres aldéhydes, les valeurs mesurées sont généralement plus faibles. Ces teneurs sont semblables à celles observées dans d'autres études.

Les composés mesurés dans la cour des écoles, l'acétaldéhyde, le formaldéhyde, et l'isobutyraldéhyde sont retrouvés à des concentrations très faibles (de 2 à  $5\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), tandis que les concentrations des 4 autres composés sont pratiquement systématiquement inférieures au seuil de détection.

## **Bio contamination : peu d'allergènes d'animaux**

### **• Les allergènes de chat, chien et acariens**

L'analyse des 9 écoles montrent que tous les dosages d'allergènes de chat sont inférieurs au seuil de détection. En revanche, les concentrations en allergènes de chien varient de 0.5 ng/m<sup>3</sup> (seuil de détection) à 18.0 ng/m<sup>3</sup>.

Les teneurs en allergènes d'acariens du groupe I (*Der p I + Der f I*) sont, pour les matelas des 2 dortoirs enquêtés, inférieurs au seuil de détection.

### **• Les moisissures**

Dans les 9 écoles enquêtées, les 2 espèces retrouvées systématiquement avec la plus grande fréquence et en plus forte intensité, en environnement intérieur comme en environnement extérieur, sont *Cladosporium* et *Penicillium*. Les interprétations détaillées sont en cours.

## **Fibres minérales artificielles dans l'air : pas de spécificité apparente des espaces intérieurs**

Les valeurs mesurées sont de l'ordre de 10<sup>-4</sup> fibres par litre sans différence marquée entre l'extérieur et l'intérieur pour l'ensemble des sites mesurés.

### **3.4 CONCLUSIONS PRELIMINAIRES**

L'étude pilote a permis d'effectuer un premier réglage sur le terrain (90 logements et 9 écoles) de l'ensemble du dispositif développé en phase préparatoire de production de données relatives à la pollution de l'air intérieur, à l'exposition des occupants et à ses déterminants environnementaux et comportementaux.

Elle a montré la faisabilité de l'application des outils et méthodes d'enquête et de mesurage et apporté les enseignements nécessaires pour l'optimisation des protocoles de mesurages, de collecte d'information et l'organisation de l'ensemble du dispositif, en vue de la première phase à pleine échelle sur 800 sites.

En outre, étant entendu cependant que ni le nombre de données, ni leur représentativité imparfaite ne permettent de tirer des conclusions au delà de l'échantillon étudié, l'étude apporte un premier contingent d'éléments descriptifs qualitatifs et quantitatifs relatifs à la qualité de l'air intérieur des locaux étudiés. Les traits principaux et provisoires (d'une part, ces résultats n'ont pas été validés par les experts des groupes de travail ; d'autre part, les interprétations se poursuivent) en sont les suivants :

### **Pour les 90 logements étudiés (272 personnes)**

- **Les logements** enquêtés étaient tous des résidences principales (avec 69 % d'immeubles collectifs) dans lesquelles les travaux de rénovation étaient plutôt fréquents (60% des logements). Des disparités importantes apparaissent sur les renouvellements d'air calculés dans les chambres, ¾ d'entre elles étant décrites comme faisant l'objet d'une aération journalière (1h par jour). La présence d'humidité sous forme d'infiltration d'eau, de dégât des eaux ou de traces d'humidité a été observée dans plusieurs logements (17, 8 et 30 des logements respectivement) avec 57% des traces d'humidité observées dans les chambres.

- **Les ménages** étudiés comportaient au total 272 personnes de 0 à 85 ans (dont 40% de fumeurs) avec 88 % d'actifs, 12% de chômeurs et 28% de propriétaires. 55% des ménages étaient en possession d'animaux domestiques. Un ménage sur deux se plaignait de nuisances sonores et 47% de gênes occasionnées par les odeurs extérieures. Le temps de présence moyen passé à l'intérieur du logement était de 14h (de 11h à 15h selon la région).
- **Les pollutions** sont majoritairement endogènes notamment en ce qui concerne les substances chimiques volatiles dans les logements.
- Trois substances chimiques cancérogènes avérés (benzène) ou probables (trichloroéthylène et tétrachloroéthylène) sont mesurées avec des ratios moyens de concentration entre l'intérieur et l'extérieur ( $C_{int}/C_{ext}$ ) de l'ordre de 1.5. Par ailleurs, toutes les concentrations les plus élevées sont mesurées à l'intérieur.
- Les paramètres microbiologiques (allergènes d'animaux et d'acariens, moisissures) montrent des niveaux variables avec des écarts entre les sites.

### **Pour les 9 écoles étudiées**

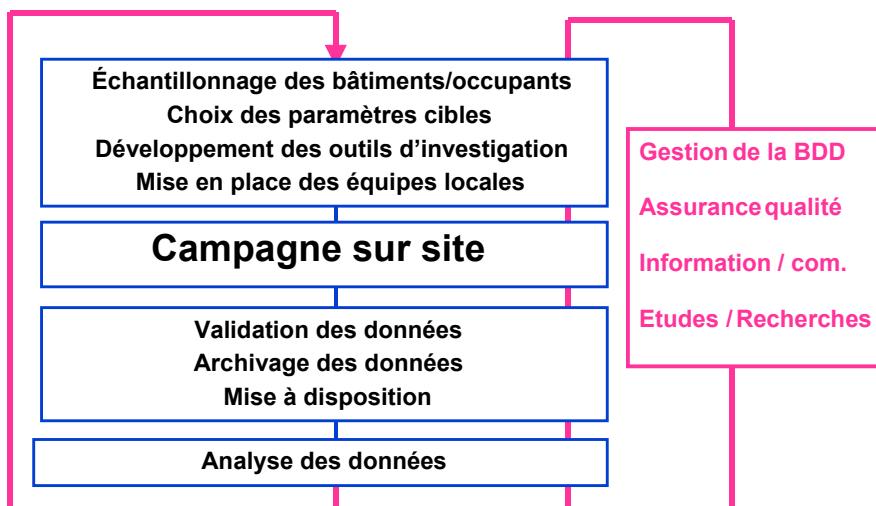
- Le formaldéhyde est présent dans toutes les classes des écoles.
- Sauf exception, les substances chimiques volatiles sont peu présentes avec des concentrations cependant plus élevées à l'intérieur qu'à l'extérieur.
- Il n'y a pas de différence marquée entre l'extérieur et l'intérieur pour les concentrations en fibres minérales artificielles.

### **Pour l'ensemble**

- Il existe une spécificité de la pollution intérieure par rapport à l'extérieur qui s'exprime en particulier par la présence de substances spécifiques et par des concentrations plus importantes à l'intérieur.
- Ces données sont globalement cohérentes avec les données de la littérature scientifique.
- La puissance statistique est insuffisante pour mettre en relation les paramètres avec les déterminants (ce qui était prévu, l'étude pleine échelle sera plus productive sur ce point).
- Les données non encore traitées, notamment celles mesurées en continu (CO, NO<sub>2</sub>, T, H) constituent un gisement majeur d'informations encore à peine exploité.

## 4 PREPARATION DE LA PREMIERE CAMPAGNE OPERATIONNELLE SUR 800 SITES

La préparation de la phase opérationnelle qui se concrétisera au cours de l'année 2002 par le lancement de la première campagne opérationnelle sur 720 logements et 80 écoles a nécessité la mise en œuvre de plusieurs actions. Ces dernières, de nature et d'ampleur différentes, s'intègrent dans le schéma global d'organisation des campagnes opérationnelles de l'Observatoire QAI comme suit :



BDD : base de données

### 4.1 ELABORATION DE LA METHODOLOGIE D'ECHANTILLONNAGE DES 800 LOGEMENTS ET ECOLES

Récemment étudiée dans le cadre d'un groupe de travail spécifique en collaboration avec l'INSEE, la stratégie d'échantillonnage des 720 logements et 80 écoles de la première campagne de l'Observatoire QAI est en cours de finalisation. Elle doit permettre de s'assurer d'une diversité des données au regard des bâtiments et de la population. Un tirage de communes à plusieurs degrés avec stratification par tranche de taille de façon à couvrir l'ensemble des régions est aujourd'hui proposé. Cette méthodologie d'échantillonnage permettra l'exploitation des résultats au niveau national mais ne pourra être utilisé pour une exploitation à plus petite échelle (régionale, locale) compte tenu de la faible taille de l'échantillon. La mise en œuvre de l'échantillonnage et de la procédure de recrutement des sites à enquêter sera effectuée dans le courant du second trimestre 2002.

### 4.2 MISE A JOUR DES PARAMETRES CIBLES A MESURER

Le choix des paramètres cibles à mesurer dans le cadre de la campagne logements -écoles sera effectué sur la base de l'analyse des résultats de la campagne pilote.

Des paramètres complémentaires à ceux mesurés dans la campagne pilote pourront être identifiés à l'issue des travaux de développement métrologique en cours. Parmi eux, les biocides dont le travail de mise au point est aujourd'hui pratiquement abouti, pourront être mesurés. Le mesurage des légionnelles dans l'air pourra également être intégré à terme suite au développement des techniques d'évaluation des *Legionella* aéroportées actuellement en cours.

Enfin, d'autres paramètres pourront être identifiés en fonction des données disponibles sur l'exposition ou les effets sur la santé ou encore en fonction de la demande sociale. A ce titre, les champs électromagnétiques de très basses fréquences, récemment classés cancérogène 2B (cancérogènes possibles chez l'homme) par le CIRC sont actuellement identifiés comme paramètre d'intérêt. Une proposition de mesurage est actuellement en cours de discussion dans le cadre d'un groupe de travail du Ministère de la Santé sur le sujet.

#### **4.3 MISE EN PLACE D'EQUIPES LOCALES D'ANIMATION**

- Organisation des intervenants opérationnels**

L'organisation des intervenants opérationnels est actuellement en cours de discussion. Cette dernière dépendra en grande partie de l'échantillonnage des ménages et des écoles à l'échelle nationale. Les techniciens enquêteurs chargés d'intervenir au domicile des personnes enquêtées ou dans les écoles seront sollicités avec pour tâche de remplir les questionnaires descriptifs et de participer à l'échantillonnage et au mesurage des polluants (installation des appareils de mesure pour les prélèvements passifs ; mesure directe de certains polluants en méthode active, mise en œuvre de la stratégie d'échantillonnage). Pour ce faire, ces techniciens doivent suivre au préalable une formation adaptée (partie théorique et partie pratique), qui pourra être dispensée au CSTB et éventuellement en région.

- Sélection des laboratoires d'analyses**

Pour la campagne pilote, un seul laboratoire par substance est intervenu pour l'ensemble des sites investigués afin de réduire la variabilité inter laboratoires des mesures dans le cadre de cette campagne test. Ce type d'organisation sera suivi dans le cadre de la campagne 800 sites. En effet, si les premières discussions ciblaient la mise en place d'un réseau de laboratoires en région pour favoriser le partenariat local et développer l'expertise, une orientation différente est aujourd'hui proposée après discussion avec différents partenaires et notamment des experts étrangers ayant de l'expérience dans ce domaine. Décision a été prise de réduire le nombre de laboratoires qui participeront à l'analyse des différentes substances prélevées. Cette décision devrait permettre d'optimiser la fiabilité des résultats en réduisant la variabilité inter laboratoires et diminuer les coûts d'inter comparaison de l'ensemble des laboratoires entre eux. Par ailleurs, pour un certain nombre de substances, un nombre réduit d'analyse est nécessaire compte tenu de la stratégie de prélèvements et des financements dédiés et il semble délicat d'impliquer plusieurs laboratoires sur des nombres réduits d'analyse à faire. Des réflexions sont actuellement en cours sur le choix des critères d'intégration et de suivi (contrôle qualité) des laboratoires pour chacune des substances ainsi que sur l'organisation d'essais inter laboratoires permettant d'assurer l'uniformité et la qualité des mesurages et de déterminer *in fine* les différents laboratoires participant à la campagne opérationnelle.

## **COLLECTE DES DONNEES DISPONIBLES EN FRANCE**

Réalisé par le cabinet Vincent Nedellec Consultant (VNC) pour le compte de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, ce travail avait pour objet de dresser l'inventaire des données françaises relatives à la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments (habitat, immeubles de bureaux et établissements scolaires). Les paramètres d'intérêt ciblés sont : le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), les particules inertes, le monoxyde de carbone (CO), les composés organiques volatils (COV) dont le benzène, les éthers de glycol et le formaldéhyde, les bactéries, les légionnelles, les champignons et moisissures, les allergènes d'animaux, le radon, l'amiante, les fibres minérales artificielles, le plomb et les biocides. Ce travail a permis d'identifier les données françaises disponibles, de procéder à leur recueil et à l'analyse de leur validité, notamment en terme de méthodologie, de représentativité et d'extrapolation. Les moyens mis en œuvre pour effectuer ce travail étaient : (1) la recherche bibliographique classique des publications scientifiques nationales ou internationales issues de travaux menés sur le territoire français, effectuée à partir de bases de données spécialisées (Pascal, Medline...) (2) la prise de contacts avec les principaux organismes publics ou privés ayant déjà publié des études sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments et les équipes réputées pour leur expérience dans ce domaine. Un rapport provisoire très documenté est disponible depuis peu. Ce travail de veille documentaire devra être prolongé de manière à ce qu'il couvre de manière annuelle l'ensemble des études disponibles. Une synthèse sera élaborée prochainement afin de dégager des axes et des propositions qui seront soumis au conseil scientifique.

## **GESTION ET EXPLOITATION DES DONNEES**

### **1 LA BASE DE DONNEES**

L'Observatoire QAI a pour objet de gérer l'ensemble des données collectées dans le cadre de ses missions : données produites dans le cadre de campagnes annuelles sur le terrain et données collectées sur la base des programmes d'actions existants dans ce domaine. A ce titre une base de données a été conçue et développée afin de recueillir ces données.

Ce premier travail a permis de rassembler l'ensemble des données de la campagne pilote. L'ensemble des informations recueillies par site (mesurage des substances cibles in situ, données descriptives des lieux, données socio-économiques et comportementales des occupants, budget espace-temps-activité des occupants) a été rassemblé au sein d'une base de données dont le cahier des charges a été élaboré. La structure de la base de données (modèle de données, architecture, interface, outils associés, codage, flux des données, maintenance, administration, intégrité des données et sécurité) ainsi que les outils statistiques associés à cette base (extraction, requêtes de contrôle, requêtes statistiques, exportation et représentation des données) ont été développés. A ce jour, l'ensemble des données collectées dans le cadre de la campagne pilote a été saisi, soit 1 516 360 mesures environnementales et 941 formulaires représentant 234 427 réponses pour 272 personnes interrogées. La validation de cet outil sera terminée début 2002, la base de données devant être opérationnelle pour la campagne 2002.

## 2 MISE AU POINT D'OUTILS POUR L'ANALYSE DES DONNEES

Les premiers outils d'analyse sont en cours de développement concernant, notamment, l'analyse des données recueillies dans le cadre de l'Observatoire QAI (données environnementales et issues des questionnaires descriptifs) pour l'évaluation du renouvellement d'air et des risques de condensation dans les logements qui ne font pas l'objet d'un mesurage *in situ*. En effet, aucun mesurage direct de ces paramètres importants et nécessaires à l'interprétation des données n'est effectué dans le cadre des enquêtes de l'Observatoire QAI du fait de la complexité et de la durée déjà longue des enquêtes. Ces paramètres sont ainsi appréciés de manière indirecte (mesurage du CO<sub>2</sub> et descriptif précis des éléments de ventilation et de la perméabilité à l'air du logement pour le cas du renouvellement d'air).

Menée par la division « Climatisation Ventilation et Ambiance Intérieure » du CSTB, ce travail a ainsi pour objet le développement de différentes méthodes d'évaluation du renouvellement d'air s'appuyant directement sur les résultats expérimentaux d'évolution des concentrations de CO<sub>2</sub> au cours du temps, dans une des chambres du logement. Plusieurs méthodes ont été identifiées (méthodes de la croissance, de la décroissance, de la moyenne hebdomadaire, des paliers, du maximum). Les risques de condensation sont, quant à eux, estimés sur la base de l'exploitation des enregistrements de température et d'humidité relative. Une première phase d'étude axée notamment sur l'élaboration de l'outil d'analyse et sa mise en œuvre à partir des premiers résultats disponibles de l'étude pilote a déjà été menée.

## ASSURANCE QUALITE DE L'OBSERVATOIRE QAI

Cette action a pour objectif la formalisation de l'ensemble du processus de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur depuis la définition des outils jusqu'à la mise à disposition des données. Les référentiels utilisés sont les normes ISO 9001/2000 (systèmes de management de la qualité) et ISO 17025 (prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais), qui, utilisées de manière combinée, couvrent l'étendue des activités au sein de l'Observatoire.

Plusieurs moyens d'action ont été mis en œuvre à ce jour :

- système qualité,
- maîtrise de la documentation,
- revue des demandes, appels d'offres et contrats,
- sous-traitance,
- achats de services et de fournitures,
- maîtrise des prestations non conformes,
- actions correctives,
- personnel,
- équipement,
- traçabilité,
- échantillonnage,
- manutention et transport des objets d'essai et d'étalonnage.

# INFORMATION ET COMMUNICATION

## 1 CREATION D'UNE IDENTITE VISUELLE

L'élaboration d'un logo et d'une charte graphique associée est actuellement en cours. En effet, l'Observatoire de la qualité de l'Air intérieur s'organise autour d'un important réseau de partenaires et d'acteurs qui s'appuie sur l'expertise mobilisée dans les domaines de la santé publique, de l'environnement, du bâtiment et des sciences sociales. Ce réseau est complété, au niveau local, par des opérateurs locaux comprenant un correspondant et des techniciens-enquêteurs et par les laboratoires chargés d'analyser les prélèvements sur site. Il était donc important de regrouper l'ensemble des partenaires du réseau sous une identité propre et commune, qui est celle de l'Observatoire. Ceci est d'autant plus vrai au plan régional où intervient une grande diversité de partenaires. Les membres des équipes d'animation peuvent être des personnes issues de structures différentes, ce qui entraîne l'emploi d'une multitude de logos et nuit à la clarté et à la cohérence du dispositif auprès des partenaires et, plus largement, du public.

## 2 DEVELOPPEMENT D'UN SITE INTERNET ET EXTRANET

Deux sites (Internet et Extranet) sont en cours de création. Ils ont pour objet de donner un meilleur accès à l'information du public et des partenaires sur les travaux de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur. Les différentes rubriques de ces sites sont actuellement en cours d'étude. Le premier (Internet), destiné au « tout public » a pour vocation d'offrir de l'information à l'ensemble de la communauté francophone, tous pays confondus, sur les activités de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur. Ce site doit permettre de présenter l'Observatoire, ses objectifs, ses missions, son organisation, les partenaires du réseau et, plus généralement, la problématique de l'air intérieur (type de polluants, sources, effets...), le déroulement d'une enquête sur site, les résultats synthétiques des campagnes de mesures. Le second (Extranet) destiné aux acteurs opérationnels de l'Observatoire QAI, a pour but d'être un espace de travail intégrant la mise en ligne des documents techniques et informations organisationnelles utiles au fonctionnement des équipes en région.

## 3 PRODUCTION ECRITE

Les documents publiés ou soumis sur les travaux de l'Observatoire QAI au 19 mars 2002 sont les suivants :

### Rapports :

- S. Kirchner et N. Pasquier, Observatoire de la qualité de l'air intérieur – **Phase préparatoire**, Rapport d'avancement n° EAE/SB-2000-47, MELT – PUCA (décision A9911), novembre 2000.
- S. Kirchner et N. Pasquier, Observatoire de la qualité de l'air intérieur – **Bases méthodologiques, expérimentales et métrologiques**, rapport d'avancement n° EAE/SB-2000-46, MNRT (contrat n° 99 V 0539), décembre 2000.
- S. Kirchner et N. Pasquier, Observatoire de la qualité de l'air intérieur – **Phase préparatoire à la mise en place d'un Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur**, rapport final n° DD/SB-2001-07, DGS (convention du 4 décembre 2000), mars 2001.

- S. Kirchner, N. Pasquier et J. Gourdeau, Observatoire de la qualité de l'air intérieur – **phase pré-opérationnelle de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur – campagne pilote**, rapport d'avancement n° DDD/SB-2001-10, ADEME (convention 00.62.018 du 13 novembre 2000), avril 2001.
- S. Kirchner et N. Pasquier, Observatoire de la qualité de l'air intérieur – **Phase préparatoire**, rapport Final n° DDD/SB-2001-33, MELT – PUCA (décision A9911), décembre 2001.
- S. Kirchner, N. Pasquier, J.A. Bouchet, D. Cretier, P. Desmettres, S. Gauvin, F. Golliot, N. Leclerc, L. Mosqueron, V. Nedellec, D. Pietrowski, J. Ribéron, E. Robine, Observatoire de la qualité de l'air intérieur – **Bases méthodologiques, expérimentales et métrologiques**, rapport Final DDD/SB-2001-31, MNRT (contrat n° 99 V 0539), décembre 2001 .
- S. Kirchner et N. Pasquier, **Mise en place du système d'assurance qualité de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur**, Validation du mode opératoire, outils et méthodes, Rapport d'avancement DDD/SB-2001-32, Décision DGUHC N°Y0129, décembre 2001.
- S. Kirchner, N. Pasquier N. Bus, D. Crétier et Catherine Skoda, Observatoire de la qualité de l'air intérieur – **Phase opérationnelle campagne de mesurage juillet/décembre 2001**, Rapport d'avancement DDD/SB-2001-34, Décision DGUHC N° Y0044, décembre 2001.
- S. Kirchner, N. Pasquier *et al.*, Observatoire de la qualité de l'air intérieur – **phase pré-opérationnelle de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur – campagne pilote**, rapport final n° DDD/SB-2001-36, ADEME (convention 00.62.018 du 13 novembre 2000) février 2002.

#### Articles :

- L. Mosqueron, S. Kirchner, V. Nedellec, **Bilan des études françaises sur la mesure de la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments (1990-2001)**, Revue Environnement, risques et Santé (Soumis).

#### Conférences :

- C. Cochet and S. Kirchner, **The french permanent survey on indoor air quality**, Proceedings du 11<sup>ème</sup> congrès annuel de ISEA à Charleston, USA, Exposure Analysis : an integral part of disease prevention, pp.205-206 , novembre 2001.
- S. Kirchner, N. Pasquier, D. Cretier, S. Gauvin, F. Golliot, D. Pietrowski and C. Cochet, **The french permanent survey on indoor air quality : Survey design in dwellings and schools**, Conference Indoor Air'2002, Monterey, USA, 30 juin-5 juillet 2002 (Soumis).
- F. Golliot , JF. Arenne, F. Dor, S. Kirchner, **The French permanent survey on indoor air quality: time activity diaries validation**, Conférence ISEA/ISSE Linking exposures and Health : Innovations and interactions, Vancouver, Canada, 11-15 août 2002 (Soumis).

## 4 INTERVENTIONS ORALES

L'Observatoire de la Qualité de l'Air intérieur a fait l'objet d'une présentation lors des manifestations suivantes :

- Formation pour le diplôme d'université de conseiller en environnement intérieur - Strasbourg - 24 Octobre 2000 / 28 Novembre 2001. Interventions de S. Kirchner
- Colloque FFB « Qualité de l'air et bâtiments » - 9 novembre 2001, Intervention de S. Kirchner
- Forum du C.I.L de la région havraise – Le Havre – 5 décembre 2000, Intervention de N. Pasquier
- Cours European Research Course on Atmosphere (ERCA) - 25 janvier 2001, Intervention de S. Kirchner
- Colloque « l'Air que nous respirons, l'Air qui nous protège » - 8 mars 2001, Intervention de S. Kirchner
- Intervention pour l'Institut Français d'Urbanisme, Laboratoire Théorie des Mutations Urbaines - 29 mars 2001, Intervention de S. Kirchner
- Réunion presse – Strasbourg – 25 Juin 2001, Intervention de N. Pasquier
- Réunion presse – Communauté Urbaine de Dunkerque, 28 juin 2001. Intervention de N. Pasquier
- Séminaire Habitat et Développement Durable organisé par Mme Lienemann – 6 septembre. Intervention d'A. Buchmann.
- Colloque Habitat et Santé – Marseille – 21/23 septembre 2001. Intervention d'A. Buchmann
- Congrès Atmo – Paris – 9/10 octobre 2001. Interventions d'A. Buchmann et S. Kirchner
- Centre interrégional de Formation des Personnels du Ministère de l'Equipement Tours – 15 Octobre 2001 / Nantes - 9 Novembre 2001. Interventions de C. Cochet
- Journée d'échanges sur la HQE - Communauté Urbaine de Dunkerque – 17 octobre 2001. Intervention d'A. Buchmann
- Journée d'Allergologie en Picardie – Amiens - 18 Octobre 2001. Intervention de S. Kirchner
- Colloque Qualité – Construction – BATIMAT – Paris – 7 Novembre 2001. Intervention de C. Cochet
- Assises de la HQE – Bordeaux – 29 et 30 novembre 2001. Intervention d'A. Buchmann
- Groupe de travail Bâtiment et Santé de l'Association HQE – Décembre 2001. Intervention d'A. Buchmann
- Conférence/débat sur le thème Santé et Environnement – GDF Direction de la Recherche- 4 décembre 2001. Intervention de S. Kirchner

## ELEMENTS FINANCIERS

Les financements dédiés au fonctionnement de l'Observatoire et les dépenses s'y rapportant font l'objet d'un traitement comptable et budgétaire spécifique au sein du CSTB, permettant leur identification.

**Observatoire de la Qualité de l'Air intérieur :  
tableau récapitulatif des financements**

PHASE DU PROJET	SUBVENTIONS	En Francs	En €uros
(année d'attribution)			
<b>Phase préparatoire</b>			
<b>fonctionnement</b>	PUCA (2000) MENRT (1999) DGS (2000) Prog. recherche CSTB 2000	3 426 000.00 1 000 000.00 500 000.00 2 033 200.00	
	<b>Total phase préparatoire</b>	<b>6 959 200.00</b>	<b>1 060 923.20</b>
<b>Campagne pilote 2001 (99 sites)</b>			
<b>fonctionnement</b>	ADEME (2000) Prog. recherche CSTB 2001	3 260 000.00 3 588 000.00	
	<b>S/total fonctionnement</b>	<b>6 848 000.00</b>	<b>1 043 970.87</b>
<b>équipements</b>	ADEME (2000)	2 740 000.00	417 710.31
	<b>Total phase pilote</b>	<b>9 588 000.00</b>	<b>1 461 681.18</b>
<b>Définition et mise en place en 2001 de la phase opérationnelle 2002<sup>(1)</sup></b>			
<b>fonctionnement</b>	DGUHC (2000) DGUHC (2001) DGS (2001)	6 000 000.00 5 000 000.00 500 000.00	914 694.10 762 245.09 76 224.51
	<b>Total préparation phase opérationnelle 2001</b>	<b>11 500 000</b>	<b>1 753 163.70</b>
<b>Phase opérationnelle 2002</b>			
<b>Investigations dans 800 sites</b>			
<b>fonctionnement</b>	ADEME (notifié) DGUHC (prévu) <sup>(2)</sup> DGS (prévu) Prog. recherche CSTB 2002	2 352 671.58 12 500 000.00 1 000 000.00 3 600 000.00	358 662.50 1 905 612.72 152 449.02 548 816.46
	<b>S/total fonctionnement phase opérationnelle 2002</b>	<b>19 452 671.78</b>	<b>2 965 540.70</b>
<b>équipements</b>	ADEME (notifié)	3 647 714.56	556 090.50
	<b>Total phase opérationnelle</b>	<b>23 100 386.34</b>	<b>3 521 631.20</b>

Toutes taxes comprises.

(1) En 2001, le fonctionnement couvre la période de juillet à décembre 2001, mais la plupart des actions se poursuivront début 2002, jusqu'à la fin du premier trimestre.

(2) Une partie de la subvention devra être dévolue à l'acquisition d'équipements.

PUCA : Plan Urbanisme Construction et Architecture

MENRT : Ministère de l'Education Nationale, de la Recherche et de la Technologie

DGS : Direction Générale de la Santé

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

DGUHC : Direction générale de l'Urbanisme de l'Habitat et de la Construction

## CONCLUSION GENERALE

Annoncé en septembre 1999, l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur est aujourd'hui une structure opérationnelle qui a su développer, sur la base d'expertises scientifiques reconnues à l'échelle nationale et internationale, un système de production, de collecte et de gestion des données sur les pollutions rencontrées dans les environnements intérieur. Le travail effectué à ce jour a notamment permis :

- la constitution d'un réseau d'experts scientifique, technique et opérationnel (environ 70 personnes issues d'une vingtaine d'organismes nationaux et internationaux dans les domaines des sciences du bâtiment, de la métrologie environnementale, de l'épidémiologie et l'évaluation des risques sanitaires),
- la préparation du programme d'actions de la première campagne *in situ* de l'Observatoire (720 logements et 80 écoles répartis sur la France entière pour lesquels des données de pollution et des informations descriptives détaillées sur les bâtiments et leurs occupants seront recueillies)
- le développement des outils d'investigation (protocoles d'échantillonnage et d'analyse, questionnaires d'enquête etc.) et de gestion des données (base de données),
- la mise en œuvre d'une campagne pilote comprenant une centaine de sites environ (90 logements et 9 écoles répartis sur 3 sites géographiques : Nord Pas de Calais, Strasbourg et Aix Marseille) destinée à tester et valider les choix méthodologiques et organisationnels,
- la validation des mesures (2 millions de données) et les premiers traitements des données recueillies dans la campagne pilote, l'évaluation et le réajustement des protocoles et des questionnaires et du matériel placé chez les particuliers et la réflexion quant à l'échantillonnage pertinent pour la campagne opérationnelle.
- enfin la mise en œuvre d'un inventaire des données françaises disponibles dans le domaine de l'air intérieur depuis 1990
- ...

Les premiers résultats de la campagne pilote ont démontré la faisabilité des enquêtes détaillées prévues dans la campagne sur 800 sites pour collecter des données sur la pollution intérieure, l'exposition des populations et les déterminants environnementaux et comportementaux qui la composent. Ils confirment également la spécificité de la pollution rencontrée dans les environnements intérieurs et l'intérêt de mettre en œuvre à plus grande échelle des collectes annuelles permettant de rassembler des informations nécessaires pour l'évaluation et la gestion des risques sanitaires dans les environnements intérieurs.



## **ANNEXES**

ANNEXE 1 : Convention du 10 juillet 2001 et lettres de mission

ANNEXE 2 : Composition du Conseil de surveillance, du conseil scientifique provisoire et du Comité consultatif au 19 mars 2002

ANNEXE 3 : Réseau des partenaires scientifiques : groupes de travail et liste des partenaires scientifiques au 19 mars 2002

ANNEXE 4 : Réseau des opérateurs locaux mis en place pour la campagne pilote de l'Observatoire QAI

ANNEXE 5 : Bâtiments cibles et données recueillies pour les campagnes 2001-2002 (au 19 mars 2002)

ANNEXE 6 : Synthèse des prélèvements et analyses effectués dans le cadre de la campagne pilote de l'Observatoire QAI

ANNEXE 7 : Synthèse des Stratégies D'échantillonnage et d'analyse des Paramètres cibles de la campagne Pilote

ANNEXE 8 : Organisation des enquêtes de la campagne pilote de l'Observatoire QAI

ANNEXE 9 : L'Observatoire QAI en image



## **ANNEXE 1**

### **OBSERVATOIRE QAI**

#### **CONVENTION DU 10 JUILLET 2001**

#### **LETTRES DE MISSION DE**

**MME ANDREE BUCHMANN ET M. BERNARD FESTY**



# Convention relative à l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

**Le 10 juillet 2001,**

Dans le cadre du programme d'actions « bâtiment et santé » adopté en Conseil des ministres le 8 septembre 1999 sur proposition du secrétaire d'Etat au logement,

il est convenu,

entre le secrétariat d'Etat au logement, le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, le ministère délégué à la santé et l'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et le centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB),

représentés respectivement par la ministre du logement, la ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement, le ministre délégué à la santé, le président de l'ADEME et le président du CSTB,

## Article 1

De créer un observatoire de la qualité de l'air intérieur ayant pour objet :

- d'identifier les substances, agents et situations qui, en affectant la qualité de l'air à l'intérieur des espaces clos présentent un risque pour la santé des personnes
- d'évaluer l'exposition des populations aux polluants identifiés, afin de contribuer à l'évaluation et à la gestion des risques sanitaires correspondants.
- de contribuer à la mise au point de recommandations relatives à l'optimisation des systèmes de ventilation du point de vue sanitaire et énergétique.
- de coordonner les recherches liées à son fonctionnement

A ce titre, l'observatoire met notamment en œuvre un dispositif permanent de collecte de données sur les polluants dans l'air intérieur et les caractéristiques de l'exposition de la population dans les espaces clos, à l'échelle du territoire national.

## Article 2

L'observatoire de la qualité de l'air intérieur est doté d'un conseil de surveillance chargé de la coordination des actions. Son président est désigné par le ministre en charge du logement, après avis des ministres chargés de l'environnement et de la santé.

Le conseil de surveillance est également composé :

- du président du conseil national de l'air,
- du président du conseil scientifique défini à l'article 3,
- d'un représentant du ministère en charge du logement,
- d'un représentant du ministère en charge de la santé,
- d'un représentant du ministère en charge de l'environnement,
- d'un représentant de l'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME),
- d'un représentant de l'agence française de sécurité sanitaire environnementale (AFSSE) dès sa création.

Le secrétariat du conseil de surveillance est assuré par la direction générale de l'urbanisme de l'habitat et de la construction.

Le conseil de surveillance veille à l'éthique et à la déontologie des actions de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur, à son indépendance vis-à-vis des groupes de pression et à la transparence de ses actions. Après consultation du conseil scientifique défini à l'article 3 et du comité consultatif défini à l'article 4, il définit les orientations générales des actions de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur. Il approuve, en particulier, le programme de travail élaboré par le CSTB.

Le conseil de surveillance rend publiques les données collectées, tout en garantissant la protection de la vie privée des personnes, et adresse un rapport annuel d'activité au gouvernement. Ce rapport est rendu public.

Le conseil de surveillance définit la politique de communication destinée à l'information du public et des professionnels sur les activités de l'observatoire et sur les résultats des campagnes de mesures.

## Article 3

Il est créé un groupe de travail permanent au sein du conseil scientifique de l'agence française de sécurité sanitaire environnementale, appelé « conseil scientifique de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur », chargé de s'assurer de la qualité et de la pertinence scientifique des travaux de l'observatoire.

Le président du conseil scientifique de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur est désigné par le ministre chargé du logement après avis des ministres en charge de l'environnement et de la santé.

Il est composé pour un tiers, outre son président et les membres du conseil scientifique de l'AFSSE, de personnalités qualifiées du secteur de la construction proposées par le ministre chargé du logement.

En fonction des questions traitées, le président du conseil scientifique peut solliciter l'audition d'experts dont les compétences sont jugées nécessaires.

Le secrétariat du conseil scientifique est assuré par le CSTB.

Le conseil scientifique définit les orientations scientifiques de l'observatoire et valide le contenu des actions entreprises. Il se prononce sur les besoins en études et recherches connexes. Il contribue à l'interprétation scientifique des données collectées et à l'évaluation des travaux de recherche mis en œuvre dans le cadre de l'observatoire. Il valide le contenu du rapport annuel d'activité.

#### **Article 4**

Il est créé un groupe de travail permanent au sein du conseil national de l'air, appelé « comité consultatif de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur » chargé de recueillir les avis et les suggestions des organismes et institutions concernés par les travaux de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur et de contribuer à identifier les questions ou situations spécifiques, notamment aux échelons territoriaux.

Il est composé pour un tiers, outre son président et les membres du conseil national de l'air, de personnalités qualifiées du secteur de la construction proposées par le ministre chargé du logement.

La direction générale de l'urbanisme de l'habitat et de la construction assure l'animation et le secrétariat du comité consultatif.

#### **Article 5**

Les présidents et les membres du conseil de surveillance, du conseil scientifique et du comité consultatif sont désignés pour une période de trois ans renouvelable.

#### **Article 6**

Le centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) est l'opérateur désigné pour la mise en œuvre de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur. Il anime et coordonne le réseau d'acteurs scientifiques et techniques nécessaire à l'accomplissement des missions de l'observatoire. En particulier, il organise la mise en place et coordonne le fonctionnement des correspondants chargés de mener à bien les investigations au plan local. Il centralise les données collectées et en assure la gestion.

Il prend appui sur les organismes publics ou privés compétents avec lesquels il noue des relations contractuelles de partenariat ou d'achat de prestations.

Il élabore le programme de travail de l'observatoire selon le calendrier budgétaire qu'il soumet à l'approbation du conseil de surveillance. Il participe à la rédaction du rapport annuel d'activité.

Le CSTB contribue à la mise en oeuvre, avec ses partenaires, de la politique de communication définie par le conseil de surveillance.

Le président du CSTB ou son représentant assiste aux séances du conseil de surveillance, du conseil scientifique et du comité consultatif. En outre, le CSTB assure le secrétariat du conseil scientifique.

Les sommes versées au CSTB, dévolues au fonctionnement de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur et les dépenses qui s'y rapportent, font l'objet d'un traitement budgétaire et comptable permettant leur identification dans les comptes du CSTB.

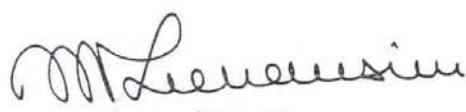
#### Article 7

Le budget de la première année de fonctionnement, 2002, est fixé à vingt-trois millions cent mille francs. Il sera abondé à hauteur de :

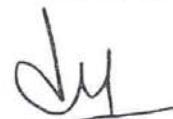
- 12,5 MF par le ministère de l'équipement, des transports et du logement, direction générale de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction,
- 6 MF par le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, par l'intermédiaire de l'ADEME,
- 1 MF par le ministère de l'emploi et de la solidarité, direction générale de la santé,
- 3,6 MF par le centre scientifique et technique du bâtiment, pour les recherches liées à son fonctionnement.

La secrétaire d'Etat au logement

La ministre de l'aménagement  
du territoire et de l'environnement



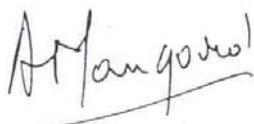
Le ministre délégué à la santé



Le président de l'ADEME



Le président du CSTB



4

*La Secrétaire d'Etat au Logement*

*PS air intérieur*

Paris, le - 2 NOV 2001

Madame,

Par convention du 10 juillet, les ministres chargés de l'environnement, de la santé et de la construction ont mis en place un observatoire de la qualité de l'air intérieur, dont l'opérateur désigné pour la mise en œuvre est le Centre scientifique et technique du bâtiment. Cet observatoire contribuera à l'évaluation et à la gestion des risques sanitaires liés aux polluants présents dans les espaces clos. Il identifiera les substances, agents et situations qui, affectant la qualité de l'air, présentent un risque pour la santé des personnes, et évaluera l'exposition des populations à ces polluants. Il formulera en conséquence toutes les recommandations utiles relatives à la conception et à l'exploitation des bâtiments.

L'observatoire de la qualité de l'air intérieur est doté d'un conseil de surveillance, d'un conseil scientifique et d'un comité consultatif dont les membres sont désignés dans les conditions précisées par la convention précitée, ci-jointe.

Après avis des ministres chargés de l'environnement et de la santé, j'ai décidé de vous confier la présidence du conseil de surveillance. Celui-ci a pour mission de veiller à l'éthique et à la déontologie des actions de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur, à son indépendance et à la transparence de ses actions. Il définit également la politique de communication destinée à l'information du public et des professionnels sur les activités de l'observatoire et sur les résultats des campagnes de mesures.

A ce titre, je vous demande de m'adresser pour le 15 janvier 2002, à l'attention des trois ministres concernés, un rapport d'étape sur la mise en place de l'observatoire et l'avancement de ses travaux, ainsi que des propositions d'orientations de son activité pour les trois prochaines années.

Je vous informe par ailleurs que j'ai demandé au ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement d'engager la procédure permettant de vous désigner comme membre du Conseil national de l'air.

En vous remerciant d'avoir bien voulu accepter cette responsabilité, je vous prie de croire, Madame, à l'expression de ma considération distinguée.

Marie-Noëlle LIENEMANN

*M. Lienemann*

Madame Andrée BUCHMANN  
8, rue de Mundolsheim  
67300 SCHILTIGHEIM

3, Place de Fontenoy - 75700 Paris - 01-44-49-80-00  
Adresse Postale : La Grande Arche - 92055 Paris la Défense - Codex 04 - 01-40-81-21-22

*Le Secrétaire d'Etat au Logement*

*Le Ministre délégué à la Santé*

*Le Ministre de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement*

Paris le 29 novembre 2001

Monsieur,

Par convention du 10 juillet, les ministres chargés de l'environnement, de la santé et de la construction ont mis en place un observatoire de la qualité de l'air intérieur, dont l'opérateur désigné pour la mise en œuvre est le Centre scientifique et technique du bâtiment. Cet observatoire contribuera à l'évaluation et à la gestion des risques sanitaires liés aux polluants présents dans les espaces clos. Il identifiera les substances, agents et situations qui, affectant la qualité de l'air, présentent un risque pour la santé des personnes, et évaluera l'exposition des populations à ces polluants. Il formulera en conséquence toutes les recommandations utiles relatives à la conception et à l'exploitation des bâtiments.

L'observatoire de la qualité de l'air intérieur est doté d'un conseil de surveillance, d'un conseil scientifique et d'un comité consultatif. Le conseil scientifique sera constitué d'un groupe de travail permanent au sein du conseil scientifique de la future agence française de sécurité sanitaire environnementale dans les conditions précisées par la convention précitée, ci-jointe.

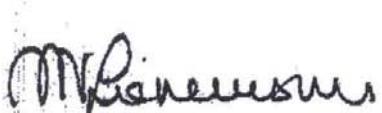
Compte tenu de votre haute expérience en la matière, nous avons décidé de vous confier la présidence de ce conseil scientifique qui aura pour mission de veiller à la qualité et à la pertinence des travaux de l'observatoire.

....

Monsieur Bernard FESTY  
APPA  
10, rue Pierre Brosolette  
94270 LE KREMLIN BICETRE

Dans l'attente de la création de cette agence, nous vous demandons de participer d'ores et déjà au conseil de surveillance présidé par Mme Andrée BUCHMANN et d'évaluer les travaux préparatoires réalisés par le CSTB depuis deux ans afin d'éclairer le rapport d'étape que le conseil de surveillance produira pour le 15 janvier prochain.

En vous remerciant d'avoir bien voulu accepter cette responsabilité, nous vous prions de croire, Monsieur, à l'expression de notre considération distinguée.



La secrétaire d'Etat au logement,  
Marie-Noëlle LIENEMANN

Le ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement,  
Yves COCHET



Le ministre délégué à la santé,  
Bernard KOUCHNER



Bernard KOUCHNER

## ANNEXE 2

### OBSERVATOIRE QAI

#### COMPOSITION DU CONSEIL DE SURVEILLANCE AU 22 MARS 2002

##### **Mme Andrée Buchmann**

Présidente du Conseil de surveillance de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

##### **M. Bernard Festy**

Président du Conseil scientifique de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

##### **M. Jean-Felix Bernard**

Président du Conseil National de l'Air

##### **M. Alain Jacq**

Chef du Service de la Qualité des professions  
DGUHC, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement

*suppléant : M. Hervé BERRIER,  
sous directeur de la Qualité de la Construction*

##### **Mme Marie-Claude Dupuis**

Chef du Service de l'environnement industriel  
DPPR, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement

*suppléante : Mme Patricia Blanc,  
chef du bureau « Pollution atmosphérique, équipements énergétiques et transports »  
interim assuré par M. Marc RICO et M. Christian LARZUL*

##### **M. Thierry Michelon**

Sous directeur de la gestion des risques des milieux  
DGS, Ministère de l'Emploi et de la Solidarité

*suppléante : Mme Soraya Kompany,  
chef du bureau « Bâtiment, bruit et milieu de travail »*

##### **M. Alain Morcheoine**

Directeur de l'air et des transports

ADEME

*Suppléant : M. Cohen-Aknine*

Assiste également aux réunions du conseil de surveillance :

##### **M. Alain MAUGARD**

Président du CSTB

**OBSERVATOIRE QAI**  
**COMPOSITION DU CONSEIL SCIENTIFIQUE PROVISOIRE**  
**AU 22 MARS 2002**

**M. Bernard Festy**

Président du Conseil Scientifique de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur

**M. Francis Allard**

Université de la Rochelle – Pôle Sciences et Technologies – Directeur du LEPTAB

**M. Patrice Blondeau** (suppléant)

Université de la Rochelle – LEPTAB

**Mme Isabella Annesi-Maesano**

INSERM U 472, épidémiologiste et biostatisticienne

**M. Frédéric de Blay**

Hôpital Lyautey – Hopitaux Universitaires de Strasbourg – Service de pneumologie

**M. Christian Cochet**

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), chef de la Division Santé Bâtiment,

**Mme Marie-Christine Delmas**

Institut de Veille Sanitaire, Département Santé Environnement, épidémiologiste,

**Mme Véronique Delmas**

Air Normand, Directrice

**M. Frédéric Dor**

Institut de Veille Sanitaire, Département Santé Environnement, expologie et évaluation de risque,

**M. Franck Golliot**

Observatoire de la qualité de l'air intérieur, statisticien

**Dr Séverine Kirchner**

Observatoire de la qualité de l'air intérieur, Responsable scientifique

**Mme Marie-Claude Lemaire**

ADEME Valbonne, Département Bâtiment et Collectivités – Direction du Bâtiment et des Energies renouvelables, spécialiste de l'aérologie du bâtiment,

**Mme Hélène Desquerouz** (suppléante)

ADEME Vicat, Département Air, épidémiologiste

**M. François Martin**

Hôpital de Dreux, pneumologue

**Mme Isabelle Momas**

Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, Laboratoire d'Hygiène et de Santé Publique, Université Paris V, René Descartes,

**Mme Isabelle Rousset**

Professeur émérite de Géographie, experte en sciences de la géographie et en sciences sociales,

**M. Fabien Squinazi**

Directeur du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris (LHVP)

**M. Yvon Le Moullec**

Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris (LHVP), ingénieur hygiéniste

**M. Eric Vindimian**

INERIS, Directeur de la Direction des risques chroniques

**Mme Martine Ramel** (suppléante)

INERIS, responsable du laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air

**OBSERVATOIRE QAI**  
**COMPOSITION DU COMITE CONSULTATIF**  
**AU 22 MARS 2002**

**Mme Andrée Buchmann**

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

**M. Jean-Felix Bernard**

Président du Conseil National de l'Air

**M. Bernard Festy**

Président du Conseil scientifique de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

***Personnalités désignées par le Conseil national de l'Air :***

**M. Michel Elbel,**

Président d'AIRPARIF

**M. Jean Michel Vernier**

Président d'ATMO CHAMPAGNE-ARDENNES

**M. André Grosmaître**

Directeur Sécurité Environnement ATOFINA

**M. Yves Leers**

Président de l'Association des journalistes de l'environnement

**Mme Marie José Cambou (suppléante : Céline LLORET)**

France Nature Environnement, Pôle Santé

**M. Caruette**

Président du Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique

**M. Paul Brejon**

Directeur des Affaires Techniques, Fédération Française du Bâtiment

**M. José Cohen-Aknine (suppléant : M. Alain Morcheoine)**

ADEME

**Mme Tarama Menard**

INERIS

**M. Charles Douchet**

Fédération Française des Associations et Amicales d'Insuffisants Respiratoires

**M. Patrick Marchandise**

DREIF

***Personnalités qualifiées proposées par la Ministre chargée du logement :***

Monsieur le Président de l'Union nationale des HLM,

Monsieur le Président de l'Ordre des architectes,

Monsieur le Président de l'Union climatique de France, *Fédération française du bâtiment (FFB)*,

Monsieur le Président de l'Union nationale artisanale Peinture, vitrerie, revêtements, *Confédération de l'artisanat et de petites entreprises du bâtiment (CAPEB)*,

Monsieur le Président du Syndicat français des enducteurs, calendeurs et fabricants de revêtements de sols et de murs (SFEC), *Association des industries de produits de construction (AIMCC)*,

Monsieur le Président de l'Association nationale pour l'information sur le logement (ANIL),

Monsieur le Président de l'Union fédérale des consommateurs (UFC),

Monsieur le Président de la Confédération de la consommation, du logement et du cadre de vie (CLCV).

**Assistant également aux réunions du comité consultatif :**

**Mme Dominique Ledoyen**

DIRECTION GÉNÉRALE DE LA SANTÉ

**M. Marc Rico**

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT

**M. Pascal Andries**

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'URBANISME, DE L'HABITAT ET DE LA CONSTRUCTION

**Mme Nathalie Pasquier**

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT

## ANNEXE 3

### OBSERVATOIRE QAI : RESEAU DES PARTENAIRES SCIENTIFIQUES

#### GROUPES DE TRAVAIL ET LISTE DES PARTENAIRES SCIENTIFIQUES

#### AU 22 MARS 2002

##### GROUPES DE TRAVAIL (GT) :

Thème	Référent	Coordonnées
Besoins en épidémiologie	CSTB, Séverine KIRCHNER	T. 01 64 68 88 49
Choix des bâtiments et paramètres d'intérêts	CSTB, Séverine KIRCHNER	T.01.64.68.88.49
Allergènes animaux	CHU Strasbourg, Frédéric De BLAY	T.03.88.11.67.68
Bactéries, Champignons, Ergostérol	LHVP, Annie MOUILLESEAUX	T.01.44.97.87.87
Endotoxines	CSTB, Enric ROBINE,	T.01.64.68.85.39
	CHU Strasbourg, Frédéric De BLAY	T.03.88.11.67.68
Biocides	INERIS, Olivier BLANCHARD	T.03.44.55.63.27
Composés organiques volatils et aldéhydes	CSTB, Stéphanie GAUVIN	T.01.64.68.88.49
Dioxyde d'azote	LCPP, Véroniques EUDES	T.01.55.76.22.69
Fibres minérales	LEPI, Marie Annick BILLON GALLAND	T.01 44 97 88 42
Monoxyde de carbone	LCPP, Claudie DELAUNAY	T.01.55.76.20.00
Particules inertes globulaires	LHVP, Alain PERSON	T.01.44.97.87.87
Température, humidité, dioxyde de carbone	CSTB, Bernard COLLIGNAN	T.01.64.68.85.97
Diagnostic CO	CSTB, Séverine KIRCHNER	T.01.64.68.88.49
Questionnaires descriptifs	CSTB, Séverine KIRCHNER	T.01.64.68.88.49
Carnet budget espace /temps /activité	CSTB, Franck GOLLIOT	T. 01 64 68 88 49
Echantillonnage Bâtiment/Occupants	CSTB, Séverine KIRCHNER	T.01.64.68.88.49
Communication des données	CSTB, Séverine KIRCHNER	T. 01 64 68 88 49
Base de données	CSTB, Nicolas BUS	T.04.93.95.64.27

##### LISTE DES PARTENAIRES SCIENTIFIQUES

- AASQA, Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air
- ADEME, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
- APPA, Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique
- CAP, Centre Anti-Poison
- CETE, Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement
- CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
- CTBA, Centre Technique du Bois et de l'Ameublement
- DDASS, Directions départementales de l'Action sanitaire et sociale
- DGS, Direction Générale de la Santé
- Ecole des Mines de Douai
- Faculté de Pharmacie de Paris, Laboratoire d'Hygiène et de Santé Publique
- Fondation Salvatore Maugeri
- GEOCIBLE
- GRECA, Groupe de Recherche en Environnement et Chimie Appliquée
- HUS / Service de pneumologie, Hôpitaux Universitaires de Strasbourg
- INERIS, Institut National de l'Environnement et des Risques
- INRS, Institut National de Recherche et de Sécurité
- INSEE, Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
- INSERM, Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
- InVS, Institut de Veille Sanitaire
- IPSN, Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire
- LCPP, Laboratoire Central de la Préfecture de Police
- LEPI, Laboratoire d'Etudes des Particules Inhalées
- LHVP, Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris
- RATP, Régie Autonome des Transports Parisiens
- SEPIA, Société d'Epidémiologie et d'Analyse
- SNCF, Société Nationale des Chemins de Fer Français
- Vincent Nedellec Consultant

## ANNEXE 4

### OBSERVATOIRE QAI

#### RESEAU DES OPERATEURS LOCAUX MIS EN PLACE POUR LA CAMPAGNE PILOTE

ZONES GEOGRAPHIQUES	EQUIPES	ORGANISMES
AIX-MARSEILLE	<i>Correspondant</i> Jean Alain BOUCHET  <i>Techniciens-enquêteurs</i> Bernard AGLIANY Michel MELIO Didier SEJOURNE Laurence SIOHAN-BOEHM	CETE MEDITERRANEE
STRASBOURG	<i>Correspondant</i> Nathalie LECLERC  <i>Techniciens-enquêteurs</i> Audrey LINTZ Chrystel VINCENT	ASPA  HUS – service pneumologie
NORD - PAS DE CALAIS	<i>Correspondant</i> Peggy DESMETTRES  <i>Techniciens-enquêteurs</i> Alexandre DELOBEL Yann RIGAUT  Christophe TILMANT	CDHR 62  Institut Pasteur de Lille  CTIH (ingénieur indépendant)

## ANNEXE 5

### OBSERVATOIRE QAI

#### BATIMENTS CIBLES ET DONNEES RECUEILLIES POUR LES CAMPAGNES 2001-2002 (AU 22 MARS 2002)

##### BATIMENTS CIBLES : logements et écoles

##### DONNEES RECUEILLIES

- Descriptif des bâtiments et de leur environnement :

*Logements* : situation générale et environnement extérieur, caractéristiques physiques de l'immeuble, taille du logement, dépendances, chauffage, équipement sanitaire, aération du logement, travaux, description des pièces

*Ecoles* : situation générale et environnement extérieur, descriptif de l'école, des bâtiments de l'école, de la salle de classe, des équipements, des animaux et des plantes, travaux

- Descriptif des occupants et de leurs activités :

*Logements* : composition du ménage, installation dans le logement, statut d'occupation, ressources nettes du ménage, occupation actuelle, activités

*Ecole* : activités des élèves et des enseignants

*Semainiers* : pas de temps de 10 min tous les jours de la semaine (lieux fréquentés)

*Carnets journaliers* : pas de temps de 15 min, deux jours de la semaine (lieux fréquentés et activités)

- Niveaux de pollution

➤ **Mesurages *in situ* (logements et écoles) : paramètres cibles mesurés à l'intérieur et à l'extérieur des sites investigués avec des stratégies d'échantillonnage spécifiques**

- ✓ Allergènes d'animaux : allergènes de chat (Feld 1) et de chien (Can f1) dans l'air et allergènes d'acariens (Derp1 et Derf 1) dans les poussières de matelas
- ✓ Champignons et moisissures : dénombrement et identification des spores mycéliennes de l'air (et de surface en cas de contamination), échantillonnage et dosage de la biomasse fongique aéroportée (ergostérol)
- ✓ Bactéries : mesure des endotoxines dans l'air et dénombrement et identification des bactéries Gram négatif (en particulier entérobactéries)
- ✓ Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)
- ✓ Monoxyde de carbone (CO)
- ✓ Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)

- ✓ Composés organiques volatils (COV) et aldéhydes

*Mesurage par chromatographie en phase gazeuse*

Hydrocarbures aromatiques :	benzène, toluène, ethylbenzène, m/p xylène, o-xylène, 1,2,4-triméthylbenzène, styrène,
Hydrocarbures aliphatiques (n-C <sub>6</sub> à n-C <sub>16</sub> )	n-décane, n-undécane
Cycloalcanes	cyclohexane
Terpènes	alpha-pinène, limonène
Alcools	2-ethyl-1-hexanol
Glycols	2-éthoxyéthanol, 2-butoxyéthanol, 1-méthoxy-2-propanol,
Hydrocarbures halogénés	trichloroéthylène, tétrachloroéthylène, 1,1,1-trichloroéthane, 1,4-dichlorobenzène
Esters	butylacétate, isopropylacétate, 2-éthoxyéthylacétate

*Mesurage par chromatographie en phase liquide*

Aldéhydes	formaldéhyde, acétaldéhyde, benzaldéhyde, hexaldéhyde, valéraldéhyde, isovaléraldéhyde, isobutyraldéhyde,
-----------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

- ✓ Fibres minérales artificielles (FMA) : FMA sédimentées et FMA dans l'air (écoles seulement)
- ✓ Température, humidité relative

➤ **Recueil des données disponibles pour définir les besoins ou non de mesurage dans le cadre de la campagne logements et écoles :**

- ✓ Amiante
- ✓ Plomb
- ✓ Radon

➤ **Paramètres pour lesquels les méthodes de mesurage font l'objet d'un développement métrologique avant leur mise en œuvre dans une campagne *in situ* :**

- ✓ Particules inertes globulaires (en cours)
- ✓ Biocides (mise au point quasi terminée)
- ✓ Legionnelles (démarrage)

➤ **Proposition de mesurage en cours de discussion :**

- ✓ Champs électromagnétiques très basses fréquences (50hz)

▪ **Diagnostic CO**

Mesurage du CO au niveau de tous les appareils à combustion et questionnaire descriptif complété par le technicien-enquêteur à son arrivée sur le site, dans les logements équipés d'appareil(s) à combustion. Son objectif est de prévenir les occupants et les techniciens enquêteurs contre un risque éventuel d'intoxication grave au monoxyde de carbone en identifiant les défauts relevés sur les installations, pouvant créer une situation de danger.

## ANNEXE 6

### OBSERVATOIRE QAI

#### SYNTHESE DES PRELEVEMENTS ET ANALYSES EFFECTUES DANS LE CADRE DE LA CAMPAGNE PILOTE

Paramètres	logements par région (n)	écoles par région (n)	Laboratoire réalisant les analyses
Bactéries (endotoxines dans l'air + dénombrement et identification des bactéries Gram négatifs (en particulier entérobactéries))	10	3	Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris (LHVP) <sup>8</sup>
Moisisures cultivables	10	3	LHVP
Biomasse fongique aéroportée (ergostérol)	10	3	CSTB Biobat <sup>9</sup>
Allergènes de chat et chien, endotoxines	10	3	Hôpitaux Universitaires de Strasbourg (HUS) <sup>10</sup>
Acariens	10	3	HUS
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	30	3	Laboratoire Central de la Préfecture de Police (LCPP) <sup>11</sup>
Dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> )	30	3	Pas d'analyse en laboratoire
Monoxyde de carbone (CO)	30	3	Pas d'analyse en laboratoire
Composés organiques volatils (COV)	30	3	CSTB Pollem <sup>12</sup>
Aldéhydes	30	3	CSTB Pollem
Fibres minérales artificielles sur les surfaces (FMA surface)	30	3	Laboratoire d'Etude des Particules Inhalées (LEPI) <sup>13</sup>
Fibres minérales artificielles dans l'air (FMA air)	0	3	LEPI

<sup>8</sup> Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris

<sup>9</sup> Laboratoire de microbiologie du CSTB

<sup>10</sup> Hôpitaux Universitaires de Strasbourg

<sup>11</sup> Laboratoire Central de la Préfecture de Police

<sup>12</sup> Laboratoire de chimie du CSTB

<sup>13</sup> Laboratoire d'Etude des Particules Inhalées (Paris)

## ANNEXE 7

### OBSERVATOIRE QAI

#### SYNTHESE DES STRATEGIES D'ECHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE DES PARAMETRES CIBLES DE LA CAMPAGNE PILOTE

PARAMETRES	METHODE D'ECHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE
<b>COMPOSES GAZEUX</b>	
Dioxyde d'azote	Prélèvement : tubes à diffusion imprégnés de triéthanolamine Analyse : lecture spectrophotométrique (542 nm) après complexation par un colorant azoïque Durée de prélèvement : 7 jours Lieu de prélèvement domicile: cuisine, chambre et extérieur Lieu de prélèvement école: classe, dortoir et extérieur
Aldéhydes 7 composés	Prélèvement : tubes passifs imprégnés de DNPH. Analyse : désorption à l'acétonitrile et HPLC (détection UV à 560 nm). Durée de prélèvement : 7 jours Lieu de prélèvement domicile: cuisine, chambre et extérieur Lieu de prélèvement école: classe, dortoir et extérieur
Composés organiques volatils 23 composés	Prélèvement : tubes passifs remplis de carbograph. Analyse : désorption thermique et CPG avec double détection FID/MS Durée de prélèvement : 7 jours Lieu de prélèvement domicile: cuisine, chambre et extérieur Lieu de prélèvement école: classe, dortoir et extérieur
Monoxyde Carbone	Prélèvement : mesurage en continu avec un capteur électrochimique. Durée de prélèvement : 7 jours avec un pas de temps de 5 mn Lieu de prélèvement domicile: cuisine, séjour, autre pièce si appareil de combustion et extérieur Lieu de prélèvement école: classe, pièce avec appareil de combustion et extérieur
Dioxyde de carbone,	Prélèvement : mesurage en continu avec une sonde multipolluant (capteurs infra-rouge, thermistance et capacitif). Durée de prélèvement : 7 jours avec un pas de temps de 5 mn Lieu de prélèvement domicile: CO <sub>2</sub> , T, HR:chambre ; T, HR : séjour Lieu de prélèvement école : classe, dortoir
<b>SUBSTANCES PARTICULAIRES</b>	
Fibres Minérales Artificielles	Prélèvement air : actif par pompage. Collecte sur filtres en ester de cellulose. Prélèvement surface : scotch déposé sur lame. Analyse : comptage et granulométrie des fibres en fonction des critères optiques des FMA. Observation directe pour les scotchs et lecture au MOLP Durée de prélèvement : 5 jours pendant les heures d'école Lieu de prélèvement domicile: surface : séjour, chambre Lieu de prélèvement école: surface : classe ; air : classe et extérieur

PARAMETRES	METHODE D'ECHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE
<b>BIOCONTAMINANTS</b>	
Moisissures cultivables 8 germes mycéliens	<p>Prélèvement air : échantillonnage avec impacteur à cibles. Collecte sur boîte de Pétri remplie d'un milieu de culture gélosé au Malt plus chloramphénicol.</p> <p>Prélèvement surfaces : Boîtes contact.</p> <p>Analyse : Incubation puis dénombrement à l'œil nu. Identification des espèces à la loupe binoculaire et/ou au microscope optique selon des critères morphologiques.</p> <p>Durée du prélèvement : 2 minutes</p> <p>Lieu de prélèvement domicile : séjour et extérieur</p> <p>Lieu de prélèvement école : classe et extérieur</p>
Moisissures totales (Ergostérol)	<p>Prélèvement : actif par pompage. Collecte des particules aéroportées sur mousse de polyuréthane.</p> <p>Analyse : extraction de l'ergostérol et dosage par HPLC à 282 nm.</p> <p>Durée de prélèvement : 7 jours</p> <p>Lieu de prélèvement domicile : séjour et extérieur</p> <p>Lieu de prélèvement école : classe et extérieur</p>
Bactéries cultivables	<p>Prélèvement air : échantillonnage avec impacteur à cibles. Collecte sur boîte de Pétri (milieu de culture gélosé Mac Conkey ou Chromocult).</p> <p>Analyse : incubation puis dénombrement à l'œil nu. Identification des Gram(-) après isolement sur milieu tripticas-soja et incubation.</p> <p>Durée de prélèvement : 0.2 et 2 minutes</p> <p>Lieu de prélèvement domicile : séjour</p> <p>Lieu de prélèvement école : classe</p>
Endotoxines	<p>Prélèvement : actif par pompage. Collecte sur filtres en fibres de verre.</p> <p>Analyse: incubation, dosage ELISA, mesure au spectromètre lecteur (405 nm)</p> <p>Durée de prélèvement : 2 * 1 heure</p> <p>Lieu de prélèvement domicile : séjour</p> <p>Lieu de prélèvement école : classe</p>
Allergènes animaux (chat, chiens, acariens)	<p>Prélèvement air : actif par pompage. Collecte sur filtre de verre.</p> <p>Prélèvement poussières (acariens) : aspiration avec aspirateur standard avec embout et filtre.</p> <p>Analyse : dosage par méthode ELISA. Mesure avec un spectromètre lecteur.</p> <p>Durée de prélèvement : 2 * 1 heure</p> <p>Lieu de prélèvement domicile : séjour</p> <p>Lieu de prélèvement école : classe</p>
<b>PARAMETRES PHYSIQUES</b>	
Température et Humidité relative	<p>Prélèvement : mesurage en continu avec une sonde multipolluant (capteurs infra-rouge, thermistance et capacitif).</p> <p>Durée de prélèvement : 7 jours avec un pas de temps de 5 mn</p> <p>Lieu de prélèvement domicile: chambre et séjour</p> <p>Lieu de prélèvement école : classe, dortoir</p>

## ANNEXE 8

### OBSERVATOIRE QAI

#### ORGANISATION DES ENQUETES DE LA CAMPAGNE PILOTE

##### ▪ POUR LES LOGEMENTS

---

Collecte de données sur 1 semaine :

Temps d'enquête moyen nécessaire sur place :

- **logement standard<sup>14</sup>** : **4,5 heures** dont 3.5 heures pour la première visite et 1 heure pour la seconde
  - **logement renforcé<sup>15</sup>** : **7,5 heures** dont 5.5 heures pour la première visite et 2 heures pour la seconde
- 

Une date de visite est fixée avec l'occupant. Un **questionnaire téléphonique** permet de recueillir quelques premières informations sur le ménage et le logement. Les informations sur le logement permettent, notamment, de préparer la visite et les prélèvements.

Un **courrier de confirmation** de visite est systématiquement envoyé aux occupants.

##### Première visite des techniciens enquêteurs :

- réalisation du diagnostic concernant le monoxyde de carbone (CO),
- installation des appareils de prélèvement en continu (COV et aldéhydes, NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, ergostérol, CO, température et humidité relative),
- prélèvements ponctuels des moisissures, allergènes, bactéries ; remplissage des fiches de prélèvement,
- remplissage, avec l'aide des occupants, des questionnaires « description des pièces du logement », « individu » (de 10 ans et plus), « ménage »,
- remise des documents à remplir par les occupants avec explication sur leur mode d'utilisation, à savoir : carnet(s) journaliers (un modèle pour les 10-14 ans et un modèle 15 ans et plus), semainier individuel (pour chaque personne du foyer de 10 ans et plus). Les carnets journaliers sont à remplir pour deux jours (un jour de semaine et un jour de fin de semaine). Le semainier est à remplir durant sept jours consécutifs,
- remise aux occupants d'un constat de visite provisoire.

##### Seconde visite des techniciens enquêteurs, au terme d'une semaine :

- récupération des appareils de mesure laissés sur le site durant la semaine et remplissage des fiches de prélèvement,
- récupération et vérification du ou de(s) carnet(s) journalier(s) et du ou des semainier(s) individuel(s) rempli(s) par les occupants en les complétant si nécessaire,
- réponse aux éventuelles questions complémentaires,
- remise aux occupants d'un constat de visite définitif.

Afin de remercier les volontaires de leur participation et du temps consacré pour l'enquête, un cadeau leur a été systématiquement remis (boîte de chocolat) lors de la visite et une lettre de remerciement leur a été ultérieurement envoyée.

---

<sup>14</sup> Logement standard : logement dans lequel ne sont effectués que les prélèvements des substances chimiques et des particules inertes.

<sup>15</sup> Logement renforcé : logements où sont effectués les prélèvements des substances chimiques, microbiologiques et des particules inertes ainsi que 5 réplicats pour le mesurage de NO<sub>2</sub>, des COV et des aldéhydes.

## ■ POUR LES ECOLES

---

Collecte de données sur 1 semaine :

Temps d'enquête moyen nécessaire sur place : **13.5 heures**,  
dont 1 heure pour la visite préparatoire, 10 heures pour la première visite et 2.5 heures pour la seconde

---

**Première visite préparatoire**, réalisée pour le repérage des locaux : identification des lieux pour l'installation du matériel de prélèvement, les possibilités de raccordement électrique assurant une sécurité maximale pour les enfants. Cette visite est généralement effectuée en présence du correspondant local.

**Seconde visite des techniciens-enquêteurs**, le matin avant l'arrivée des enfants :

- installation des appareils de prélèvement en continu (COV et aldéhydes, NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, ergostérol, CO, température et humidité relative) dans deux classes ou une classe et un dortoir (école maternelle),
- prélèvements ponctuels des moisissures, allergènes, bactéries, fibres,
- remplissage des fiches de prélèvement,
- remplissage, avec l'aide des occupants, des questionnaires « école », « classe »,
- remise à l'enseignant du carnet hebdomadaire à remplir durant la semaine d'école, avec explication sur leur mode d'utilisation,

**Troisième visite** : récupération des pompes portables pour les allergènes par un des techniciens enquêteurs, au terme de 8 h de prélèvement.

**Quatrième visite des techniciens-enquêteurs**, la semaine suivante, avant l'arrivée des enfants dans la salle de classe :

- récupération des appareils de prélèvement en continu laissés sur le site et remplissage des fiches de prélèvement,
- récupération et vérification du carnet hebdomadaire rempli par l'enseignant en le complétant si nécessaire
- réponse aux éventuelles questions complémentaires.

Afin de remercier le personnel enseignant de la contribution et du temps consacré à l'enquête, un cadeau leur a été remis (boîte de chocolat).

## ANNEXE 9

### OBSERVATOIRE QAI EN IMAGE

