

**ENSP**  
ECOLE NATIONALE DE  
LA SANTE PUBLIQUE

RENNES

---

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**  
**Formation des ingénieurs du**  
**génie sanitaire**

Promotion : **2005 - 2006**

Date du Jury : **28 septembre 2006**

---

**Habitat et Santé en Bourgogne et**  
**Franche Comté :**  
**Etat des connaissances et faisabilité**  
**d'une étude épidémiologique**

---

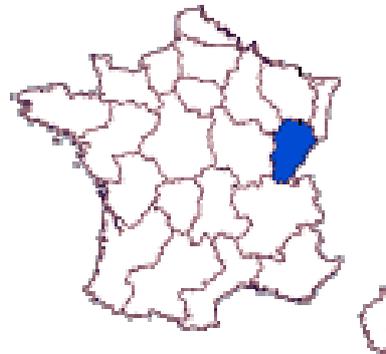
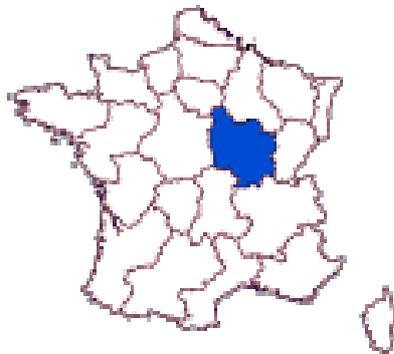
Présenté par : **Céline PACAULT**

Ingénieur agronome (ENSAR)

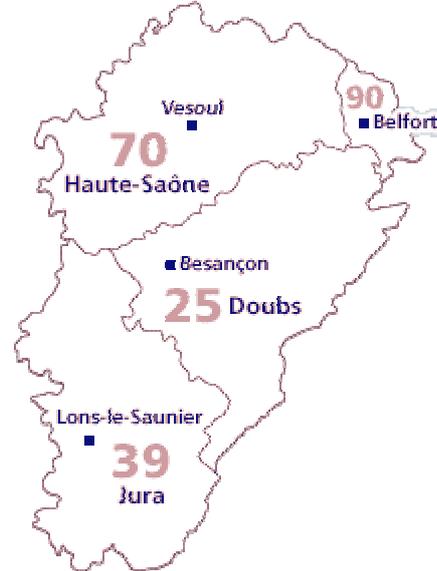
Lieu du stage : **CIRE Centre Est**

Référent professionnel : **Claude TILLIER**

Référent pédagogique : **Laurence GULDNER**



**Bourgogne**



**Franche-Comté**

**Les deux régions d'intérêt**

---

# Remerciements

---

Avant toute chose, je voulais exprimer mes remerciements à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Je souhaite remercier, tout particulièrement, mon référent professionnel, Claude Tillier, avec qui j'ai eu beaucoup de plaisir à travailler, pour son esprit innovateur et son précieux soutien. Un grand merci également à ma référente pédagogique, Laurence Guldner, pour sa rigueur scientifique et ses grandes qualités humaines.

Lors de ce projet, j'ai été amenée à rencontrer de nombreuses personnes qui ont accepté très gentiment de prendre sur leur temps et m'aider dans ma réflexion. Je leur adresse mes remerciements pour ces entretiens très enrichissants. Un grand merci à Mme Nourry (DRASS Franche-Comté), Mme Gil-Vailler (DDASS Côte d'Or), Mme Moissonnier (DDASS Saône-et-Loire), Mme Millot (ORS Bourgogne), Mr Maitrias (DRASS Côte d'Or), Mr Hory (DDE Côte d'Or), Mme Pepe (ADIL Saône-et-Loire).

Mes remerciements s'adressent également à toute l'équipe de la CIRE (Jeanine, Ursula, François, Olivier et je n'oublie pas Lydie, ma collègue stagiaire,) pour leur accueil chaleureux et leur bonne humeur permanente. Ma reconnaissance à François pour ses conseils avisés.

J'exprime toute ma gratitude à tous ceux que je n'ai pas mentionnés mais qui auront participé de près ou de loin à ce travail.  
Enfin, un grand merci à ma famille pour son soutien indéfectible.

---

# Sommaire

---

<b><u>INTRODUCTION</u></b> .....	<b>1</b>
<b><u>1 Habitat et santé : état des connaissances et réflexion sur les sources de données actuelles</u></b> .....	<b>3</b>
<b><u>1.1 Facteurs de risque présents dans l’habitat : de l’environnement immédiat à l’occupant [1-14]</u></b> .....	<b>3</b>
1.1.1 <u>Environnement immédiat, voisinage et logement [15]</u> .....	3
1.1.2 <u>Structure, matériaux et équipements du logement</u> .....	5
1.1.3 <u>Air intérieur [22-23; 25-30]</u> .....	6
1.1.4 <u>Occupant et mode d’occupation</u> .....	7
<b><u>1.2 Effets sanitaires associés à l’habitat</u></b> .....	<b>9</b>
1.2.1 <u>Effets physiques aigus</u> .....	9
1.2.2 <u>Effets physiques chroniques</u> .....	11
1.2.3 <u>Effets à caractère mental et perception de l’habitat par son occupant</u> .....	13
1.2.4 <u>Effets à caractère social [4, 76]</u> .....	14
<b><u>1.3 Quantifier l’impact sanitaire de l’habitat pour agir</u></b> .....	<b>14</b>
1.3.1 <u>Des données sur l’état sanitaire des logements en France peu nombreuses</u> .....	15
1.3.2 <u>La part de l’impact de l’habitat sur l’état de santé des populations mal connue en France</u> .....	16
1.3.3 <u>L’émergence des études « habitat et santé »</u> .....	17
<b><u>2 Habitat et santé en Bourgogne et Franche-Comté : des connaissances très parcellaires à compléter</u></b> .....	<b>19</b>
<b><u>2.1 Etat des connaissances sur habitat et santé en Bourgogne et Franche-Comté</u></b> .....	<b>19</b>
2.1.1 <u>Présentation des deux régions : les grandes caractéristiques géographiques, démographiques et socio-économiques [85-88]</u> .....	19
2.1.2 <u>Données régionales en termes d’habitat et de facteurs de risque [68, 85, 89-92]</u> .....	20
2.1.3 <u>Données régionales en termes de pathologies [68, 89-93]</u> .....	20
<b><u>2.2 Besoins d’études complémentaires régionales</u></b> .....	<b>22</b>
2.2.1 <u>Les facteurs de risque à investiguer</u> .....	22
2.2.2 <u>Les effets sanitaires à investiguer</u> .....	26

<b><u>3 Propositions d'études épidémiologiques régionales à visée opérationnelle</u></b> .....	<b>28</b>
<b><u>3.1 Types de schémas épidémiologiques envisageables [80, 98]</u></b> .....	<b>28</b>
3.1.1 <u>Puissance statistique et taille de l'échantillon</u> .....	28
3.1.2 <u>Etude transversale</u> .....	29
3.1.3 <u>Etude de cohorte</u> .....	30
3.1.4 <u>Etudes cas témoins</u> .....	31
3.1.5 <u>Etudes écologiques</u> .....	32
3.1.6 <u>Choix de la population</u> .....	33
<b><u>3.2 Protocole d'échantillonnage</u></b> .....	<b>33</b>
3.2.1 <u>Choix de l'unité statistique</u> .....	33
3.2.2 <u>Bases de données utilisables pour le recrutement de l'échantillon [77]</u> .....	34
3.2.3 <u>Organisation du tirage au sort [102]</u> .....	35
3.2.4 <u>Estimation du taux de participation</u> .....	36
<b><u>3.3 Le protocole cadre</u></b> .....	<b>36</b>
3.3.1 <u>Mode de recueil des expositions et des paramètres caractérisant l'état de santé</u> .....	36
3.3.2 <u>L'organisation : une étude épidémiologique et un projet pédagogique</u> .....	39
<b><u>3.4 Perspectives d'actions</u></b> .....	<b>40</b>
<b><u>Conclusion</u></b> .....	<b>43</b>
<b><u>Bibliographie</u></b> .....	<b>45</b>
<b><u>Liste des annexes</u></b> .....	<b>I</b>

---

## Liste des sigles utilisés

---

<b>ADEME</b>	Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
<b>ADIL</b>	Agence Départementale pour l'Information sur le Logement
<b>ADVC</b>	Accident De la Vie Courante
<b>Afsset</b>	Agence française de sécurité sanitaire environnementale et du travail
<b>ANAH</b>	Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat
<b>CAF</b>	Caisses d'Allocations Familiales
<b>CEDIAC</b>	Cellule d'Échange et D'Information sur les Accidents de la vie Courante
<b>CépiDC</b>	Centre d'épidémiologie des causes médicales de DéCès
<b>CIRC</b>	Centre International de Recherche contre le Cancer
<b>CIRE</b>	Cellule InterRégionale d'Epidémiologie
<b>CNAMPI</b>	Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Professions Indépendantes
<b>CNAMTS</b>	Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés
<b>CNMSA</b>	Caisse Nationale de la Mutualité Sociale Agricole
<b>CO</b>	Monoxyde de carbone
<b>COV</b>	Composés Organiques Volatils
<b>CREDES</b>	Centre de Recherche, d'Etudes et de Documentation en Economie de la Santé (devenu IRDES)
<b>CRES</b>	Centre Régional d'Education à la Santé
<b>CHU</b>	Centre Hospitalier Universitaire
<b>CHU</b>	Centre Hospitalier Universitaire
<b>DDASS</b>	Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
<b>DGI</b>	Direction Générale des Impôts
<b>DGS</b>	Direction Générale de la Santé
<b>DRE</b>	Direction Régionale de l'Equipement
<b>DREES</b>	Direction Régionale de l'Evaluation et des Etudes Statistiques
<b>ECLN</b>	Enquête de Commercialisation des Logements Neufs
<b>EDF</b>	Electricité De France
<b>ELF</b>	Extremely Low Frequency
<b>ENL</b>	Enquête Nationale sur le Logement
<b>ENSP</b>	Ecole Nationale de la Santé Publique
<b>EPA</b>	Environmental Protection Agency
<b>EPAC</b>	Enquête Permanente sur les Accidents de la vie Courante
<b>EPLS</b>	Enquête sur le Parc Locatif Social
<b>ESPS</b>	Enquête Santé, soins et Protection Sociale
<b>FILOCOM</b>	Fichier des LOgements à l'échelle COMMunale

<b>FST</b>	Fumée Secondaire de Tabac
<b>GTNDO</b>	Groupe Technique National de Définition des Objectifs de santé
<b>HCSP</b>	Haut Comité de la Santé Publique
<b>HQE</b>	Haute Qualité Environnementale
<b>IEH</b>	Institute for Environment and Health
<b>IFSI</b>	Institut de Formation des Soins Infirmiers
<b>INRETS</b>	Institut National de REcherche sur les Transports et leur Sécurité
<b>INSEE</b>	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
<b>INSERM</b>	Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale
<b>InVS</b>	Institut national de Veille Sanitaire
<b>IRDES</b>	Institut de Recherche et Documentation en Economie de la Santé
<b>IRIS</b>	Ilots Regroupés pour l'Information Statistique
<b>IRSN</b>	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
<b>LARES</b>	Large Analysis and Review of European housing and health Status
<b>LCPP</b>	Laboratoire Central de Police de Paris
<b>NO<sub>2</sub></b>	Dioxyde d'azote
<b>OIP</b>	Observatoire Interrégional de Politique
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>OPS</b>	Occupation du Parc Social
<b>OQAI</b>	Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur
<b>OR</b>	Odds ratio
<b>ORS</b>	Observatoire Régional de Santé
<b>PDALPD</b>	Plan Départemental d'Action pour le Logement de Personnes Défavorisées
<b>PMSI</b>	Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information
<b>PNSE</b>	Plan National Santé - Environnement
<b>RGP</b>	Recensement Général de la Population
<b>RIL</b>	Répertoire d'Immeubles Localisés
<b>RSS</b>	Résumés Standardisés de Sortie
<b>SBM</b>	Syndrome des Bâtiments Malsains
<b>SO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de soufre
<b>STEP</b>	STation d'EPuration

## INTRODUCTION

Au-delà d'un simple toit au-dessus de la tête, l'habitat recouvre quatre dimensions : le **foyer** en tant que refuge, participant au développement de l'occupant ; le **logement** en tant que structure physique, protégeant l'occupant des agressions extérieures ; le **voisinage**, incluant les limites externes du logement et ses espaces adjacents, l'environnement proche tant physique que humain ; et l'**environnement immédiat** englobant l'architecture urbaine, la présence ou non de structures de vie [1, 2]. Le droit au logement a été reconnu comme un élément fondamental au droit d'accès à un niveau de vie satisfaisant (Déclaration des droits de l'homme de 1948).

Du fait que l'individu y passe, en moyenne, 70% de son temps [3], l'habitat est connu depuis longtemps pour avoir des conséquences considérables sur la santé (**bien-être physique, mental et social**, tel que défini par l'Organisation Mondiale de la Santé) et sur l'épanouissement de ses occupants [4]. L'un des premiers liens mis en évidence remonte aux temps victoriens, avec l'établissement d'une relation entre, d'une part, la sur-occupation, le manque d'assainissement dans l'habitat et, d'autre part, les épidémies telles que la tuberculose. Néanmoins, l'évaluation et la gestion des effets sanitaires de l'habitat ont longtemps été délaissées au profit d'autres problématiques, comme le développement des soins. Toutefois, a servi récemment de révélateur, la reconnaissance de problèmes spécifiques à l'habitat, tels que l'intoxication au monoxyde de carbone ou le saturnisme, qui font actuellement l'objet de politiques particulières des Directions Départementales des Affaires Sanitaires et Sociales. L'exposition prolongée à une gamme de plus en plus complexe de contaminants présents dans l'habitat (Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur), tout comme l'exposition aux dangers domestiques (Enquête Permanente sur les Accidents de la vie Courante) sont des problématiques émergentes.

Aujourd'hui, l'habitat est reconnu comme un enjeu de santé publique tant au niveau national [5] qu'international [1]. A l'échelle nationale, différents plans traitent du thème de l'habitat : le Plan de Lutte contre les Exclusions (1998), le Plan de Lutte contre l'Habitat Indigne du 13 septembre 2001, le Plan de Cohésion Sociale de juillet 2004 et le **Plan National Santé - Environnement** (2004 – 2008), dont l'un des huit axes prioritaires est intitulé « Protéger la population à l'intérieur des locaux ».

On constate ainsi que les pouvoirs publics intègrent progressivement la problématique de l'impact sanitaire du logement dans leurs politiques de santé et d'habitat. Néanmoins, il reste de nombreuses zones d'ombre ; les facteurs de risque de l'habitat (caractéristiques de l'habitat et modes d'occupation), les niveaux d'exposition ainsi que la nature et la gravité des effets sanitaires associés ne sont pas encore totalement cernés. Y répondre passe par la mise en place d'études à visée scientifique, mais surtout d'études s'inscrivant dans une démarche opérationnelle d'action en santé publique et en politique de l'habitat. Une évaluation de la qualité du parc de logements et un repérage des logements à risque s'imposent afin d'engager et d'orienter les politiques publiques.

Dans ce contexte, une grande étude européenne sur la problématique « habitat - santé », **LARES, Large Analysis and Review of European housing and health Status**, a été engagée dans huit villes européennes dont Angers en France (2003) [6]. Elle visait à évaluer l'état du parc de logements enquêtés et à améliorer les connaissances des influences de l'habitat sur la santé, en vue d'apporter des éléments de gestion aux autorités locales. Elle constitue la première étude globale « habitat – santé » en France.

C'est dans une logique identique que s'établira notre base de travail, adaptée aux particularités régionales. La Bourgogne et la Franche-Comté comptent environ 2,8 millions d'habitants en 1999 (près de 5% de la population française), répartis sur 9% du territoire. La Bourgogne est l'une des régions les plus âgées de métropole. Le caractère rural est prononcé dans les deux régions. Les populations sont affectées par une sur-mortalité prématurée relativement élevée, due notamment à une recrudescence des

cancers du poumon et bronchites chroniques chez les hommes franc-comtois et des accidents domestiques chez les femmes bourguignonnes. Un lien entre ces pathologies et l'habitat est envisageable.

Le comité de pilotage de la Cellule InterRégionale d'Epidémiologie Centre Est a souhaité engager une étude sur le thème « Habitat et santé en Bourgogne et Franche-Comté ». Cette étude tend à répondre à plusieurs objectifs : estimer l'état sanitaire du parc de logements et son impact sur la santé des populations dans les deux régions. L'objectif final recherché est à visée opérationnelle. Ce projet consiste à fournir des éléments aux gestionnaires, sur leur parc de logements et l'état de santé de la population, éléments nécessaires à l'élaboration de politiques locales adaptées et à l'établissement de priorités d'actions. En raison des lourds moyens financiers et humains demandés et des nombreuses exigences sous-tendues par de telles études, il est nécessaire de vérifier la pertinence et la faisabilité de l'étude en amont. C'est l'objet du présent mémoire.

Pour répondre à ces objectifs, il sera réalisé dans un premier temps, un état des connaissances actuelles quant aux facteurs de risque de l'habitat et aux effets sanitaires associés, ainsi qu'une analyse des sources de données disponibles sur ce thème. S'appuyant sur cette revue critique et sur des réflexions menées avec différents acteurs de la problématique (cf. annexe 1), un second temps permettra de juger de la pertinence d'une action régionale en Bourgogne et Franche-Comté. Dans un troisième temps, sera présenté le projet d'étude retenu pour pallier les insuffisances dans les connaissances et fournir les éléments de choix d'une politique, tant dans le domaine de l'investissement dans l'habitat que dans celui de l'éducation sanitaire.

# 1 HABITAT ET SANTE : ETAT DES CONNAISSANCES ET REFLEXION SUR LES SOURCES DE DONNEES ACTUELLES

Dans cette partie, un portrait de la problématique « habitat - santé » est dressé à partir de la revue de la bibliographie [1 à 14]. Dans la littérature, on note un manque de vision globale. Les publications appréhendent cette thématique sous trois types d'approche :

- l'approche **habitat** au travers de deux aspects :
  - les **polluants** permettant des approches de type évaluation de risques sanitaires (e.g. monoxyde de carbone, formaldéhyde, benzène,...) ;
  - les **facteurs de risque** (e.g. appareil de combustion, ventilation,...) : leur connaissance permet d'identifier des actions d'amélioration, pouvant par la suite faire l'objet d'évaluations. Ces facteurs peuvent être liés aux caractéristiques du logement, modifiables par des investissements, ou au comportement des occupants, lequel facteur relève de l'éducation sanitaire ;
- l'approche **santé** : ces données permettent de connaître les effets sur la santé, toutefois, il faut établir et quantifier le lien avec les polluants et les facteurs de risque ;
- l'approche **population** : le repérage des populations à risque, soit à partir du logement, soit à partir des données de population, constitue un enjeu majeur. Pour ces populations, se pose alors la question de l'indépendance et du cumul potentiel des différents facteurs de risque du logement.

Ce chapitre adoptera une présentation des facteurs de risque présents dans l'habitat et des pathologies associées. En outre, une réflexion sur les sources de données relatives à l'habitat et à la santé sera engagée en vue de déterminer leurs forces et leurs limites.

## 1.1 Facteurs de risque présents dans l'habitat : de l'environnement immédiat à l'occupant [1-14]

La revue de la littérature a permis d'identifier les principaux facteurs de risque suspectés, présents dans l'habitat, que nous avons classés en quatre groupes, à savoir :

***Environnement immédiat, voisinage et logement***  
***Structure, matériaux et équipements du logement***  
***Air intérieur***  
***Occupant et mode d'occupation***

Ces facteurs ainsi que les polluants associés sont présentés dans les annexes 2 et 3, et vont être commentés ci-dessous.

### 1.1.1 Environnement immédiat, voisinage et logement [15]

L'habitat ne se borne pas à une simple enveloppe matérielle ; c'est également un lieu entouré d'un environnement physique et humain, pouvant favoriser ou dégrader l'état de santé des résidents. Nous pouvons distinguer comme groupes de facteurs de risque :

#### **A) Urbanisme et aménagement de l'espace**

L'aménagement du territoire doit permettre aux occupants d'accéder aisément à leur logement ainsi qu'aux activités et services de la vie courante, aux loisirs et à la nature [4].

**Accessibilité au logement** : ce concept inclut la notion de complète utilisation de l'habitat et de son environnement. Les groupes les plus confrontés à ce problème sont les personnes âgées et les personnes à mobilité réduite. La prévalence des handicaps et des limitations fonctionnelles est de 10% dans les pays européens [4]. L'enquête LARES a

estimé que 90% de ces personnes à mobilité réduite ne peuvent faire un usage normal de leur logement en raison de barrières physiques (telles que escaliers, portes étroites, absence d'ascenseurs, etc.) [6].

**Présence et accessibilité aux infrastructures et services de proximité :** écoles, commerces, espaces verts, transports publics, etc. Ces aménagements sont favorables :

- au **bien-être physique** de la population en encourageant l'exercice physique (présence d'espaces verts), en approchant les lieux habités des infrastructures et ainsi en limitant les nuisances des déplacements (pollution de l'air, accidents, fatigue, etc.),
- au **bien-être psychique** en offrant un environnement de qualité, plaisant esthétiquement,
- au **bien-être social** en encourageant le développement de relations sociales conviviales et en prévenant l'exclusion sociale.

## **B) Environnement immédiat et son état**

Le logement constitue une barrière physique contre les agressions venant de l'environnement immédiat : agressions climatiques, pollution, bruit, nuisibles, etc.

**Niveau de pollution et de détérioration de l'environnement :** La présence d'infrastructures ou de sites dangereux, à proximité du logement, peut avoir des effets invasifs sur l'habitat et la santé : catastrophes naturelles, risques technologiques et pollution liés à la présence d'usines, autres sources de pollution anthropique, etc.

**Niveau de bruit [16 à 19] :** le bruit est la première nuisance à domicile, déclarée par 54% des personnes selon l'enquête de 2002 de l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE) [16] et par 81% d'après l'enquête Baromètre santé 2000. Au niveau de l'habitat, deux grandes sources de bruit sont distinguées : les bruits intérieurs (équipements) et les bruits extérieurs (voisinage et transports). Pour les seuls transports terrestres, l'Inrets a estimé que près de 7 millions de Français sont exposés à des niveaux de bruits diurnes extérieurs occasionnant une forte gêne et 300 000 logements supportent un niveau de bruit préoccupant. Les transports sont ainsi la première source de bruit incommode évoquée par les Français lors de sondage (66% des enquêtés sont gênés par la circulation automobile selon l'enquête de l'Observatoire Interrégional de Politique et 44% d'après Baromètre Santé 2000). Paradoxalement, les plaintes concernant le bruit (estimées à 100 000 / an) font ressortir de façon écrasante les troubles du voisinage (80% des plaintes selon l'Observatoire du bruit à Paris) [17]. Ce paradoxe pourrait s'expliquer par le sentiment d'impuissance de la population face au bruit des transports, lesquels sont considérés comme indispensables.

**Infestation par les nuisibles :** L'invasion de l'habitat par des nuisibles (insectes et rongeurs) est une menace directe pour la santé, ceux-ci étant des vecteurs de diverses maladies et d'allergènes. Les caractéristiques de l'habitat jouent un grand rôle dans la survenue des nuisibles. Il s'agit (1) des défauts structuraux tels qu'une mauvaise fermeture des fenêtres, (2) d'un état d'hygiène global défaillant comme la présence de déchets, les problèmes d'évacuation d'eau, la mauvaise maintenance des locaux, (3) d'un environnement adéquat à la prolifération des nuisibles pour exemple une atmosphère humide et chaude adjointe à une source de nourriture. Il est difficile d'appréhender le pourcentage réel de logements infestés par les nuisibles. Ces taux sont généralement sous-estimés car ils reposent sur un questionnement des occupants et non sur une recherche active des animaux. Par exemple, lors de l'enquête descriptive sur les conditions de logement en Angleterre, seulement 1 à 2% des foyers déclarent être infestés par les rongeurs [9]. Par ailleurs, l'utilisation de pièges lors d'une étude dans un quartier de Manchester a mis, quant à elle, en évidence des taux d'infestation de 30% [20].

## C) Voisinage

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), « un habitat est un lieu favorable à la création de liens sociaux, aux échanges, à l'inclusion de ses habitants dans un contexte social harmonieux » [4]. Le voisinage est un élément clé dans la qualité de vie du résident, de par ses caractéristiques socio-économiques, culturelles, ethniques et sa cohésion [21]. Les politiques d'urbanisme antérieures ont longtemps favorisé la création de « ghettos », rassemblant certaines minorités ethniques et personnes de mêmes conditions. Dans ce contexte, le voisinage dicte une certaine conduite de vie à adopter et tout individu dérogeant à cette règle est exclu du champ social [10].

## D) Habitat et insécurité

Les indices environnementaux qui conduisent au **sentiment subjectif d'insécurité** sont les incivilités physiques comme la détérioration du voisinage et les incivilités sociales telles que la violence verbale. La **peur du crime** est liée à d'autres facteurs de l'habitat incluant, par exemple, le fait d'avoir des fenêtres qui ferment bien, de pouvoir s'enfuir en cas d'incendie et d'avoir un éclairage suffisant dans les parties communes. Le British Crime Survey estimait en 2002/ 2003 à 7% la population anglaise dont la qualité de vie est affectée par cette peur du crime [1].

### 1.1.2 Structure, matériaux et équipements du logement

Dans cette partie, l'habitat est considéré en tant que structure physique.

#### A) Type et surface du logement

**Type de logement** : L'effet du type de logement (maison individuelle, appartement, etc.) sur la santé est peu abordé dans la littérature. Des études suggèrent l'existence d'une relation entre le type de logement et la santé psychique, avançant, par exemple, que les personnes vivant dans des logements collectifs sont moins satisfaites de leurs conditions de vie que celles habitant dans des maisons [7].

**Surface** : La sur-occupation est considérée comme préjudiciable à la santé, car elle dégrade la qualité de l'air intérieur, augmente le risque de contaminations inter-humaines et celui d'accidents domestiques. Néanmoins, il reste encore de nombreuses interrogations quant au réel impact de la sur-occupation sur le bien-être mental et physique. Cette sur-occupation est généralement définie au travers d'une mesure physique, la densité d'occupation (e.g. nombre de m<sup>2</sup> habitable par personne,...). Cependant, cette notion ne permet pas d'évaluer la satisfaction ressentie par le résident quant à son besoin d'intimité [7].

#### B) Structure et vétusté de l'habitat

La qualité constructive des logements doit garantir la sécurité des occupants, de par sa stabilité et sa durabilité. Or l'habitat contient des obstacles et dangers physiques, éléments considérés, pour la plupart, comme nécessaires tels que le gaz, l'électricité, les seuils de porte et les marches d'accès, les escaliers, les balcons, etc. Les résultats de l'enquête LARES à Angers indiquent que 50% des habitats présentent au moins un élément dangereux pour les enfants [6]. La vétusté du lieu, du système électrique ou du chauffage peut conduire à des situations à risque pour l'occupant telles que les chutes d'objets mal fixés, l'électrocution, l'incendie, etc.

La structure de l'habitat doit permettre de répondre aux besoins essentiels de l'occupant, en offrant les infrastructures de base comme l'éclairage, le chauffage, la ventilation. L'aménagement doit assurer des conditions d'hygiène satisfaisantes, aussi bien en termes d'hygiène corporelle ou vestimentaire que d'hygiène alimentaire. Pour ce faire, il doit permettre de disposer d'équipements sanitaires de base, d'une eau de bonne qualité alimentaire et d'un emplacement permettant une bonne préparation et conservation des repas, sans risque de contamination [4].

## C) Matériaux de construction et équipements des logements

**Matériaux de construction** : De nombreuses interrogations subsistent sur l'innocuité des matériaux de construction et revêtements employés dans les logements. Certaines pathologies impliquent des symptômes spécifiques et sont directement reliées à un contaminant et à un aspect particulier de la construction : cas du saturnisme avec le plomb, cas du mésothéliome avec l'amiante, etc. Mais de nombreux facteurs restent à explorer quant à leurs effets sanitaires : il s'agit de l'émission de certains composés organiques volatils, des fibres minérales artificielles, de certains types de rayonnements non ionisants... En termes d'exposition, les niveaux et le nombre de personnes exposées sont plus ou moins bien évalués. Dans le cas du plomb, en France, la proportion de logements contenant de la peinture au plomb est estimée à 33%, les logements équipés de réseaux intérieurs en plomb représentent 34% et ceux desservis par des branchements publics en plomb 37% [22]. D'autres polluants comme le formaldéhyde sont retrouvés systématiquement dans les logements et parfois en concentration importante [23]. L'ensemble de ces composés dont l'exposition se fait essentiellement par inhalation sera traité dans la problématique suivante, l'air intérieur.

**Équipement** : Le terme d'équipement ne sous-entend pas les infrastructures de base, à savoir l'éclairage, la ventilation, le chauffage, mais l'ensemble des appareils aménageant le logement. Les champs électromagnétiques de très basse fréquence (ELF) émis par les équipements font actuellement l'objet de diverses préoccupations au sein de la population, et ce en raison d'effets sanitaires suspectés (cancers chez les enfants et adultes, avortements et effets psychologiques) [24].

### 1.1.3 Air intérieur [22-23; 25-30]

L'environnement intérieur est un univers dynamique caractérisé par un nombre important de polluants [31]. L'annexe 4 répertorie les principales familles de polluants intérieurs, à savoir la fumée secondaire de tabac, les produits de combustion, les composés organiques, les particules et fibres, les métaux, les rayonnements ionisants et les contaminants biologiques. Les facteurs de risque à l'origine, leurs effets sanitaires, ainsi que les actions à mettre en place pour réduire les niveaux d'exposition figurent également dans l'annexe 4 [27-30, 32-34].

La qualité de l'air intérieur dépend de (1) l'**air extérieur** qui sert au renouvellement de l'air intérieur, (2) des émissions aériennes des **sources internes** à l'habitat et (3) d'autres **facteurs modificateurs** relatifs, notamment, à l'architecture de l'habitat et aux modes d'occupation.

#### A) Sources externes :

Les sources externes de polluants sont les sols pollués, les émissions des activités anthropiques liées au trafic automobile, aux industries, certains éléments contenus dans les formations géologiques (cas du radon), etc. La plupart des polluants aériens ont des concentrations dans le logement, supérieures aux teneurs extérieures. En effet, l'habitat peut se comporter comme un piègeur en raison des capacités absorbantes des surfaces (cas du benzène) [30]. A contrario, certains composés peuvent réagir avec les matériaux et se trouver en moindre concentration à l'intérieur (cas du dioxyde de soufre). Néanmoins, les variations saisonnières des concentrations extérieures ont peu d'influence sur les teneurs intérieures [30]. Les sources internes sont déterminantes dans la qualité de l'air intérieur.

#### B) Sources internes :

Les polluants produits à l'intérieur appartiennent à une des sources suivantes [25] :

**Appareils à combustion** : Par défaut de conception, d'utilisation ou d'entretien, les chaudières et autres appareils à combustion (chauffe-eau, etc.) peuvent constituer des sources de polluants intérieures. La précarisation de la population entraîne un usage de

plus en plus fréquent en tant que chauffage ambiant, de chauffages à gaz non raccordés, voire d'appareils non conçus à ces fins, tels que les braseros. Cela induit des problèmes d'humidité (production de vapeur d'eau), d'exposition chronique plus importante et d'intoxication aiguë (cas du monoxyde de carbone CO).

**Matériaux de construction et d'ameublement** : Les polymères synthétiques utilisés dans les meubles et les matériaux décoratifs peuvent se détériorer lentement, libérant ainsi des constituants originaux ou des sous-produits de réaction. Les polluants principalement rencontrés sont : une grande variété de composés organiques (e.g. composés organiques volatils COV, aldéhydes,...) et de matières fibreuses (e.g. amiante et autres fibres minérales,...). En outre, la nature de ces matériaux peut faciliter la présence d'allergènes (moquettes, tapis, etc.). Contrairement aux deux autres catégories, les teneurs en contaminants de cette source ont tendance à rester stables, à condition que le taux de renouvellement de l'air demeure constant [25].

**Présence ou activité des hommes** : Le **métabolisme humain** influe sur la qualité de l'air en réduisant la concentration d'oxygène et en augmentant la teneur en dioxyde de carbone. La respiration, la transpiration et certaines activités ajoutent de la vapeur d'eau et des substances odorantes à l'atmosphère intérieure. Les autres sources de polluants sont dues à l'utilisation de **produits domestiques** et au **tabagisme** à l'intérieur du domicile auquel sont exposés 22% des enfants américains [35]. Pour la France, l'enquête Ipsos en 2001\* a révélé un taux de 30% de personnes qui se déclarent gênées [22]. Une grande variété d'**agents biologiques** est présente dans un logement : les bactéries proliférant sur les surfaces humides ou dans les réseaux d'eau chaude sanitaire (cas des légionelles), les microorganismes émis par l'exhalation respiratoire (cas des virus), les parasites présents chez les nuisibles (rats, etc.), les allergènes issus des animaux, y compris domestiques, et des insectes (blattes, acariens, etc.), les moisissures colonisant les supports humides et libérant dans l'air des spores et/ ou substances odorantes voire toxiques. Concernant les moisissures, lors d'une étude entreprise par l'Institut Scientifique de la Santé Publique belge sur plus de 500 logements urbains et ruraux, les espèces *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* ont été retrouvées dans l'air intérieur de plus de 90% des foyers [36].

### C) Les facteurs modificateurs

Ces teneurs sont influencées par des facteurs modificateurs qui sont principalement l'**humidité**, la **température** et le **renouvellement de l'air** (cf. annexe 5). Ces facteurs résultent des caractéristiques de **construction du bâti** (e.g. isolation, chauffage et ventilation,...) et du **mode d'occupation** tel que le mode de vie (e.g. séchage du linge,...) ou le comportement de l'occupant vis à vis de la ventilation, du chauffage, etc.

L'humidité est le principal motif d'inconfort évoqué lors d'enquêtes ou lors de plaintes [37, 38]. Selon l'enquête Logement 2002, l'humidité est le défaut le plus fréquent : un quart des ménages français a déclaré des signes d'humidité sur certains murs [39]. En Europe, des enquêtes récentes montrent que les problèmes d'humidité touchent 45 % des bâtiments. Plus de 40 % des occupants de ces maisons humides se plaignent d'une large variété de symptômes [40]. En parallèle, sont fortement ressentis les problèmes de température intérieure, même en conditions climatiques normales, hiver comme été : un foyer sur cinq se dit concerné. Un foyer sur trois considère qu'une meilleure isolation thermique et des fenêtres étanches seraient de nature à diminuer les coûts de chauffage [4]. Néanmoins, seuls 12,5% des foyers interrogés se déclarent insatisfaits de la qualité de l'air intérieur [4]. Ainsi que la Direction Générale de la Santé (DGS) le souligne, ces constats laissent penser que le vocable « air intérieur » n'est pas assez explicite, l'humidité n'étant pas assimilée par l'occupant comme un problème d'air intérieur [37].

#### 1.1.4 Occupant et mode d'occupation

Cœur de cette problématique, l'occupant va, au travers de ses caractéristiques et de son comportement, agir sur l'habitat, son état de santé et modifier les relations habitat – santé.

## A) Identité de l'occupant

Les caractéristiques de l'occupant, à savoir son âge, son sexe et d'autres paramètres afférents à son identité, vont largement conditionner sa « sensibilité » aux différents facteurs de risque présentés précédemment, et vont permettre de définir des groupes à risque. Par exemple, les problèmes de saturnisme affectent surtout les enfants de moins de six ans ; les personnes âgées sont les principales victimes des accidents domestiques. De plus, les individus de par leur identité, leur vécu, n'auront pas les mêmes besoins, le même niveau d'exigence concernant leur habitat et par conséquent, le même degré de satisfaction. Comme nous l'aborderons par la suite, cette satisfaction conditionne à bien des égards l'impact du logement sur la santé de ses occupants [7].

## B) Caractéristiques socio-économiques et inégalités sociales

Le statut socio-économique est un déterminant clé dans l'état de santé de la population et est associé à des écarts de morbidité et de mortalité entre les groupes les plus défavorisés et ceux les plus aisés. Ce paramètre est si fortement lié à la santé et à l'habitat qu'il doit être contrôlé statistiquement pour ne pas masquer les autres liens [7].

Deux notions ont été introduites dans la littérature. Il s'agit de :

**Statut d'occupation** (propriétaire/ locataire) : De nombreuses études démontrent une relation entre le statut d'occupation et l'état de santé des occupants, les propriétaires témoignant d'un meilleur état de santé comparé aux locataires [10]. Le statut d'occupation du logement peut également être employé en tant qu'indicateur des facteurs de risque de l'habitat. D'après une étude écossaise menée sur 6 500 adultes, les locataires sont plus enclins à dénoncer des problèmes relatifs à leur logement et à leur voisinage [41].

**Capacité financière à se loger** [4, 42] : L'accès à un logement adéquat et approprié à un prix abordable est un des besoins essentiels de l'homme. Les ménages à faible revenu consacrent une part importante de leurs revenus pour un logement de qualité, cependant, médiocre, comparé aux ménages à haut revenu. Particulièrement vrai pour des pays sans protection sociale comme les Etats Unis, ce constat est toutefois à nuancer en France, en raison de l'existence des aides au logement. La dépense locative n'est pas seule à prendre en compte, la charge financière nécessaire pour répondre aux besoins vitaux (nourriture, chauffage, etc.) est un paramètre prépondérant.

Les différentes études révèlent que ce sont les populations socialement et économiquement défavorisées qui sont les plus exposées aux différents facteurs de risque de l'habitat : températures extrêmes et humidité dans les habitats insalubres<sup>1</sup>; bruit et pollution atmosphérique dans les logements à proximité des grands axes routiers ou des industries, etc. En effet, ces populations occupent généralement les logements les moins chers à la périphérie de la ville. De plus en plus, cet état de précarité se rencontre en zone rurale. Un lien fort existe entre le statut socio-économique et l'habitat. Ce lien s'avère utile pour permettre de cerner les populations et les logements précaires, à partir des données de population, comme par exemple, les impayés d'énergie, de loyer, les personnes dont le montant des aides est égal au loyer.

## C) Mode d'occupation

Les modes de vie et comportements des occupants doivent être impérativement abordés car au même titre que le statut socio-économique, ils déterminent fortement l'état de santé de la population et interfèrent dans la relation « habitat - santé ». L'approche « mode de vie » se limite généralement aux thèmes : alcool, tabagisme et activité

---

<sup>1</sup> Selon le Code de la Santé Publique, « un immeuble doit être déclaré comme insalubre, quand il constitue soit par lui même, soit par les conditions dans lesquelles il est occupé, un danger pour la santé des occupants. » Cette appréciation se base sur les critères suivants : stabilité du bâti, humidité, isolation thermique, aération, chauffage, équipements sanitaires, agencement des pièces, luminosité et bruit.

sportive. Cependant, les comportements des occupants doivent faire l'objet d'une plus grande attention et s'observer à tous les niveaux. Ainsi, un emploi plus ou moins raisonné d'aérosols, une aération plus ou moins poussée des lieux, le séchage du linge à l'intérieur du domicile, etc. sont autant de paramètres affectant la qualité de l'air. Le rôle du comportement est fondamental dans la problématique des accidents domestiques.

L'action à mener pour modifier les comportements est très différente de celle relative au logement. La première fait appel aux domaines de la sociologie, de la psychologie et de la communication et la seconde s'applique à ceux du bâtiment et des travaux publics.

## 1.2 Effets sanitaires associés à l'habitat

Selon Raw [43], évaluer l'impact des conditions de logement sur la santé est un exercice difficile, même si les pathologies associées sont bien définies, et ceci en raison de plusieurs facteurs :

- une **exposition multifactorielle** avec des niveaux de polluants très variables,
- un **manque de connaissances** sur certains composés et leurs effets sanitaires,
- de nombreux **facteurs de confusion** notamment humains,
- des **symptômes variés**, relevant à la fois d'affections physiques, mentales et sociales, touchant l'ensemble des fonctions de l'organisme et résultant d'effets aigus, chroniques, à court ou à long terme,
- des **pathologies** pour la plupart **non spécifiques** donc difficiles à relier à une cause précise, et pouvant relever d'effets subjectifs.

Un modèle, défini par Shaw [10], décrivant les interactions « habitat - santé » est présenté en annexe 6.

### 1.2.1 Effets physiques aigus

Les effets aigus sont d'évolution rapide et consécutifs à une exposition ponctuelle. Nous donnerons plus de détails ci-dessous sur certaines pathologies.

#### A) Effets infectieux [9, 44-48]

Malgré une forte attention prêtée à l'hygiène depuis le 19<sup>e</sup> siècle, les maladies infectieuses demeurent la troisième cause de décès en France, avec une incidence annuelle de 58 décès pour 100 000 habitants. L'habitat est un lieu où émergent et/ou se propagent les maladies infectieuses, notamment les infections respiratoires, telles que la tuberculose avec 6 300 nouveaux cas par an [48], tout comme les infections gastro-intestinales. Les agents infectieux, notamment les salmonelles et les norovirus, sont estimés être à l'origine d'environ 250 000 intoxications alimentaires par an, dont près de 50% se produiraient à la maison [44, 46].

L'environnement domestique sert de réservoir pour un grand nombre de micro-organismes, essentiellement retrouvés au niveau de la cuisine, des toilettes et autres surfaces humides comme les pommeaux de douche. Les micro-organismes sont introduits par les sources primaires : les hommes, les animaux, les aliments, l'eau et l'air. Par exemple, la bactérie *Legionella pneumophila* fut isolée dans 30% des systèmes de distribution d'eau chaude en Finlande [46].

Les comportements individuels sont un facteur de première importance dans l'émergence et la propagation des maladies infectieuses. Ryan [49] estime qu'une hygiène médiocre des occupants, incluant notamment le nettoyage des mains, serait responsable de plus de 39% des intoxications alimentaires. Le facteur humain ne suffit pas à expliquer l'ensemble des infections. L'habitat a également sa part de « responsabilité » au travers des facteurs suivants : une humidité élevée, une eau de distribution de mauvaise qualité, des installations sanitaires défectueuses, des conditions de préparation et de stockage des denrées alimentaires inadaptées, un mode de stockage des déchets inadéquat, sans omettre la présence de vecteurs potentiels de maladies (animaux domestiques et nuisibles) [50]. La sur-occupation, la promiscuité et le partage des équipements sanitaires

par plusieurs familles favorisent la transmission de l'agent infectieux de par les contacts physiques, l'émission de particules infectieuses dans l'air ou la contamination des surfaces par la personne infectée<sup>2</sup>.

Les rares données épidémiologiques ne permettent pas de savoir dans quelle mesure ces différents paramètres de l'habitat contribuent à l'émergence et à la propagation des maladies infectieuses. En raison de l'importance des comportements individuels, le risque infectieux lié à l'habitat est mal connu.

## B) Effets traumatiques

Les accidents domestiques<sup>3</sup> constituent un problème majeur de santé publique [51]. Les accidents de la vie courante (ADVC) tuent quatre fois plus que les accidents de la route : 20 000 décès par an, soit 3,6% des causes de décès [52]. Le taux d'incidence annuel d'ADVC, tous recours aux soins confondus, serait de 23,4%, ce qui porte à **14 millions le nombre annuel d'accidents** en France [53]. Parmi les ADVC, la part des accidents domestiques varierait selon les sources entre 50% et 61 %, soit **11 000 décès par an** [51, 54]. La fréquence la plus forte de survenue des accidents graves se situe aux âges extrêmes de la vie (les personnes âgées représentent plus de 70% des décès liés aux accidents de la vie courante [51]). Dans l'Union Européenne, les décès d'enfants consécutifs à des traumatismes sont plus nombreux que ceux liés à l'ensemble des maladies infantiles [55]. En France, la chute est le principal mécanisme accidentel [51]. Elle cause plus de la moitié des accidents [56] et est à l'origine, avec les suffocations, de plus de 71% des décès [51].

Néanmoins, les accidents domestiques les moins graves (soit la moitié des accidents) sont mal connus [56], dans la mesure où ils ne donnent lieu à aucun recours aux soins ou n'entraînent qu'une automédication non spécifique. Un point peu abordé est celui des conséquences des accidents, à savoir la part des handicaps et des séquelles associés.

Les **comportements et la condition physique** des occupants contribuent plus ou moins aux accidents ou peuvent même en être la cause unique [1, 57]. La curiosité et l'absence de notion de danger chez les jeunes enfants ; l'altération des capacités de mobilité des personnes âgées, une prise de risque ou une négligence humaine sont autant de facteurs potentiellement impliqués. Les logements contiennent, néanmoins, des **éléments dangereux** (e.g. escaliers, fenêtres, matériaux inflammables,...). Les résultats de LARES [1, 57] ont mis en évidence une relation entre l'augmentation des accidents domestiques et les facteurs de risque suivants : « insatisfaction des occupants vis à vis de la surface du logement », « mauvais éclairage », « espace de travail insuffisant dans la cuisine », « présence de bruit la nuit conduisant à des troubles du sommeil ».

## C) Autres effets

**Intoxication au monoxyde de carbone (CO)** : c'est une des rares pathologies pouvant être reliées directement à l'habitat. En 2002, plus de 2 000 personnes intoxiquées dont 40 personnes décédées avaient été signalées à la DGS [58]. Cependant, les données de mortalité de l'Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale (INSERM) et l'extrapolation des statistiques publiées par le Laboratoire Central de Police de Paris (LCPP) suggèrent environ **300 décès par an** en France et **6 000 hospitalisations** dus aux intoxications aiguës [59]. L'incidence des cas varierait **de 2 à 64** intoxiqués par an pour 100 000 habitants en fonction de la nature de l'habitat, les conditions de vie précaires jouant un rôle propice à l'intoxication [60]. SOS médecins estimait, en 1994, à

---

<sup>2</sup> « Presque jamais une maison à forte mortalité n'est isolée. Dans la presque totalité des cas, les maisons contiguës à des immeubles contaminés sont également frappées avec plus ou moins de sévérité. Le résultat est la formation de véritables îlots infestés. » Paul Juillerat, 1907 [13]

<sup>3</sup> Sont définis en tant qu'accidents domestiques les accidents qui se produisent à la maison ou dans ses abords immédiats : jardin, cour, garage, et autres dépendances.

**65 000** le nombre de personnes vivant dans un logement présentant une teneur en CO atmosphérique supérieure à 50 ppm [61]. Une autre étude conduite plus récemment à Nantes en 2001 démontre que cinq fois plus de foyers seraient découverts au seuil de 10 ppm, seuil pour lequel la situation est considérée à risque [59]. Dans ces derniers cas, il s'agirait d'exposition chronique. Il n'en demeure pas moins que le CO est la première cause domestique de mortalité accidentelle par intoxication.

**Froid** : Les décès dus à une défaillance thermique du logement constituent un problème majeur de santé publique. Le nombre de décès annuels pouvant être attribués aux logements froids reste à préciser en France, mais au Royaume- Uni, il serait estimé entre **2 500 et 3 000** [1, 9]. Une part importante de ces décès peut être expliquée par une immunisation trop faible contre la grippe, mais également, par des comportements défavorables. Il n'en reste pas moins qu'une température insuffisante des logements peut être considérée comme partiellement responsable de ces décès en excès, et qu'elle doit être rattachée autant à la pauvreté – au faible pouvoir d'achat de combustible - qu'au dysfonctionnement structural du logement [1].

**Chaud** : Lors de fortes chaleurs, les conditions de logement peuvent être impliquées dans l'augmentation de la morbidité et de la mortalité. Une étude cas/ témoin de l'Institut national de Veille Sanitaire (InVS) a permis d'appréhender les facteurs de l'habitat impliqués dans la mortalité chez les personnes âgées vivant à domicile, lors de la canicule de 2003. Ont été recensés en tant que facteur de risque, le fait d'avoir sa chambre sous les toits (OR<sup>4</sup>= 4,1 ; p=0,019), et comme facteurs protecteurs, la qualité de l'isolation (OR=0,2 ; p=0,006 pour les immeubles récents ou anciens isolés), la proportion de végétation autour du logement (OR= 0,37 ; p=0,026 pour un environnement végétalisé) [62].

D'autres effets sanitaires occasionnés par l'habitat peuvent être mentionnés. Le **Syndrome des Bâtiments Malsains** (SBM) recouvre une symptomatologie complexe, non spécifique comme : sécheresse et irritation des muqueuses, manifestations générales (fatigue, céphalées, nausées). Les principaux facteurs impliqués dans l'expression du SBM sont : des facteurs physiques (ventilation, éclairage, température, hygrométrie, etc.), des facteurs chimiques (COV, tabac, CO, NO<sub>2</sub>, etc.); des facteurs biologiques (champignons, etc.) et des facteurs psychologiques (statut social, situation personnelle, etc.) [63].

## 1.2.2 Effets physiques chroniques

Au contraire des effets aigus, ces effets résultent d'une exposition prolongée de l'individu. Les manifestations cliniques vont se développer progressivement. Nous pouvons citer :

### A) Obésité

Le lien entre urbanisme et obésité est une thématique émergente, indiquant que l'obésité n'est pas seulement due à la nutrition et au mode de vie mais également à l'environnement immédiat (présence ou non de structures favorisant l'exercice physique, etc.) [4]. La préoccupation est grandissante, l'obésité étant un facteur d'aggravation des maladies chroniques de l'adulte telles que le diabète. D'après une étude conduite dans trois départements, la prévalence plus élevée de surpoids et d'obésité infantiles dans le Val-de-Marne, comparée à l'Hérault et au Doubs, s'explique vraisemblablement par une combinaison subtile socio-économique et environnementale, à laquelle l'urbanisation dense de la banlieue parisienne n'est pas étrangère [64].

---

<sup>4</sup> OR : odds ratio ou rapports de cotes

## B) Asthme et maladies allergiques

Les maladies respiratoires chroniques, notamment l'asthme, et les maladies allergiques sont les affections les plus souvent corrélées à la qualité de l'air intérieur [23]. De nombreuses études s'intéressent au lien entre ces affections et l'exposition à certains polluants intérieurs, notamment l'humidité et les moisissures (cf. annexe 7). Un excès notable d'affections respiratoires chroniques a été constaté parmi les personnes vivant en habitat insalubre (RR<sup>5</sup> : 2,6 ; IC<sub>95%</sub> = [1,4 – 4,9]) [65].

En France, l'enquête de l'Institut de Recherche et Documentation en Economie de la Santé (IRDES) a estimé la prévalence de l'asthme<sup>6</sup> en 1998 à 5,8%, soit plus de 3 millions de personnes [66]. Néanmoins, une étude réalisée en 2000 par la Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés (CNAMTS) sur la population traitée par médicaments de la classe des anti-asthmatiques a montré une prévalence de 10,8% en France pour le seul régime général [67]. Cette différence entre les sources peut être expliquée par deux éléments : une sous-estimation en 1998, du fait des données déclaratives et une sur-estimation en 2000, du fait de l'absence de spécificité des traitements anti-asthmatiques. D'après une enquête menée en 1999 - 2000 auprès des enfants scolarisés en grande section de maternelle, près de 12% des français de 5 à 6 ans souffrent d'asthme ou équivalent asthmatique [68]. L'asthme en France provoque **63 000 hospitalisations** et près de **2 000 décès** chaque année [67, 69].

La prévalence de l'asthme est en constante augmentation. Cette croissance s'inscrit dans un contexte d'augmentation de l'ensemble des maladies allergiques. Actuellement en France, 20 à 25% de la population serait touchée par l'allergie [69]. En ce qui concerne plus précisément l'allergie aux pollens, la prévalence est de 16 % et celle aux moisissures, de 10 à 15% [68]. Les allergies respiratoires sont au premier rang des maladies chroniques de l'enfant.

## C) Développement de cancers

Dans son rapport d'activité 2005, l'InVS fait apparaître un groupe de six cancers environnementaux prioritaires à surveiller : tumeurs du système nerveux central, cancers du poumon, lymphomes non hodgkinien, mésothéliomes, leucémies et cancers de la peau. Dans le cadre de notre problématique, il a été mis en évidence l'apparition de cancers à la suite d'une exposition prolongée à différents polluants de l'air intérieur (radon, amiante, fumée secondaire de tabac et certains composés organiques volatils, aldéhydes ou biocides) (cf. annexe 4). Ces composés font l'objet d'évaluations de risques sanitaires qui permettent d'acquiescer des données chiffrées sur le nombre de cas de cancers attribuables à une exposition aux différents polluants.

L'un des cancers les plus fréquemment rencontrés est le **cancer du poumon**. Au niveau de l'habitat, deux composés majeurs vont intervenir en tant que promoteur, à savoir la fumée secondaire de tabac et le radon. Il n'existe pas de source fiable concernant la mortalité liée au tabagisme passif en France. Selon des estimations rapportées par l'Académie de médecine en 1999, il pourrait provoquer de **2 500 à 3 000 décès** et **plusieurs centaines de milliers d'infections respiratoires chroniques** par an [22]. Au moins 15 à 26% des épisodes de maladies respiratoires chroniques chez les jeunes enfants européens seraient attribuables à une exposition à la fumée de tabac au domicile [69]. Concernant le radon, l'InVS estime, en France, à environ **3 350** (soit environ 13% des 25 000 décès annuels par cancer du poumon) le nombre de décès annuels, attribuables à ce polluant [70]. Un chiffre un peu moins élevé (2 500 décès) a été retenu par le Groupe Technique National de Définition des Objectifs de santé (GTNDO) [71].

---

<sup>5</sup> RR : Risque Relatif / IC : Intervalle de Confiance

<sup>6</sup> **Définition physiopathologique de l'asthme** : hyperréactivité bronchique quasi constante qui est une hypersensibilité des bronches à certains agents pharmacologiques ou à l'exercice musculaire (CSHPF, 1993).

Néanmoins, l'impact sanitaire de nombreux composés reste encore inconnu. C'est le cas de l'amiante, du formaldéhyde, des biocides ou des champs électromagnétiques ELF. L'Agence française de sécurité sanitaire environnementale et du travail (Afsset) a été saisie afin de procéder sur la population générale à une évaluation de risques relative aux fibres courtes d'amiante, ainsi qu'au formaldéhyde. Concernant les ELF, plusieurs études ont rapporté, un risque accru de leucémies chez l'enfant, en milieu résidentiel, lorsque l'intensité des champs était supérieure à 0,4µT. En France, l'exposition à ces ondes n'a jamais fait l'objet de mesures à grande échelle. Une étude en Côte d'Or estime que 0,5% des logements dépasserait la valeur seuil de 0,4µT [72].

#### D) Autres effets

Parmi les autres effets chroniques potentiellement induits par l'habitat (troubles cardiovasculaires, hépato-gastro-intestinaux, etc.), nous pouvons citer une pathologie, dont le lien causal avec un facteur de risque de l'habitat a été établi, le **saturnisme**. Des troubles neurologiques et du développement sont associés à une exposition chronique au plomb (seuil d'apparition des effets de 100 µg/l dans le sang). D'après l'enquête INSERM de 1999, il est estimé qu'en France, environ 150 000 enfants sont exposés au plomb dans leur logement, dont 70 000 en région parisienne, et 84 000 enfants de 1 à 6 ans auraient une plombémie supérieure à 100 µg/l. Parmi eux, seuls 5 % bénéficieraient d'un dépistage [1,2]. Néanmoins, ces chiffres sont actuellement soumis à de nombreuses interrogations, notamment concernant leur fiabilité. L'InVS prévoit d'ailleurs une enquête de prévalence en vue de réactualiser ces données.

Au travers du cas du plomb, nous constatons que les intoxications à l'intérieur du logement, en particulier avec les métaux lourds, les solvants...peuvent entraîner des troubles neuropsychiatriques. Ceci permet d'introduire la seconde dimension de la définition de la santé qui est celle du bien-être mental.

#### 1.2.3 Effets à caractère mental et perception de l'habitat par son occupant

Une des fonctions primaires de l'habitat est de fournir un abri contre les agressions extérieures, un endroit privé et intime où l'individu se structure psychologiquement : le **foyer**. D'autre part, le logement est inscrit dans un immeuble, un lotissement, un quartier un bourg où l'on va côtoyer les autres. Ainsi l'impact sanitaire de l'habitat se traduit également par des souffrances psychiques telles que les tendances anxieuses ou dépressives, la somatisation, etc [4, 50]. Une qualité médiocre d'habitation, fournissant une protection insuffisante contre l'extérieur, une perception d'insécurité, un habitat considéré comme une impasse, une dévalorisation de son environnement résidentiel sont autant d'éléments affectant la santé mentale des résidents. De nombreuses publications renforcent l'importance du paysage et de l'architecture urbaine sur la santé. Des facteurs intrinsèques au logement comme l'éclairage, l'humidité, la température ou la présence de moisissures sont également associés à l'anxiété et à la dépression [8].

Ces éléments ne reposent pas seulement sur des critères objectifs du logement et de son environnement, mais surtout sur la **perception subjective** portée par les occupants sur leur habitat. Healy a montré, au travers de l'étude sur les conditions d'habitat, qu'un état de santé précaire est corrélé à l'insatisfaction du logement, pour plus de 30% des enquêtés [42]. Il est également accepté que les conditions de logement stressantes peuvent aggraver les pathologies psychiatriques préexistantes [74]. L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) estime que le bruit est responsable de 20% des internements psychiatriques.

Les minorités ethniques et les classes défavorisées sont les plus exposées à des conditions environnementales dégradées. Le Haut Comité de la Santé Publique (HCSP) a authentifié la souffrance psychique comme l'élément qui signe en premier la précarité sociale. Douze à quinze millions de personnes seraient concernées en France [75].

La santé mentale peut donc être une conséquence, mais peut également être une cause de conditions de vie altérées. Pour une personne en difficulté psychique, il n'est pas rare

que l'entretien du logement soit à l'image de ce qui se passe dans son mental (dégradations, syndrome de Diogène<sup>7</sup>, etc.).

Selon l'OMS, le poids des troubles psychiques et comportementaux deviendrait la seconde, voire la première charge de santé des pays développés [4].

#### 1.2.4 Effets à caractère social [4, 76]

L'habitat constitue le premier cercle des relations sociales. Les différentes conditions de logement sont une composante des inégalités sociales et économiques observées au sein de la population. Les catégories les plus démunies de la population, qui présentent une plus grande vulnérabilité (faible scolarisation, faibles revenus, chômage, manque de solidarité familiale ou de liens sociaux, etc.), sont les plus touchées par les questions d'habitat. Ce sont en particulier les jeunes, les familles monoparentales, les populations d'origine étrangère qui accèdent difficilement à un logement adapté. Ces individus sont souvent relégués dans des logements et des quartiers défavorisés. Défavorisés, en termes de qualité du bâti, état de l'environnement mais également de relations avec le voisinage. La qualité de ces relations dépend de la configuration spatiale du bâti qui va aider ou freiner le développement de contacts. En cela, les parties communes sont propices à l'éclosion de tensions lorsque ce territoire neutre fait l'objet de tentatives d'appropriation (par exemple, encombrement des lieux par des affaires personnelles).

Cet environnement peut être associé à une dégradation des liens sociaux pouvant conduire les groupes les plus vulnérables vers l'isolement et l'exclusion du champ social. En effet, une dévalorisation de son logement conduit, la plupart du temps, à une perte d'estime de soi, un sentiment de vulnérabilité qui peut se traduire par un évitement de tout contact avec autrui, ce contact étant perçu comme un risque de révéler sa situation. Dans d'autres cas, ce même sentiment de vulnérabilité va entraîner la conviction que les autres sont une source de danger. La personne interprétant le comportement d'autrui comme une marque d'hostilité, répondra par des agressions physiques ou verbales. Dans ce contexte, les relations familiales peuvent également être perturbées.

### 1.3 Quantifier l'impact sanitaire de l'habitat pour agir

L'étude envisagée veut revêtir un caractère opérationnel, à savoir, fournir, à terme, des données permettant aux autorités locales de définir des priorités d'action et d'orienter les politiques d'habitat et de santé publique. Cette démarche passe alors par la quantification de l'impact sanitaire du logement dans les régions concernées.

Deux types d'approches, complémentaires, peuvent permettre de quantifier cet impact : d'une part, une **approche descriptive** qui permet de connaître la prévalence des expositions et des pathologies et, d'autre part, une **approche analytique** qui consiste à quantifier les relations exposition – risque.

Dans le cadre de la problématique « habitat - santé », deux portes d'entrée sont envisageables :

- Estimer l'impact potentiel de l'habitat sur la santé à partir de **données sur le logement**, à condition qu'elles soient suffisantes pour établir un état sanitaire de l'habitat et qu'il existe des études épidémiologiques quantifiant la relation habitat - santé. Les évaluations de risques sanitaires sont, dans ce cadre, des outils utilisés pour quantifier l'impact sanitaire à partir de la connaissance de l'exposition. Elles nécessitent la mesure du niveau d'exposition et la connaissance des relations dose/ effet.

---

<sup>7</sup> **Syndrome de Diogène** : trouble du comportement associant une négligence extrême de l'hygiène domestique ainsi qu'une sylogomanie (accumulation d'objets hétéroclites ou déchets) qui conduisent à des conditions de vie insalubres.

- Estimer l'impact potentiel du logement à partir des **données sur l'état de santé** des populations, à condition qu'elles soient suffisamment fournies pour avoir une description la plus complète possible de cet état de santé, et à partir des **données sur le logement**. Ces deux types de données peuvent être recueillis au niveau de la population (étude écologique) ou au niveau de l'individu (étude de cohorte, cas-témoins, ...). Les études cas/ témoins consistent, par exemple, à partir de la connaissance a priori de l'état de santé des résidents, de recueillir rétrospectivement les expositions, afin de déterminer les facteurs de risque à l'origine du problème sanitaire et d'apprécier les risques relatifs au travers du calcul d'odds ratio ou rapports de cotes.

En conclusion, une étude quantifiant l'impact sanitaire de l'habitat, nécessite de grands ensembles d'informations qui peuvent être recueillis de façon systématique via les réseaux de surveillance, ou de façon plus ponctuelle, par des enquêtes particulières, réalisées à un niveau écologique ou individuel. Dans cette partie, les différentes sources de données et enquêtes existantes pour quantifier l'impact sanitaire de l'habitat, seront recensées et analysées.

### 1.3.1 Des données sur l'état sanitaire des logements en France peu nombreuses

Cinq grandes catégories de sources de données ont été identifiées (cf. annexe 8) [77]:

- les **enquêtes à vocation directe de production de statistiques** :
  - les enquêtes **INSEE** : Recensement Général de la Population (RGP), Enquête Nationale Logement (ENL) ;
  - les enquêtes menées par le **Ministère de l'Équipement**: auprès des promoteurs, Enquête de Commercialisation des Logements Neufs (ECLN) ; auprès des bailleurs sociaux, Enquête sur le Parc Locatif Social (EPLS) et sur l'Occupation du Parc Social (OPS) ; recensement des points noirs<sup>8</sup> pour le bruit ;
- les **fichiers issus de la transformation en statistiques de fichiers de gestion** :
  - les fichiers donnant lieu à une homogénéisation au niveau national (e.g. les fichiers des Caisses d'Allocations Familiales (CAF), les fichiers « OPERA » des aides de l'Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat (ANAH), ...) ;
  - les fichiers hétérogènes relevant de l'initiative des acteurs locaux (e.g. fichiers de demandeurs de logements sociaux,...) ;
- les **fichiers intégrant différentes bases de données** : e.g., la transformation des fichiers fonciers et fiscaux pour constituer FILOCOM (Fichiers des LOGements à l'échelle COMMunale),... ;
- les **données issues des procédures administratives ou judiciaires** : la procédure habitat en péril<sup>9</sup> relevant d'une compétence municipale ; la procédure habitat insalubre, le diagnostic plomb et le diagnostic amiante, relevant tous les trois des compétences de la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS) ;
- les **autres sources issues d'enquêtes internationales, nationales ou locales sur une thématique spécifique** :
  - au niveau national, nous pouvons citer la campagne lancée par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) sur la qualité de l'air intérieur ou celle pilotée par l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN) destinée à estimer l'exposition moyenne au radon des français ;

<sup>8</sup> Point noir: zone sur laquelle une route provoque, en façade des bâtiments, des niveaux sonores supérieurs à 70 dBA le jour et 65 dBA la nuit

<sup>9</sup> Le péril existe lorsque l'habitat n'offre pas les garanties de solidité nécessaires au maintien de la sécurité publique.

- au niveau local, nous pouvons citer l'enquête régionale menée en 2005 – 2006 pour évaluer la concentration en radon dans les habitats franc-comtois [3, 78] ou l'enquête pilotée par la Cellule InterRégionale d'Epidémiologie (CIRE) Centre Est consistant à mesurer les teneurs en pesticides à l'extérieur et à l'intérieur des domiciles, dans quatre sites de l'agglomération dijonnaise.

Ces différentes sources ne permettent d'appréhender que partiellement la qualité du parc. Certaines données ne sont disponibles qu'à l'échelle nationale et une extrapolation locale devient alors hasardeuse. C'est par exemple le cas de l'ENL, qui bien que plus complète que les autres sources, présente l'inconvénient majeur de n'être disponible qu'à l'échelle nationale. Dans le cadre d'une étude locale, le RGP de l'INSEE est une source incontournable, même si certains critères deviennent obsolètes : face aux évolutions du parc, la qualité du logement ne saurait se réduire, actuellement, aux seules présences de chauffage central, de salle d'eau et de toilettes intérieures. Toujours à l'échelle locale, la base FILOCOM comporte deux variables afférentes à la qualité du logement : le confort et la catégorie cadastrale, qui traduit l'état global du logement, établie à partir de critères de construction, distribution des locaux et équipements. La base GeoKit ainsi que les Tableaux de bord de l'habitat privé offrent des informations particulièrement intéressantes ; mais leur accès reste limité en raison de la confidentialité des données. Des éléments partiels de connaissance sont disponibles au travers des procédures d'insalubrité, par exemple. Néanmoins, ces dernières ne reflètent pas forcément, les réalités du terrain car elles ne résultent pas d'un tirage au sort représentatif de la population. Les enquêtes directes dans le cadre des procédures opérationnelles restent ainsi, le meilleur moyen de connaître la qualité du parc et ses conditions d'occupation.

En outre, aucune de ces sources de données n'est couplée avec des données sanitaires relatives aux occupants, ne permettant pas de quantifier la relation « habitat – santé ».

### 1.3.2 La part de l'impact de l'habitat sur l'état de santé des populations mal connue en France

Trois catégories de sources de données sur l'état de santé des populations ont été identifiées (cf. annexe 9) [79, 80] :

- les **données de mortalité** (INSERM) ;
- les **données de morbidité** issues du Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information des hôpitaux (PMSI), des registres de morbidité et de maladies à déclaration obligatoire (InVS) ;
- les données issues des **enquêtes nationales ou locales** (enquêtes santé de l'INSEE, l'IRDES et des caisses d'assurance maladie, Enquête permanente sur les accidents de la vie courante Epac).

Outre des limites inhérentes à l'ensemble des sources (biais d'exhaustivité, de classement), ces données sont difficilement exploitables dans le cadre de notre problématique. En France, si la fréquence des causes de décès est connue de manière claire, la connaissance de la fréquence des maladies est, quant à elle, insatisfaisante, exceptées celles faisant l'objet de registres spécifiques. De plus, le critère de fréquence d'une maladie n'est pas suffisant en soi, il faut connaître également la part attribuable à un facteur donné. En raison de la pluralité de l'exposition, de la non spécificité de la majorité des pathologies liées à l'habitat et en l'absence de données intégrant l'ensemble des facteurs associés de manière causale à une pathologie, la proportion de cas attribuables à l'habitat reste inconnue.

Concernant les quelques pathologies reconnues comme liées spécifiquement à l'habitat, il existe des données, qui présentent également de nombreuses faiblesses. Dans le cas des intoxications au CO ou au plomb, les données ne constituent qu'un faible reflet du nombre d'intoxications, ce recueil privilégiant les cas aigus d'un point de vue des symptômes et de la gravité [58, 59, 81]. Les affaires sont très rarement signalées dans un contexte de symptomatologie à « bas bruit » (exposition à des doses faibles ou moyennes, à long ou moyen termes). La problématique des accidents domestiques est

également complexe en raison de la multiplicité des facteurs impliqués (facteurs humains, facteurs intrinsèques au logement et relation occupant/ habitat) [1, 57]. A l'heure actuelle, ces données ne proposent qu'une vision tronquée. Il manque une information complémentaire et d'égale importance qu'il conviendrait de mettre en parallèle : les données sur les conditions de logement, permettant de déterminer les facteurs de risque et de quantifier la part de l'impact due à l'habitat.

Ainsi, il est clair que les éléments permettant d'apprécier l'état sanitaire du parc et de quantifier la relation « habitat – santé » font cruellement défaut. Les effets du logement et de son environnement sur la santé ne peuvent pas être pleinement pris en compte par les autorités, faute de disposer d'éléments précis et de qualité, à partir des bases de données existantes. Face à ce constat, pour connaître l'impact sanitaire de l'habitat, il apparaît nécessaire de s'orienter vers un autre moyen de recueil : les enquêtes avec recueil individuel de données. Dans la partie ci-après, certains exemples d'enquêtes, sur lesquelles pourrait se baser ce projet, seront exposés.

### 1.3.3 L'émergence des études « habitat et santé »

Des organismes tels que l'OMS intègrent progressivement la problématique de l'impact sanitaire du logement dans leurs thèmes de recherche, au travers de recherches fondamentales, d'évaluations de risques sanitaires ou d'études épidémiologiques. En témoignent les nombreuses études, réalisées sur la relation entre qualité de l'air intérieur et pathologies respiratoires et présentées en annexe 7. En France, une étude de référence a été initiée par l'**Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur** (OQAI) en octobre 2003 [82]. Elle vise, d'une part, à mesurer les niveaux d'exposition à certaines substances identifiées comme prioritaires (6 allergènes, CO, 15 COV, 5 aldéhydes, particules, radon et rayonnement gamma, CO<sub>2</sub>, température et humidité, débit d'air) dans 700 résidences principales en France et, d'autre part, à caractériser les sources de polluants. L'objectif final est de réaliser une évaluation des risques sanitaires liés aux polluants intérieurs et de proposer des mesures de gestion quant aux facteurs de risque identifiés. Parmi les données recueillies dans le cadre de la campagne de mesures, figure un questionnaire épidémiologique, mis au point par l'INSERM. Néanmoins, bien qu'innovante, cette campagne appréhende un aspect unique de la problématique « habitat - santé » : l'air intérieur.

Au niveau européen, il existe une étude précurseur : l'étude LARES (**Large Analysis and Review of European housing and health Status**) qui permet de cerner la problématique « habitat - santé » dans sa globalité [83, 84]. Les objectifs sont multiples:

- la **production de connaissances**, en réalisant un rapport de référence sur ce thème en Europe et en identifiant, par le jeu des différences entre les critères d'habitat des différents pays européens, ceux qui influencent la santé;
- la **conception d'outils**, en permettant aux autorités d'entreprendre des évaluations ou des enquêtes sur l'habitat et la santé dans les secteurs relevant de leurs compétences;
- l'**identification des priorités** et l'**établissement de recommandations** au niveau local, en permettant à chaque collectivité de mieux connaître son parc de logements, les conditions de vie et l'état de santé de ses administrés.

Cette étude a été engagée dans huit villes européennes dont Angers (2003) pour la France et concerne 3 400 logements au total. LARES ne repose pas sur la mesure de polluants mais sur l'administration de trois questionnaires:

- des données relatives à la **perception par les occupants de leur logement** et leur lieu de résidence, données recueillies par interview de l'un des occupants ;
- des données d'**évaluation objective** de l'environnement immédiat et **du logement**, données recueillies par les enquêteurs à l'aide d'une grille de critères d'évaluation ;

- des données sur l'**état de santé** de tous les occupants du logement (santé telle qu'elle est perçue et également diagnostiquée), données complétées par les occupants eux-mêmes.

Cette étude permet d'émettre des hypothèses quant aux facteurs de risque de l'habitat impliqués dans les pathologies. Elle présente, néanmoins, des limites et il serait aventureux d'extrapoler les résultats en Bourgogne et Franche-Comté. Elle porte sur une zone géographique restreinte, le milieu urbain (or 1/3 de la population vit en milieu rural dans les deux régions d'intérêt), il s'agit d'une étude transversale réalisée en avril (problème des variations saisonnières) et différente du contexte bourguignon et franc-comtois (climat, etc.).

## 2 HABITAT ET SANTE EN BOURGOGNE ET FRANCHE-COMTE : DES CONNAISSANCES TRES PARCELLAIRES A COMPLETER

Afin d'évaluer la pertinence d'une étude régionale sur le thème « habitat - santé », et afin de dégager les besoins dans le domaine de l'habitat et des pathologies associées en Bourgogne et Franche-Comté, différents acteurs de la problématique ont été sollicités. Ils sont présentés dans l'annexe 1. Ces interlocuteurs ont pour certains, participé au groupe de pilotage et pour d'autres, été interrogés à l'aide d'un questionnaire orienté vers l'état des connaissances et l'identification des priorités. Des domaines précis ont pu être abordés selon les compétences de chacun.

### 2.1 Etat des connaissances sur habitat et santé en Bourgogne et Franche-Comté

#### 2.1.1 Présentation des deux régions : les grandes caractéristiques géographiques, démographiques et socio-économiques [85-88]

La Bourgogne et la Franche-Comté comptent environ **2,8 millions d'habitants** en 1999 (près de 5% de la population française), répartis sur plus de 3 800 communes couvrant **9% du territoire métropolitain**.

Les deux régions offrent une **riche gamme de paysages** liée à leur diversité géologique et à leur structure : plateaux crayeux et calcaires au nord, zones granitiques du Territoire de Belfort et du Morvan, plaines alluviales de la Loire et de la Saône, dépressions argileuses de la Puisaye et de la Bresse. Quelques caractéristiques générales du climat des deux régions peuvent être dégagées : il s'agit d'un **climat continental** présentant une **humidité assez importante** et une **amplitude thermique assez forte** avec des hivers froids et des étés doux. La Franche-Comté est une des régions les plus froides de France.

Les deux régions conservent un **caractère rural marqué** : un tiers des habitants vit en zone rurale (contre 18% de la population pour la moyenne française), laquelle zone couvre deux tiers du territoire. La Bourgogne et la Franche-Comté sont **peu peuplées** : leur densité (respectivement 51 et 70 habitants par km<sup>2</sup>) est largement inférieure à celle de la France (111 hab./km<sup>2</sup>). Cette population est très **inégalement répartie** sur les deux territoires. Notons d'ailleurs que le territoire franc-comtois est la région la plus morcelée de France et compte seulement 11 communes de plus de 10 000 habitants. De ce fait, l'accès aux équipements et services pour la population est plus délicat dans cette région. En 1998, 10% des franc-comtois sont en situation d'isolement par rapport aux services de base, contre 3% de la population en province [88].

Contrairement à la Franche-Comté, la population de **Bourgogne** est légèrement **plus âgée** que la moyenne française : 25% ont 60 ans ou plus contre 21% en moyenne en France.

La situation économique des deux régions est en dessous du niveau national (en 2003, le Produit Intérieur Brut / habitant est de l'ordre de 22 000 € contre 26 000€ au niveau national). Néanmoins, les proportions de personnes en situation de précarité (en termes de revenus, de chômage, etc.) sont plus réduites pour ces deux régions.

## 2.1.2 Données régionales en termes d'habitat et de facteurs de risque [68, 85, 89-92]

L'annexe 10 présente quelques données, à la fois nationales et régionales, existantes en termes d'habitat et de facteurs de risque. En procédant ainsi, il est possible de faire ressortir les spécificités locales.

Les deux régions réunies comptent plus de **1,3 million de logements**, dont 1,1 million sont des résidences principales (soit 4,5% du parc de logements en France) [85]. Les caractères, rural et traditionnel, des deux régions expliquent les caractéristiques du parc : **une large proportion de maisons individuelles**, de **logements construits avant 1949**, de **ménages propriétaires**, ainsi qu'une **multiplicité des types d'habitat rencontrés**. Le recensement INSEE donne un aperçu de la précarité au travers d'indicateurs des conditions d'habitat (près de 19 500 logements ne disposant ni de salle de bain ni de WC intérieurs soit 29 250 personnes, 28 700 logements non prévus à usage d'habitation soit 60 000 personnes) [85]. Ces éléments ne suffisent pas à décrire les situations de précarité et les problèmes de santé qu'ils sont susceptibles de générer. En effet, ne sont pas renseignés, par exemple, les problèmes d'adaptation des logements pour les personnes à mobilité réduite.

La situation géographique des deux régions a également des répercussions en termes de facteurs de risque présents. Se situant entre deux pôles économiques majeurs français que sont, l'Île-de-France et Rhône-Alpes, les deux régions jouissent d'un réseau de transports assez développé. En termes d'exposition au bruit du réseau routier, près de 2 300 logements étaient concernés en Bourgogne et 3 250 en Franche-Comté en 1994 (dernière date pour laquelle des données régionales comparables sont disponibles) [89]. La **Franche-Comté** est une région particulièrement **touchée par le bruit inhérent au réseau routier**. Poursuivie en 2002-2003, l'identification des points noirs devrait durer plusieurs années, avec la mise en place des observatoires départementaux du bruit, en Bourgogne.

La géologie du terrain intervient dans l'exposition des populations au radon. D'après les données IRSN, la moyenne des mesures de radon dans les deux régions est plus élevée que la moyenne nationale métropolitaine. C'est sur cette base que **deux départements bourguignons** (Nièvre et Saône-et-Loire) et **trois départements francs-comtois** (Doubs, Territoire de Belfort et Haute-Saône) ont été identifiés, avec 21 autres départements, comme **départements prioritaires** concernés par le **risque radon** (arrêté du 22 juillet 2004). D'après les résultats de l'étude radon réalisée par la CIRE et la DRASS Franche-Comté en 2005 – 2006 la région pourrait être entièrement classée comme zone prioritaire [3, 78].

L'habitat en Bourgogne et Franche-Comté présente certaines spécificités (logement ancien, radon, etc.), qui laissent envisager d'éventuelles conséquences sur la santé de la population.

## 2.1.3 Données régionales en termes de pathologies [68, 89-93]

Les données sanitaires régionales sont synthétisées dans l'annexe 11. Dans cette annexe, figurent, d'une part, les données nationales, d'autre part, une extrapolation des données des deux régions à partir des données nationales, ainsi que les données régionales observées lorsqu'elles existent.

**Mortalité** : A l'instar de la France, les principales causes de décès en Bourgogne (16 650 décès/ an) et en Franche-Comté (10 150 décès/ an) sont : les maladies cardiovasculaires (32% des décès en Franche-Comté et 33% en Bourgogne.) et les tumeurs (27% des décès).

Dans les deux régions, près d'un décès sur cinq survient avant l'âge de 65 ans. Depuis presque 30 ans, la **mortalité prématurée des hommes en Bourgogne** est supérieure à celle de l'ensemble des français (+8% en 2000). Dans les deux régions, les cancers restent la principale cause de décès prématurés, notamment les **cancers du poumon en Franche-Comté**. Une évaluation de risques sanitaires menée en 2005-2006 devrait

permettre, prochainement, de conclure sur un lien éventuel entre l'excès de ces cancers et l'exposition au radon dans les habitats franc-comtois [3]. Les **morts violentes** (accidents de la vie courante (ADVC), suicides et accidents de la route) représentent la seconde cause de décès prématurés (près de 9% de l'ensemble des décès et 20% des décès prématurés). En 2002, 1 051 décès dus à un ADVC, sont dénombrés dans les deux régions [89]. En 2000, **en Bourgogne**, 170 décès dus aux **chutes accidentelles**, ont été recensés, ce qui induit une mortalité des femmes de la région, supérieure à celle des Françaises **(+15%)** [68]. Les **troubles mentaux** sont un des fléaux responsables de la sur-mortalité observée et à l'origine de plus de 1 000 décès/ an dans les deux régions, taux supérieur à la moyenne nationale [89].

Néanmoins, des variations d'un département à l'autre, sont constatées. En Bourgogne, le département de la **Nièvre** présente une situation sanitaire plus défavorable (surmortalité par cancer, par cardiopathies, par suicide) ; en Franche-Comté, le **Territoire de Belfort** a un taux de mortalité par **cancer du poumon** nettement plus élevé que dans les autres départements **(+ 34%)**. D'autre part, la population masculine du Territoire de Belfort présente une surmortalité par **bronchite chronique de +46%** par rapport à la France [93]. Une analyse cantonale menée en Bourgogne, a démontré un lien entre la mortalité prématurée et la précarité des conditions de vie<sup>10</sup> [94]. Une étude « habitat - santé » permettrait d'apporter des éléments quant à l'implication de l'habitat par rapport à cette sur-mortalité.

**Morbidité** : En termes de pathologies associées à l'habitat, sont rapportées les spécificités suivantes :

**Effets aigus** : Les **accidents domestiques** apparaissent comme un problème majeur, notamment, en Bourgogne. La sur-mortalité liée aux accidents nous laisserait présager l'existence d'un excès de morbidité lié à ces mêmes causes. Néanmoins, nous ne disposons pas de données de morbidité pour étayer cette hypothèse. L'unique source d'informations, sur l'interrégion, est le service des urgences pédiatriques du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Besançon qui participe à l'enquête Epac. En 2002, 7 500 accidents d'enfants ont été recensés, mais pour beaucoup, il s'agit d'accidents survenus à l'école [92, 93].

La Bourgogne et la Franche-Comté semblent particulièrement **exposées au risque CO** du fait de l'ancienneté du parc et des hivers longs et froids. Chaque année, les équipements de combustion sont à l'origine d'une moyenne de 120 personnes intoxiquées en Bourgogne et 70 en Franche-Comté [68]. Néanmoins, ces chiffres ne renseignent pas sur l'ampleur réelle du phénomène, la symptomatologie à « bas bruit » étant inconnue.

**Effets chroniques** : Les **Bourguignons et Franc-Comtois** semblent **affectés par les pathologies respiratoires chroniques**, notamment **l'asthme**, dont la prévalence est voisine de 12% [67, 92]. En Franche-Comté, une étude menée en 1999 par l'Observatoire Régional de Santé (ORS) a montré que 42% de la population régionale présentait au moins un symptôme de fragilité respiratoire ou cardiovasculaire [92].

La problématique du **saturnisme** ne semble pas préoccupante. En effet, malgré un parc immobilier ancien, aucune des deux campagnes récentes réalisées en Franche-Comté, dont une, orientée vers l'étude de jeunes enfants habitant dans des zones dites à risque plomb, n'a signalé de cas de saturnisme, ce qui a conduit les auteurs, à s'interroger sur l'existence même d'un risque collectif [95].

Ainsi les données régionales actuelles indiquent un taux régional de mortalité et de morbidité, supérieur à la moyenne nationale, en ce qui concerne **les cancers, les accidents domestiques, les affections respiratoires chroniques, les intoxications au CO et les troubles mentaux**.

---

<sup>10</sup> Risque 3 fois supérieur de décéder avant 65 ans dans des cantons marqués par un cumul de caractéristiques de précarité par rapport à ceux qui en sont épargnés

## 2.2 Besoins d'études complémentaires régionales

A l'issue de l'analyse critique de la bibliographie, des études ainsi que des sources de données nationales et régionales existantes, différents constats se dégagent.

- Au travers de la revue bibliographique, l'existence d'une relation entre habitat et santé paraît évidente. **L'habitat est devenu un enjeu de santé publique**, tant à l'échelle régionale que nationale.
- Or, on constate une **quasi-inexistence de données nationales et régionales permettant une vision globale de la problématique** explorée dans notre projet. Les travaux ou les sources de données existants tendent à rester sectoriels, focalisés sur des questions spécifiques (approche d'un polluant ou d'une pathologie particulière). Ils ne permettent aucune connaissance des liens effectifs entre les conditions d'habitat, les modes de vie et l'état de santé des occupants.
- Une étude à l'échelle régionale est appropriée, la **région constituant l'échelle « opérationnelle »** en termes d'intervention et d'application des politiques de l'habitat.
- Comme abordés précédemment, la Bourgogne et la Franche-Comté sont des régions au caractère rural prononcé, présentant des spécificités au niveau de leur habitat et de certaines pathologies susceptibles d'y être associées. Les deux régions sont touchées, à un niveau supérieur au niveau national, par les **cancers environnementaux, les accidents domestiques, les affections respiratoires, les intoxications au CO et les troubles psychiques**. Des suspicions sur l'implication de l'habitat dans ces pathologies méritent une investigation plus poussée.

Ces constats confirment l'intérêt et la nécessité de réaliser une enquête régionale afin, d'une part, de disposer d'un outil de surveillance de l'état sanitaire de l'habitat et, d'autre part, d'explorer et quantifier les liens entre les conditions de logement et l'état de santé des occupants.

La réalisation d'une telle étude nécessite de prendre en compte une pluralité de paramètres, comme :

*les critères permettant d'avoir une vision globale de l'habitat et d'étudier les différents facteurs de risque, la manière d'étudier les conditions de vie et les comportements susceptibles de modifier les expositions ,etc.*

Cette réflexion va amener à identifier les domaines d'exploration envisageables et ceux qui ne le sont pas, compte tenu des contraintes méthodologiques de l'étude.

### 2.2.1 Les facteurs de risque à investiguer

Malgré l'ampleur du sujet, la logique d'une étude globale sur l'habitat, a été préservée. Néanmoins, tous les facteurs de risque, répertoriés précédemment, ne peuvent être appréhendés de la même manière. Il est possible de suggérer différentes orientations selon les groupes de facteurs de risque.

Les quatre groupes de facteurs de risque précédemment distingués vont faire l'objet d'une analyse critique pour juger de leur pertinence d'inclusion dans l'étude, au regard des critères suivants :

- **l'importance sanitaire du problème**, couplant les notions d'exposition et de gravité des effets sanitaires. Cette importance n'est pas jugée, uniquement, à l'échelle nationale, mais également, en fonction des spécificités rencontrées dans les deux régions.
- le **niveau de connaissance scientifique** sur le sujet et le **degré de prise en charge** du problème par les autorités locales.
- le **mode de recueil** de l'information. Les différents modes de recueil disponibles (observation des facteurs de risque, mesure de polluants, biomonitoring, évaluation de la morbidité au travers des symptômes, perception des occupants) présentent chacun, des avantages et des limites, qui doivent être conciliables avec les objectifs et les contraintes imposés par l'étude.

- l'**évitabilité du problème**, c'est-à-dire la possibilité de mener une action pour corriger ou éviter le problème. Ce projet doit rester dans une logique opérationnelle.

### A) Environnement immédiat, voisinage et logement

Cette classe de facteurs de risque et leur impact sanitaire restent à ce jour **mal évalués** et peu abordés dans les études scientifiques. Ces facteurs reposent, aussi bien sur des critères objectifs, observables et/ou mesurables (présence d'infrastructures et de transport, bruit, accessibilité, etc.) que sur une appréciation subjective des occupants, difficilement quantifiable (perception d'insécurité, relations avec le voisinage, etc.). Les effets majeurs liés à ces facteurs ont surtout trait aux troubles psychiques, dont les mécanismes et les enjeux sont mal connus.

Cependant, il a été décidé de **retenir l'ensemble de ces facteurs** pour les raisons évoquées ci-après :

- Les facteurs sont suspectés d'induire un **impact sanitaire relativement important**. D'une part, un logement s'inscrit dans un contexte local qui va, au même titre, que le mode de vie de l'occupant, influencer les relations habitat – santé. D'autre part, la santé mentale est souvent négligée au profit du bien-être physique des personnes, alors que selon l'OMS, le poids des troubles psychiques et comportementaux serait la seconde, voire la première charge de santé des pays développés. De la même manière, les problèmes d'accessibilité deviennent de plus en plus préoccupants, au fur et à mesure que le nombre de personnes atteintes de limitations physiques ne cesse d'augmenter avec le vieillissement de la population [4].

- Les informations sur ces facteurs peuvent être recueillies au travers d'observations objectives réalisées par l'enquêteur, ainsi qu'à l'aide d'un questionnaire collectant les impressions exprimées par le répondant sur son habitat. Les informations sur le ressenti peuvent être objectivées en recoupant avec des données plus « concrètes ». Le mode de recueil sera davantage explicité dans le paragraphe 3.2.3.

- Une telle étude pourra apporter des éléments de réflexion quant aux actions correctives à mener, lesquelles actions font appel aux notions d'urbanisme et d'aménagement de l'espace relevant du pouvoir des collectivités locales.

### B) Structure, matériaux et équipements du logement

Les facteurs de risque rencontrés dans cette partie appartiennent à différentes catégories :

- Les facteurs de risque considérés comme prioritaires en termes de santé publique. Il s'agit du **plomb**, de la **surface**, de la **structure et vétusté du bâtiment**, et des **conditions d'hygiène**. Parmi ces facteurs, certains font l'objet d'une réelle préoccupation des pouvoirs publics et d'autres sont relayés à un plan secondaire.

- Le **plomb** est un polluant bien connu et pris en charge par les autorités. Si l'on se réfère aux études réalisées en Franche-Comté, le saturnisme ne semble pas être un problème prioritaire au niveau local, même dans des zones présumées à risque plomb [95]. C'est pour cette raison qu'il ne sera pas envisagé de mesure de plomb dans les bâtiments. Néanmoins, seront observés, lors de l'enquête, les éléments permettant de juger si le logement est ou n'est pas à risque (bâtiment construit avant 1948, constat de peintures dégradées et présence d'enfants de moins de 6 ans). Si un cas potentiel d'intoxication est suspecté, l'enquêteur préconisera, pour les enfants, une plombémie.

- D'autres polluants n'occupent pas la place qui pourrait leur revenir dans les préoccupations de santé publique, faute de connaissances et d'investigations suffisantes. Ils comprennent les éléments afférents à la **surface**, à la **structure et à la vétusté du bâtiment** (éclairage, présence d'obstacles et de dangers, structure de la cuisine et de l'équipement sanitaire, etc.). Ces éléments méritent

une attention particulière, du fait de leur implication dans deux problèmes de santé publique, à savoir d'une part, un fléau sanitaire majeur, que sont **les accidents domestiques** [51] et d'autre part, le **risque infectieux** lié aux conditions d'hygiène [46]. En ce qui concerne les accidents domestiques, ces derniers sont responsables de plus de 11 000 décès par an en France [56] et à l'origine d'une sur-mortalité importante en Bourgogne [68]. La "responsabilité" de l'habitat dans ce fléau reste à investiguer. Dans le cas du risque infectieux, les facteurs majoritairement impliqués sont la sur-occupation, l'insuffisance des équipements sanitaires, le mode de vie (hygiène de vie, habitudes alimentaires, etc.) [50].

En termes de recueil de l'information, deux types d'approches sont envisageables: la première relevant de la **simple observation** et la seconde exigeant un certain **niveau de technicité**. Néanmoins, la dernière approche est plus complexe à mettre en œuvre car elle nécessite de faire appel à un expert en bâtiment afin d'évaluer les risques d'accidents liés à la structure du logement. En conséquence, une observation globale des lieux sera privilégiée pour renseigner la surface, la structure et les conditions d'hygiène du logement. Cette observation pourra s'inspirer des questionnaires d'enquête type LARES, mais également des grilles d'insalubrité existantes.

Dans le cas d'un logement insalubre, les enquêteurs auront un rôle d'information des occupants sur les actions à entreprendre et une mission de signalement des cas aux services de santé avec l'accord des occupants. Les conséquences, en termes de gestion, sont plus lourdes car une situation d'insalubrité nécessite, souvent, le relogement de l'occupant ou la réalisation de travaux coûteux.

- Les facteurs de risque considérés comme non prioritaires, soit parce qu'ils induisent un risque sanitaire réduit aux niveaux d'exposition rencontrés dans les logements, soit parce qu'ils sont mal connus.

- Dans le cas d'un risque estimé réduit pour la population générale, nous pouvons citer **certaines matériaux de construction** tels que l'**amiante**, les **fibres minérales artificielles**, qui ont surtout trait aux expositions professionnelles [96]. L'Afsset vient d'être saisie en vue de réaliser prochainement une évaluation des risques liés aux expositions à l'amiante et autres fibres en population générale. Les matériaux de construction seront davantage abordés dans la thématique de l'air intérieur.

- Les facteurs restant à ce jour mal évalués sont les **équipements** et plus particulièrement les problèmes de bruit et d'émission d'ondes électromagnétiques de très basses fréquences (ELF). Bien que classés comme cancérigène possible chez l'homme, les champs ELF ne seront pas abordés lors de notre enquête pour trois raisons : le manque de connaissances quant aux effets sanitaires engendrés, les difficultés métrologiques pour estimer l'exposition et les larges variations d'exposition en fonction des caractéristiques locales des équipements.

### C) Air intérieur

Les facteurs de risque inclus dans la thématique air intérieur relèvent de deux catégories : les **facteurs modificateurs**, à savoir la ventilation et le confort hygrothermique, et les **polluants**.

Les déterminants tels que le taux de renouvellement de l'air, la température et l'humidité relative peuvent être de bons indicateurs de la qualité de l'air intérieur. Les impacts sanitaires de la température et de l'humidité intérieures sont préoccupants [40]. En effet, ces paramètres agissent directement sur les voies aériennes favorisant les affections respiratoires. Le nombre de décès pouvant être attribués aux logements froids reste à préciser, mais au Royaume- Uni, il serait estimé entre 2 500 et 3 000 [1, 9]. En outre, ces facteurs sont susceptibles de générer des conditions physiques favorisant le développement et la toxicité des polluants de l'air intérieur et l'augmentation de l'exposition aux polluants qu'ils soient biologiques ou chimiques [26]. Ces déterminants restent peu pris en compte dans les études, à l'exception de l'humidité plus souvent

renseignée. Deux approches sont disponibles pour évaluer ces facteurs : une approche métrologique nécessitant un dispositif de mesures lourd et en continu, et une approche descriptive, privilégiée dans le cadre de cette enquête. Le mode de recueil sera détaillé dans le paragraphe 3.2.3.

En termes de polluants, diverses catégories sont à distinguer :

- Les polluants considérés comme prioritaires en termes de santé publique, par les organismes tels que l'Agence Américaine de Protection de l'Environnement (US- EPA), l'Institut Britannique pour l'Environnement et la Santé (IEH) ou l'Observatoire de Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) [28]. Compte-tenu du niveau d'exposition à ces polluants et de la gravité du danger, ces substances ont des impacts sanitaires indéniables. Il s'agit de la **fumée secondaire de tabac**, du **CO**, de certains composés organiques volatils et aldéhydes (e.g. **benzène**, **formaldéhyde**, ...), des **particules fines**, du **radon**, des **allergènes**, etc.

▪ Certains polluants sont inclus dans un tronc commun souvent abordé par les programmes internationaux et nationaux du type OQAI [29, 30]. Il s'agit des COV totaux<sup>11</sup> et aldéhydes notamment le formaldéhyde<sup>12</sup>, des particules, du CO, du NO<sub>2</sub><sup>13</sup>, des allergènes et du radon. L'ensemble de ces polluants ne sera pas retenu dans le cadre de l'étude régionale. Il n'est pas utile a priori de mettre en place un protocole lourd et coûteux pour rechercher des produits et des effets, qui font déjà l'objet d'une étude française spécifique et dont on attend les conclusions de l'évaluation de risques sanitaires réalisée par l'OQAI [82].

Néanmoins, au vu du contexte local, nous proposons de conserver le **CO** et le **radon**, substances à nos yeux prioritaires dans la mesure où les deux régions d'intérêt semblent particulièrement exposées [68]. De plus, dans le cas du CO, le signalement des intoxications aiguës n'est qu'un pâle reflet du nombre d'intoxications chroniques. Le protocole envisageable pour évaluer ce polluant peut s'inspirer de celui développé par l'OQAI, en couplant à la fois le repérage visuel d'éléments nécessitant un diagnostic CO et des mesures dans l'air extérieur et l'air inspiré par l'occupant. Concernant le radon, les mesures ne seraient réalisées qu'en Bourgogne, une évaluation de risques étant déjà en cours en Franche-Comté. Au regard des résultats de cette évaluation et des résultats de l'OQAI non disponibles à ce jour, cette proposition serait, néanmoins, susceptible d'évoluer vers l'ajout ou le retrait de polluant.

▪ D'autres substances ne sont pas ou peu évaluées, bien que faisant partie des substances prioritaires ; pour exemple, les retardateurs de flamme, les métaux et la fumée secondaire de tabac. Unanimement reconnue comme un facteur de risque prioritaire, voire prépondérant au niveau de l'air intérieur [28], la **fumée secondaire de tabac** à l'intérieur des domiciles est très peu prise en compte et ne figure pas en tant que telle dans les campagnes de mesure. Toutefois, il n'est pas possible de s'abstraire du recueil d'informations sur le tabagisme, celui-ci étant un facteur de confusion reconnu. La métrologie sera détaillée ci-après.

- Les polluants supposés induire un risque sanitaire réduit pour les populations en milieu résidentiel. Il s'agit typiquement de l'**amiante**. Pour la raison évoquée précédemment et en raison de difficultés métrologiques, ce polluant ne sera pas retenu dans le cadre de l'enquête.

---

<sup>11</sup> Aucune hiérarchisation des 500 composés inclus dans le terme COV n'a été réalisée actuellement, ce qui rend difficile le choix des composés à investiguer dans une étude.

<sup>12</sup> Une évaluation des risques concernant le formaldéhyde a été confiée à l'Afsset. L'utilité d'une étude régionale supplémentaire sur ce thème apparaît limitée.

<sup>13</sup> Les services d'études médicales d'EDF et GDF ont fait une mise au point des données disponibles sur les effets sanitaires dus à une exposition au NO<sub>2</sub> émis par les sources de combustion intérieures. Les résultats ne permettent pas de conclure à une relation causale entre le NO<sub>2</sub> et une augmentation des pathologies respiratoires.

- Les polluants dont les niveaux d'exposition, ainsi que les effets, restent mal évalués voire inconnus. Il s'agit du **dioxyde de soufre**, de certains **composés organiques volatils** (hydrocarbures aliphatiques, éthers de glycol, etc.), des **biocides**, des **fibres minérales artificielles**, des substances odorantes, de certains **contaminants biologiques** (moisissures et endotoxines). Ces produits sont classés par la plupart des organismes comme non prioritaires, compte tenu du manque actuel de connaissances. Ils méritent des investigations plus poussées en termes de **recherche fondamentale** et de **météorologie**, avant toute étude de type épidémiologique.

En résumé, il est envisagé d'apprécier les facteurs impliqués dans le renouvellement de l'air et le confort hygrothermique (soit la ventilation, l'isolation et le chauffage), au travers d'une approche descriptive par questionnaire standardisé et, de retenir, de façon optionnelle, des mesures des niveaux d'exposition au CO, au radon et à la fumée secondaire de tabac dans les logements. L'étude de ces polluants semble également pertinente, dans la mesure où elle peut donner lieu à des actions correctives individuelles, par exemple, en limitant les éléments à risque CO, ou en incitant les personnes à fumer à l'extérieur du domicile. Concernant les autres substances chimiques, les moyens d'action sont plus limités car ils relèvent davantage d'interventions sur le bâti, de réglementation sur les matériaux de construction...

#### D) Occupant et mode d'occupation

Il n'est pas utile de rappeler l'importance des facteurs liés à l'occupant et au mode d'occupation dans la problématique « habitat - santé ». Les économies d'énergie, la pollution liée au tabagisme passif, la présence d'animaux domestiques, l'hygiène de vie, etc. sont des facteurs qui peuvent être une source de risques plus ou moins élevés en fonction des modes de vie et des individus. La description des pratiques de vie de chaque habitant du logement, ainsi que l'influence des caractéristiques sociales, démographiques et culturelles de la population enquêtée se révèle primordiale [7, 26, 42, 80].

En conclusion, pour les raisons évoquées précédemment, il est proposé d'inclure dans cette étude : Les facteurs de risque relevant d'une **approche descriptive**, soit :

- **l'environnement immédiat, le voisinage et le logement**
- la **surface**, la **structure** et la **vétusté du logement**, les éléments permettant un **diagnostic plomb**
- les facteurs impliqués dans le **renouvellement de l'air** et le **confort hygrothermique**, les éléments permettant un **diagnostic CO**
- les caractéristiques de l'occupant à savoir **son identité, le statut socio-économique du ménage, ses habitudes de vie et sa perception du logement**

Les facteurs de risque relevant d'une **approche météorologique**, soit :

- **le monoxyde de carbone,**
- **le radon,**
- **la fumée secondaire de tabac.**

#### 2.2.2 Les effets sanitaires à investiguer

Les facteurs de risque retenus précédemment touchent les trois dimensions de la santé et induisent des troubles très variés. Il est important de préciser le type d'effets sanitaires à investiguer. Les critères de choix sont principalement le temps de latence entre l'exposition et l'apparition de la maladie, ainsi que la « spécificité » du lien entre la pathologie et l'habitat. L'importance de la maladie en termes de prévalence ou d'incidence n'intervient pas pour le moment dans notre sélection; ce critère va plutôt conditionner le type d'étude qui pourra être envisagé par la suite.

#### A) Les effets physiques

**Effets physiques aigus** : Le recueil de ces effets est plus aisé dans la mesure où ces derniers ne relèvent pas d'une exposition passée. En raison de leur relative spécificité avec les facteurs de risque de l'habitat, les **effets traumatiques** (chutes, brûlures,...) et

les **intoxications au CO** seront renseignés. Les **effets infectieux**, à savoir principalement les infections gastro-intestinales ou infections respiratoires, et les **symptômes généraux** type Syndrome des Bâtiments Malsains (dont les céphalées, les symptômes irritatifs, etc.) peuvent être intéressants à observer. Certes les facteurs expliquant ces troubles sont multiples ; néanmoins, ces pathologies peuvent être de bons indicateurs d'un état global défaillant de l'habitat. Par exemple, l'apparition des symptômes du SBM peut traduire une dégradation de l'air intérieur et des paramètres de confort, tels que les variations de température, l'éclairage, le bruit, ainsi qu'une sensation d'oppression dans les locaux [63], soit un ensemble de facteurs participant à la qualité du logement.

**Effets physiques chroniques** : L'**asthme** et les **maladies allergiques** sont des pathologies majeures en termes d'impact sanitaire [11, 36, 69]. Les mécanismes de genèse de ces maladies sont complexes et ne font pas l'objet de notre étude. Néanmoins, il serait intéressant de renseigner les effets de l'habitat sur ces troubles au travers de l'exacerbation et l'aggravation des symptômes préexistants d'asthme et l'augmentation des maladies des voies respiratoires.

Les **cancers** ne seront pas inclus dans les questionnaires en raison du temps de latence important entre l'exposition et la maladie déclarée, et par ailleurs, en raison des multiples facteurs impliqués dans l'initiation et la promotion de ces pathologies. Pour étudier ces troubles, il faudrait mettre en place des schémas épidémiologiques très contraignants : soit un recueil rétrospectif des expositions passées, au travers d'une étude cas – témoins, qui serait entachée de multiples biais ; soit un recueil prospectif au travers du suivi d'une cohorte, qui impliquerait la mobilisation de moyens conséquents sur plusieurs années. Toutefois, nous pourrions retenir le seul cancer du poumon au travers de l'évaluation de deux facteurs de risque que sont, le radon (réalisation d'une évaluation de risques sanitaires à partir des mesures) et la fumée secondaire de tabac.

De même, les **maladies cardiovasculaires** ne seront pas prises en compte, l'alimentation étant un facteur prépondérant dans leurs émergence et exacerbation. L'étude de ces pathologies nécessiterait un recueil trop approfondi des habitudes alimentaires et serait peu pertinente dans le cadre de notre problématique.

## **B) Les effets psychiques et sociaux**

L'intégration de ces deux types d'effets, dans notre projet se heurte à de nombreuses difficultés : des questions d'ordre éthique, un manque de connaissances évident sur ces deux dimensions de la santé et une plus grande « subjectivité » liée à ces effets comparé aux effets physiques. Conscients de ces contraintes mais également de l'importance de ce problème de santé publique au niveau national et régional (cf. partie 2.1.3) et disposant de questionnaires standardisés adaptés [80, 97], nous proposons tout de même de retenir quelques indicateurs du bien-être mental et social des personnes. Il s'agirait surtout d'interroger l'occupant sur sa qualité de vie perçue au travers de divers items tels que son degré de satisfaction par rapport à son environnement.

### **3 PROPOSITIONS D'ETUDES EPIDEMIOLOGIQUES REGIONALES A VISEE OPERATIONNELLE**

Cette partie comporte une discussion sur la faisabilité d'une étude épidémiologique « habitat - santé » en Bourgogne et Franche-Comté; elle vise à apporter des éléments techniques permettant d'élaborer une proposition de protocole. Elle consistera dans un premier temps, à présenter les différents schémas épidémiologiques envisageables, en vue de dégager le mieux approprié à l'étude. Dans un second temps, elle portera sur le protocole d'échantillonnage, sur les modes de recueil des expositions et des indicateurs sanitaires, et autres paramètres nécessaires à la mise en place de l'étude.

#### **3.1 Types de schémas épidémiologiques envisageables [80, 98]**

##### **3.1.1 Puissance statistique et taille de l'échantillon**

Lorsqu'une enquête épidémiologique est menée et qui plus est, pour une problématique aussi vaste que « habitat - santé », il est rare qu'un seul type de schéma épidémiologique soit possible. Parmi les critères orientant le choix de l'étude, le calcul du nombre de sujets nécessaires est un paramètre de première importance car c'est la garantie de mettre en œuvre une enquête suffisamment puissante pour mettre en évidence l'effet étudié. Selon les règles communément admises, une puissance au moins égale à 80% doit être assurée pour pouvoir entreprendre une enquête étiologique [80].

Les calculs de taille d'échantillon pour une enquête transversale ou de cohorte ont été réalisés à l'aide du logiciel OpenEpi et font intervenir les paramètres suivants : le seuil de signification du test bilatéral (l'erreur de première espèce  $\alpha$  est prise égale à 5%), la fréquence de la maladie chez les non-exposés (soit la population générale) et l'odds ratio (OR) pressenti. Toutes les variables n'étant pas connues avec précision, différents scénarii seront envisagés.

En raison de la diversité des maladies étudiées, de l'aspécificité de certaines d'entre elles et du manque de sources de données, les fréquences des maladies sont parfois difficiles à déterminer. Pour les symptômes généraux, tels que les céphalées, des indications sur l'importance du problème de santé ont été recueillies à partir de l'enquête Santé et Protection Sociale 2002 de l'IRDES [99]. Pour s'assurer d'une certaine fiabilité des données, ces chiffres ont été confrontés à ceux divulgués lors de l'enquête LARES à Angers [6].

L'OR pressenti est défini à partir des données issues de la littérature. Il était difficile, en raison du temps imparti pour la rédaction de ce mémoire, de recenser l'ensemble des OR disponibles pour chaque facteur de risque de l'habitat et chaque pathologie associée. De plus, ces valeurs sont variables car dépendantes du type d'étude et de la population enquêtée. Nous constatons, parmi les quelques exemples présentés en annexe 12, que ces valeurs sont généralement inférieures à 2. Ce constat est en accord avec les conclusions de D. Hémon : les risques relatifs associés aux facteurs de risque environnementaux dans la population générale sont fréquemment faibles [100]. En raison de notre impossibilité à définir objectivement un OR, nous envisagerons différents scénarii (OR compris entre 1,2 et 2,5).

L'annexe 13 présente les résultats des calculs de taille d'échantillon pour une enquête transversale ou de cohorte, en fonction des pathologies et des scénarii retenus. Ces résultats ne vont pas, seuls, orienter les propositions quant au type d'enquête à mener. L'aspect organisationnel est un critère primordial dans le choix des orientations. Ainsi, les Instituts de Formation en Soins Infirmiers (IFSI) ont été contactés pour participer à l'étude dans le cadre de leur programme de santé publique. Selon les modalités décrites au

paragraphe 3.3.2, le recours aux élèves infirmiers donnerait la possibilité d'enquêter 2 000 à 2 500 logements, soit 4 000 à 4 500 individus.

D'après les résultats de l'annexe 13, il apparaît qu'une enquête transversale ou de cohorte n'est pas envisageable pour l'ensemble des pathologies retenues précédemment, certaines d'entre elles nécessitant un nombre trop conséquent de sujets. C'est le cas des intoxications alimentaires, des accidents domestiques en termes de mortalité et des intoxications au CO tant aiguës que chroniques. La taille de l'échantillon estimée varie de 12 000 individus (cas des intoxications alimentaires) à 706 000 (cas des intoxications aiguës au CO) pour espérer mettre en évidence un OR au moins égal à 2. Compte-tenu de ces contraintes méthodologiques, une étude transversale ou de cohorte ne pourrait être envisagée à l'échelle régionale dans le cadre de ces pathologies. Les résultats obtenus vont également nous amener à écarter les mesures de CO lors de la visite des logements. Bien que son importance en termes de santé publique ne soit pas remise en cause, cette pathologie reste trop peu fréquente pour détecter un cas d'intoxication ou mettre en évidence des associations avec d'éventuels facteurs de risque, en raison de l'échantillon d'individus envisagé.

Dans le cadre d'une enquête transversale ou de cohorte, la taille de l'échantillon envisagée est, néanmoins, suffisante pour étudier les autres pathologies sélectionnées (troubles intestinaux, accidents domestiques en termes de morbidité, symptômes généraux de type céphalées, maladies respiratoires en termes de morbidité et/ou troubles psychiques) et pour mettre en évidence de faibles associations (OR entre 1,3 et 1,5).

Différents schémas épidémiologiques sont ainsi envisageables, en fonction des pathologies étudiées et sont présentées ci-après.

### **3.1.2 Etude transversale**

Ce schéma d'étude porte sur les sujets de la population étudiée, présents au moment de l'enquête. A ce même moment, sont recueillies, d'une part, des données sur l'exposition et, d'autre part, des informations sur l'état de santé des répondants.

Dans le cadre de notre problématique, l'enquête transversale aurait, avant tout, un objectif descriptif, en permettant, à partir d'un échantillon représentatif des logements, le recueil de données individuelles sur les caractéristiques de l'habitat bourguignon et franc-comtois. Ce schéma est bien adapté au cas d'expositions multiples. Cette description de l'habitat, à un instant donné, serait couplée à une mesure de l'état de santé des individus, permettant ainsi, d'estimer la prévalence des pathologies renseignées.

Les pathologies envisageables, dans le cadre d'une enquête transversale régionale, ont été citées précédemment. Il s'agit des troubles intestinaux, des accidents domestiques, des symptômes généraux de type céphalées, des maladies respiratoires et des troubles psychiques. Certains événements de santé étant assez brefs mais récurrents, leur seule évaluation au moment de l'enquête a peu de sens car elle ne reflètera pas l'importance réelle du problème de santé. Ce schéma épidémiologique est ainsi, peu pertinent dans le cadre des pathologies retenues. L'alternative proposée, dans ce cas, est d'interroger, de façon rétrospective, les sujets sur la fréquence de survenue de l'évènement. Néanmoins, un recueil rétrospectif des maladies est souvent entaché de biais : biais de mémorisation (notamment pour les symptômes généraux tels que les céphalées), biais de chevauchement. L'InVS propose, pour limiter au mieux ces biais, de recueillir des informations sur les pathologies survenues au cours des trois mois précédant l'enquête [101].

En termes d'exposition, celle-ci est mesurée, de façon ponctuelle, au moment de l'enquête. Une hypothèse est souvent posée, à savoir, considérer que la nature et le niveau de l'exposition sont relativement stables dans le temps. En réalité, les expositions sont généralement variables. Qu'en est-il alors de la représentativité d'une mesure ponctuelle par rapport aux périodes de recueil de la pathologie sur trois mois ?

L'interprétation des résultats d'une enquête transversale est soumise à de nombreuses limites : d'une part, ce schéma d'étude ne permet pas de savoir si l'exposition précède ou non la survenue de la maladie et, d'autre part, le recrutement transversal peut être à l'origine de biais de sélection en excluant les sujets absents au moment de l'enquête. En outre, lors d'expositions multiples, les études évaluant de nombreuses associations potentielles augmentent statistiquement les chances de trouver une relation significative parmi l'ensemble des relations étudiées [23]. Ces constats incitent à la prudence quant à l'interprétation en termes de causalité des associations observées dans une enquête transversale.

### 3.1.3 Etude de cohorte

Le principe d'une enquête de cohorte est de suivre un ou des groupes de sujets au cours du temps pour recueillir l'information concernant la survenue éventuelle de la maladie. La durée de l'enquête dépend notamment du temps de latence entre l'exposition et la maladie étudiée. Le principe de ce schéma d'étude est de comparer l'incidence d'une pathologie, en fonction du niveau d'exposition des sujets à un facteur de risque supposé de cette maladie. Lorsque l'exposition est dichotomique et que l'incidence du groupe exposé est comparée à celle du groupe non exposé, on parle d'enquête exposé – non exposé. Dans le cadre de notre problématique, de nombreux facteurs de risque potentiels et de pathologies seront renseignés.

Une étude de cohorte en Bourgogne et Franche-Comté comporterait à la fois un objectif descriptif, visant à évaluer les fréquences et distributions des expositions et des pathologies retenues, et un objectif étiologique, consistant à étudier l'association entre la pathologie et l'exposition au facteur de risque supposé. Ces connaissances apporteront d'éventuels éléments de réponse quant à l'implication de l'habitat dans les problèmes sanitaires rencontrés dans les deux régions. En ce sens, ce schéma permet de répondre à l'objectif assigné, à savoir, quantifier l'impact sanitaire du logement.

La réponse à ces objectifs passe par la construction d'une cohorte de logements dont les facteurs de risque sont recueillis et les occupants suivis pendant une certaine période pour collecter des informations sur les pathologies. Les affections envisageables sont les mêmes que celles citées précédemment. Il s'agit, pour la plupart, de pathologies aiguës, ce qui permet de limiter le suivi de la cohorte dans le temps. Un suivi sur un an serait possible dans la mesure où (1) il permettrait d'avoir une bonne estimation de l'incidence des maladies étudiées, (2) il éviterait des réponses trop marquées par la saisonnalité de survenue des maladies, (3) il correspondrait aux disponibilités des infirmières et (4) il serait plus facilement accepté par la population comparé à un suivi sur plusieurs années. Pendant cette année, l'enquêteur interrogera à plusieurs reprises les sujets sur leur état de santé, tout en veillant à prendre en considération les éventuelles modifications de l'habitat pendant cette période. Un cycle de trois mois entre chaque contact semble raisonnable [101].

Comparée à une enquête transversale, l'étude de cohorte permet, d'une part, un meilleur suivi de la survenue des symptômes et donc de limiter les biais de déclaration et, d'autre part, de pouvoir accéder à l'incidence de la maladie et au risque relatif (RR).

Néanmoins, ce schéma épidémiologique se heurte à quelques limites :

- le problème des perdus de vue. Cette difficulté sera d'autant diminuée que la période de suivi de la cohorte sera brève.
- les biais de classement sur la maladie. Ces biais peuvent être réduits en renseignant le type de médicaments prescrits. Faire appel à des professionnels de santé permettra de contrôler la cohérence et la validité des réponses lors de l'entretien. Il serait envisageable de demander l'autorisation auprès des enquêtés pour contacter leur médecin traitant.
- l'importance des moyens mis en œuvre et du coût engendré.

### 3.1.4 Etudes cas témoins

Ces études consistent à comparer la fréquence d'exposition antérieure chez des sujets atteints de la pathologie d'intérêt (les cas) à celle de sujets non atteints pris comme témoin. Les sujets sont sélectionnés selon leur état de santé.

D'après les résultats de l'annexe 13, deux pathologies conviendraient à ce type d'étude : les intoxications au CO et les accidents domestiques. Ces pathologies assez spécifiques de l'habitat sont trop peu fréquentes pour pouvoir faire l'objet d'une enquête transversale ou de cohorte. Les objectifs d'une étude cas – témoins régionale ne seraient pas de rechercher des facteurs de risque de ces deux pathologies ou des associations déjà connus. Il s'agirait plutôt de partir de deux constats à l'échelle régionale : la sur-mortalité liée aux accidents domestiques et le nombre élevé d'intoxications au CO, et de remonter depuis la pathologie jusqu'aux caractéristiques de l'habitat. Le but est de déceler des paramètres dans l'habitat des sujets atteints pouvant expliquer cette sur-mortalité.

L'information sur l'exposition pourrait être recueillie au travers d'une visite d'inspection du logement, ce qui limiterait certains biais de mémorisation. Ce schéma est bien adapté à l'étude d'expositions multiples et dispersées. En sélectionnant les témoins dans la population générale, ce type d'étude reflète bien les caractéristiques des expositions et donne une idée exacte de la part des différents facteurs dans l'étiologie de certaines maladies. Ce schéma associe les caractères, descriptif et analytique, demandés à l'étude régionale.

D'après l'annexe 14, une enquête de mortalité ne serait pas adaptée dans le cadre des accidents domestiques, si l'on se réfère au nombre de cas demandé (entre 600 et 900 cas nécessaires pour mettre en évidence un OR de 1,4) et au nombre de décès observé dans les deux régions (près de 600 par an dans les deux régions). Il faudrait pouvoir accéder aux fiches de décès survenus sur plus d'un an. De plus, une telle étude n'est pas sans poser des problèmes d'acceptabilité de la population. L'enquête auprès des proches est difficile dans la mesure où, d'une part, ces personnes ont perdu un parent dans des circonstances parfois tragiques (défenestrations, etc.), entraînant un possible sentiment de culpabilité (non surveillance par les parents lors de l'accident de l'enfant, etc.), et, d'autre part, les répondants ne sont pas aptes, dans tous les cas, à renseigner les modes de vie et comportements de la personne décédée.

Il est envisageable de cibler l'étude aux cas hospitalisés pour l'une de ces deux affections. Néanmoins, considérant la taille d'échantillon nécessaire, nous constatons que la mise en œuvre d'une étude cas – témoins sur les risques d'intoxication au CO ne peut se pratiquer à l'échelle régionale. Les cas d'intoxications aiguës au CO ne sont pas « assez » nombreux pour envisager une étude cas-témoins, même si ces cas étaient recrutés à partir des fiches des enquêtes DDASS sur plusieurs années (180 cas d'intoxications annuels contre 1 500 cas exigés pour mettre en évidence un OR de 3). Dans le cadre d'intoxications chroniques, les personnes atteintes sont difficilement identifiables. Concernant les accidents domestiques, au vu du nombre de cas demandé et du nombre de personnes hospitalisées dans les deux régions, une enquête cas – témoins pourrait être envisagée. Compte-tenu des hypothèses retenues, il faudrait disposer d'un effectif de sujets conséquent (près de 1 500 sujets en prenant un témoin pour un cas) pour espérer mettre en évidence un OR de 1,4.

Si une étude cas – témoins sur les risques d'accidents domestiques associés à l'habitat est mise en œuvre, toutes les précautions devront être prises pour (1) avoir une définition précise de l'atteinte faisant l'objet de l'étude afin de limiter les biais de sélection lors de l'inclusion des sujets, (2) recenser toute modification dans le logement des cas suite à l'accident domestique et (3) disposer de témoins présentant les mêmes caractéristiques que les cas en termes de facteurs de confusion (âge, sexe, statut socio-économique). Les témoins pourraient être choisis d'après leur lieu de résidence, de telle sorte que témoin et cas soient issus du même quartier.

### 3.1.5 Etudes écologiques

Il s'agit d'études d'observation, dans lesquelles les niveaux d'exposition aux facteurs de risque étudiés ne sont pas mesurés individuellement mais de façon agrégée. Le principe est de déterminer les variations de fréquence d'un événement de santé dans l'espace (étude géographique) ou dans le temps (étude temporelle) et de mettre en correspondance ces variations avec des facteurs environnementaux.

Dans le cadre de notre problématique, ce type d'étude permettrait d'élaborer des hypothèses sur les facteurs de risque potentiels d'apparition des pathologies. En effet, tous les aspects et toute l'ampleur de l'impact du logement sur la santé restent encore méconnus. Néanmoins, ce schéma épidémiologique ne répond absolument pas aux objectifs d'une description des logements à l'échelle individuelle et d'une quantification des associations effet exposition - risque.

Ce schéma, toutefois, n'est pas à écarter car il présente des avantages non négligeables en termes de faisabilité. Il est mis en place lorsqu'il est facile de mesurer l'exposition à partir des données agrégées. Utilisant des données sanitaires et/ou environnementales préexistantes sur de larges populations, ces études sont moins coûteuses que les études étiologiques. Bien que présentant des limites identifiées au paragraphe 1.3.1 (connaissance parcellaire du parc, accès limité, etc.), certaines données agrégées sur l'habitat seraient bien adaptées à une telle étude. Il s'agit du Fichier des Logements à l'échelle COMmunale FILOCOM ou des données du recensement de la population INSEE. Ces fichiers, que nous détaillerons davantage dans le paragraphe 3.2.2, offrent des outils statistiques et cartographiques permettant de constituer des zones géographiques homogènes en termes de caractéristiques d'habitat et de population. Par exemple, FILOCOM peut être utilisé dans le cadre du repérage du parc de logements potentiellement indignes<sup>14</sup>. Connues pour leur fiabilité, ces données sont accessibles à l'échelle de la section cadastrale pour FILOCOM et de l'IRIS (Ilots Regroupés pour l'Information Statistique) pour les fichiers INSEE.

Ces données de l'habitat seraient superposées aux données sanitaires recueillies, par exemple, auprès des pharmaciens (consommations des médicaments spécifiques aux pathologies cibles) ou des médecins généralistes (consultations en rapport avec les pathologies d'intérêt) situés dans chaque zone retenue. On pourrait envisager de quantifier et comparer l'importance de certaines pathologies multifactorielles, comme les maladies respiratoires chroniques ou les troubles gastro-intestinaux, entre une population « exposée » vivant dans une zone de logements potentiellement indignes et une population « non exposée ».

Néanmoins, les résultats de ces études sont limités par les risques de biais écologique (existence de facteurs de risque différents dans les groupes de population) et de biais de confusion intra- et inter-groupe. Certaines limites sont plus spécifiques à notre problématique comme la difficulté de comparer des populations homogènes en termes de statut socio-économique. Ce statut va largement conditionner l'accès des populations à un certain type d'habitat.

En conclusion, chacun des schémas épidémiologiques présente des avantages pour apporter les éléments qui font défaut en Bourgogne et Franche-Comté. Néanmoins, il convient d'être conscient des limites de chaque type d'étude.

- **L'enquête transversale** est simple et permet une bonne description des facteurs de risque au moment de l'enquête. Néanmoins, elle est difficilement exploitable dans le cas

---

<sup>14</sup>L'habitat indigne est un concept politique qui qualifie toute situation d'habitat pouvant porter atteinte à la sécurité des personnes, à leur santé ou à leur droit au logement. Il regroupe les habitats insalubres, à risque plomb, les logements en péril, les habitats précaires et les hôtels meublés dangereux.

de pathologies aiguës. Elle permet d'établir un lien entre un facteur de risque et une pathologie, mais permet difficilement de conclure en termes de causalité.

- L'**étude de cohorte** est bien adaptée dans le cas d'une approche globale, comme choisie dans le cadre de ce projet, approche relevant d'un grand nombre d'expositions et de pathologies à étudier. Elle permet d'appréhender les deux aspects, descriptif et analytique. Elle fournit des informations importantes sur la relation temporelle exposition/maladie et sur l'impact sanitaire de l'habitat ; mais elle est lourde à mettre en œuvre.

- L'**étude cas- témoins** permet de donner des éléments sur l'implication de l'habitat dans la sur-mortalité ou « sur-morbidité » de certaines pathologies. Cependant, elle nécessite un grand nombre de sujets et est entachée de nombreux biais.

- L'**étude écologique** est peu coûteuse ; en revanche, elle ne permet pas de conclure quant à un lien causal.

Ainsi, au regard des objectifs assignés à l'étude, des possibilités et des contraintes méthodologiques, une étude de cohorte suivie pendant un an semble le schéma d'étude le plus adapté. Elle se fera sur les pathologies physiques aiguës citées précédemment et sur le bien-être mental et social. Une évaluation de risques sanitaires sur le radon pourra éventuellement venir la compléter. L'étude de cohorte revêt, néanmoins, des limites dont il faudra tenir compte au niveau du protocole et lors de l'analyse des données. Cette orientation va conduire à l'élaboration d'un protocole dont les aspects pratiques seront discutés par la suite.

### 3.1.6 Choix de la population

Les pathologies liées à l'habitat touchent tous les groupes de population : enfants, adultes, personnes âgées, individus malades, etc. Néanmoins, selon les problématiques abordées, certaines populations s'avèrent être plus à risque que d'autres. Par exemple, les enfants de moins de six ans constituent la population la plus touchée par le saturnisme. Les personnes âgées ou malades semblent davantage affectées par les problèmes d'habitat, du fait d'une exposition quasi-permanente et d'une sensibilité accrue.

Afin de garder une vision globale de l'habitat et des pathologies liées, il paraît plus pertinent de **s'intéresser à la population générale** et non à une population spécifique. Toute investigation de spécificités nécessite de les avoir mises en évidence dans une étude générale préalable. Toutefois, il est envisageable d'adapter le questionnaire à la population interrogée ; par exemple, le thème des accidents domestiques peut être traité de manière plus précise si l'individu interrogé est une personne âgée. Lors du traitement des données, les résultats obtenus pour les différents groupes de population pourront être analysés indépendamment selon les thématiques abordées.

## 3.2 Protocole d'échantillonnage

### 3.2.1 Choix de l'unité statistique

Dans le cadre de cette problématique, deux portes d'entrée sont à notre disposition : la population ou le logement.

**Population** : Le choix de l'individu en tant qu'unité statistique permettrait de stratifier notre échantillon en fonction du statut socio-économique de l'individu ou de son âge. En effet, comme précédemment abordé, nous constatons que ces deux paramètres sont des déterminants forts de l'habitat, de la santé et de la relation « habitat - santé ».

Au travers des données sociales, nous pourrions également identifier les populations les plus défavorisées, dont nous supposons qu'elles sont également les plus exposées au niveau de l'habitat. Il serait intéressant de sur-représenter certaines catégories de personnes en difficulté (impayés de loyer, impayés d'énergie, montant des aides égal au

loyer, etc.) Si cette option est privilégiée, pour obtenir une image représentative du parc de logements, il sera nécessaire de redresser l'échantillon.

Une limite à considérer dans le choix de cette unité statistique est la confidentialité des informations. Ces bases de données étant nominatives et pourvues de renseignements socio-économiques, elles sont difficilement accessibles.

**Logement** : L'unité statistique logement se prête davantage à cette étude, dont les objectifs sont de décrire le parc de logements des deux régions et de quantifier son impact sanitaire. A terme l'habitat reste la cible principale des actions et des interventions. De plus, nous disposons de différentes bases de données en lien avec l'habitat [77]. Le choix de cette unité statistique n'exclut pas la collecte de données socio-économiques analysées par la suite.

Dans le cadre d'une étude sur « habitat - santé », il sera donc privilégié un **mode de sélection direct des logements**. Cette sélection directe consiste à tirer au sort directement les adresses des logements, dans une base de sondage souhaitée la plus exhaustive possible.

### 3.2.2 Bases de données utilisables pour le recrutement de l'échantillon [77]

Les différentes bases disponibles, relatives aux logements ne présentent pas la même échelle géographique d'obtention des données. Les bases permettant d'accéder à l'échelle individuelle (adresse du logement) sont les plus précises. Différents fichiers susceptibles de répondre aux besoins de l'étude, sont présentés ci-après :

- **Annuaire téléphonique** exploité par France Télécom. Ce fichier a par exemple été utilisé dans le cadre de l'enquête radon en Franche-Comté. L'organisme gestionnaire réalise le tirage au sort et donne accès aux adresses individuelles. Néanmoins, ce répertoire est difficilement exploitable en raison d'un manque d'exhaustivité des données (logements inscrits sur la liste rouge, chez un autre opérateur téléphonique ou ne disposant pas d'un téléphone fixe) et de la présence de doubles comptes [102].

- **Fichier statistique Electricité De France (EDF)**. Les données collectées portent sur l'occupation des logements et locaux des abonnés au réseau électrique. La disponibilité trimestrielle des données permet d'avoir des informations récentes. L'utilisation de ce fichier s'avère cependant limitée, de par sa nature même. Il s'agit d'un fichier de clients et non de logements. Plusieurs références peuvent correspondre à un même logement ou bien un logement peut ne pas être référencé (compteur collectif ou relié à celui d'un autre appartement) [77].

- **Répertoire d'Immeubles Localisés (RIL)** de l'INSEE constitue la base du recensement, comprenant l'ensemble des adresses et leur localisation géographique, pour les communes de plus de 10 000 habitants. Cette base n'est pas exploitable dans le cadre de notre enquête, car elle exclut les communes de petite taille. Or, 70% de la population de Bourgogne et Franche-Comté habitent dans ce type de communes.

- **Fichier des Logements à l'échelle COMMunale FILOCOM**, issu du rapprochement de quatre fichiers fiscaux dont celui de la taxe d'habitation. Cette base porte sur les liens entre les caractéristiques du parc (type de logements, niveau de confort, etc.) et son occupation (mode d'occupation, composition et revenus des ménages, etc.). Les données sont exploitées par la Direction Générale des Impôts et transmises sous forme agrégée non confidentialisée aux Directions Régionales de l'Équipement. Le niveau géographique d'obtention de l'information le plus fin est celui de la commune, voire de la section cadastrale dans le cas de demande spécifique. En raison de la régularité de la mise à jour du fichier (tous les deux ans) et de sa fiabilité, celui-ci a été utilisé comme base de sondage lors de la campagne menée par l'OQAI (1<sup>er</sup> degré de tirage au sort : commune et 2<sup>nd</sup> degré : section cadastrale) [82].

- **Fichier de recensement de la population de l'INSEE** Il offre des informations sur le parc de logements (type d'habitat, date d'achèvement, surface, niveau de confort, etc.), couplées aux caractéristiques des occupants (identité, statut d'occupation, etc.) Les

données sont disponibles à divers échelons géographiques. L'échelle d'obtention des données la plus précise est l'IRIS - 2000 (Ilots Regroupés pour l'Information Statistique). Dans les communes de plus de 5 000 habitants, l'IRIS est la réunion d'îlots contigus, regroupant entre 1 800 et 5 000 habitants et homogènes quant au type d'habitat. Pour les communes de moins de 5 000 habitants et certaines comprises entre 5 000 et 10 000 habitants, l'IRIS correspond à la commune dans son intégralité.

En raison des règles du secret statistique, les données ne sont pas accessibles à l'échelle individuelle. En revanche, les informations sont plus facilement disponibles à l'échelle, soit des Iris- 2000, soit de la commune.

### 3.2.3 Organisation du tirage au sort [102]

Une stratification de l'échantillon peut être élaborée à partir des informations auxiliaires disponibles dans les bases de données. En effet, l'existence d'informations auxiliaires est un facteur très important d'amélioration de la précision du sondage, en particulier lorsque cette information est utilisée au stade du tirage des unités d'échantillonnage. La stratification consiste à établir des groupes homogènes ou strates au sein desquels un sondage aléatoire est effectué. Le but est de limiter la liberté de choix qui est laissée au hasard pour désigner l'unité statistique et de s'assurer que l'ensemble des strates est représenté.

L'établissement d'une stratification nécessite de faire appel à des critères, qui, dans le cadre de notre problématique, doivent répondre aux contraintes suivantes. D'une part, ces critères doivent faire partie des informations auxiliaires recueillies systématiquement dans la base de données choisie. D'autre part, ils doivent contribuer de manière non négligeable à la qualité de l'habitat, en termes d'environnement immédiat, de voisinage et de logement. Les critères sélectionnés doivent être les critères les plus discriminants, c'est-à-dire permettre de constituer au mieux des groupes relativement homogènes en « intra » (et donc hétérogènes en « inter ») du point de vue des catégories d'habitats.

Nous avons retenu les critères de stratification suivants :

- le **département**, qui constitue l'unité d'application des politiques de l'habitat,
- les **communes rurales et urbaines**, critère à prendre en compte dans la mesure où ce caractère, rural ou urbain, va fortement influencer les caractéristiques de l'habitat. En outre, il faut veiller à bien représenter les communes rurales, le caractère rural des deux régions étant très prononcé.
- les **logements individuels et collectifs**, distinction à réaliser, uniquement dans le cas des communes urbaines, les logements collectifs en milieu rural étant rares.

Un sondage stratifié regroupant des IRIS homogènes du point de vue de l'habitat peut être envisagé. Un sondage à deux degrés semble, par ailleurs, nécessaire et ceci pour deux raisons : d'une part, obtenir les adresses individuelles non disponibles à l'échelle de l'IRIS et, d'autre part, concentrer les logements dans des secteurs donnés, limitant ainsi les frais de déplacement des enquêteurs. Le tirage à plusieurs degrés, en contrepartie, conduit à une perte de précision par rapport à un sondage aléatoire simple.

Il s'agirait, au préalable, d'épurer la base de données des résidences secondaires, ces dernières ne faisant pas l'objet de notre étude. Le premier degré du sondage consiste à tirer au sort des IRIS pour chaque strate. Le nombre d'IRIS sélectionnés doit être proportionnel au nombre de résidences principales comprises dans chaque strate. Le dernier degré de sondage est réalisé en tirant au sort des adresses dans chaque IRIS choisi. Cette dernière étape est permise en superposant les IRIS sélectionnés aux sections cadastrales correspondantes, lesquelles sections consultables en mairie permettent de disposer d'une liste d'adresses individuelles. Le nombre d'adresses retenues est proportionnel au nombre total d'adresses comprises dans l'IRIS. Nous restons dans une logique d'allocation proportionnelle des unités car nous ne disposons pas actuellement d'éléments justifiant de sur-représenter une strate par rapport à une

autre. Dans tous les cas, le tirage stratifié à allocation proportionnelle est plus précis que le sondage aléatoire simple.

La méthode retenue est ainsi un sondage à deux degrés assurant in fine à chaque résidence principale la même probabilité d'être tirée au sort.

### 3.2.4 Estimation du taux de participation

Lors de l'enquête, nous serons confrontés à des contraintes pratiques comme une impossibilité ou un refus des personnes à être interrogées. Le nombre de logements à sélectionner doit ainsi intégrer le taux de participation des personnes. Ce taux est difficilement appréciable car très dépendant de l'intérêt des personnes pour ce thème, de leur disponibilité et de la fiabilité de la base de données choisie ; cependant, quatre études de référence permettent de s'en approcher. Il s'agit, d'une part, de l'étude LARES et de l'Enquête Santé Protection Sociale (ESPS) mise en œuvre par l'IRDES, toutes deux reposant sur l'administration de questionnaires, et, d'autre part, de l'enquête nationale de l'OQAI et de l'enquête régionale radon en Franche-Comté, toutes deux consistant en un recueil de mesures et un questionnement sur la santé de l'occupant.

Concernant l'enquête LARES, le taux de participation a été de **53%**, avec 5% d'adresses erronées, 6% de personnes non joignables et 19% de taux de refus [6]. **40 à 45%** des logements sélectionnés lors de l'ESPS ont répondu [99]. L'enquête menée par l'OQAI a reçu un taux de participation de **22%**, avec 28% d'adresses erronées ou de personnes absentes et 49% de taux de refus [23]. Dans le cadre de l'enquête radon, **33%** des logements sélectionnés ont pu être enquêtés [78]. Plusieurs explications peuvent être à l'origine de cette différence observée entre les taux : une campagne d'information des occupants antérieure à la venue des enquêteurs dans le cas des études LARES et radon, une implication forte des autorités locales pour le LARES, un dispositif de mesures conséquent pour l'OQAI. L'étude envisagée s'inscrit davantage dans la lignée de l'étude radon, dans la mesure où elle consiste en l'administration de questionnaires, couplée à des mesures assez simples et se déroule dans une région déjà prospectée. Favorisé par l'envoi d'une lettre de sensibilisation en amont de la visite de l'enquêteur, le **taux de participation** attendu serait de l'ordre de **35% à 40%**. Compte-tenu du nombre de sujets nécessaires à l'enquête soit 4 000 à 4 500 individus, 2 000 à 2 500 logements devront être enquêtés et par conséquent, il convient de disposer initialement de **7 000 adresses**.

## 3.3 Le protocole cadre

### 3.3.1 Mode de recueil des expositions et des paramètres caractérisant l'état de santé

#### A) L'approche descriptive

Dans le cadre de notre projet, l'approche descriptive, approche relevant de l'observation et du questionnement, a été majoritairement retenue. Elle est plus facile à mettre en œuvre en termes de faisabilité et de coût, dans le cadre d'enquête à grande échelle (échantillon important, nombreux facteurs de risque et pathologies à renseigner). Ce mode de recueil qualitatif et indirect est davantage accepté par la population, comparé à des tests invasifs ou des dispositifs de mesures trop volumineux. Par ailleurs, il permet de renseigner sur des paramètres subjectifs tels que la perception par l'occupant de son habitat (sentiment d'insécurité, bruit, etc.) ou de son état de santé. Dans certains cas, comme l'asthme par exemple, une évaluation de la morbidité au travers de symptômes semble être plus sensible que des tests médicaux [23]. Ces questionnaires sont particulièrement adaptés lorsque le diagnostic repose essentiellement sur les symptômes.

Cependant, ces questionnaires doivent être standardisés, appliqués à tous les individus et idéalement par le même examinateur. Ce dernier point n'étant pas envisageable dans le

cadre d'une telle étude, la subjectivité liée à l'examineur doit être limitée par la formulation précise et sans ambiguïté des questions et la neutralité avec laquelle elles sont posées [80]. Ces impératifs demanderont une formation initiale des enquêteurs. La validité et la fiabilité du questionnaire doit faire l'objet d'une grande attention.

Malgré toutes ces précautions, il faut rester conscient que le questionnaire est entaché de certains biais (mémorisation, déclaration), biais étroitement liés au caractère subjectif et émotionnel que peut revêtir la réponse des enquêtés. Il est possible de limiter ces biais en recoupant certaines des informations fournies par les résidents avec des données complétées par l'enquêteur lui-même lors de la visite à domicile, concernant, par exemple, la structure du logement ou les caractéristiques de l'environnement immédiat. Une autre difficulté est liée au problème d'acceptabilité. Certaines questions, notamment celles visant à cerner l'état de santé ou le ressenti de l'occupant sur son habitat, peuvent être considérées comme indiscrettes ou traumatisantes. Cela se traduirait par un taux important de réponses incorrectes ou incomplètes [80]. De plus, le nombre de questions, la durée de l'entretien sont des facteurs supplémentaires à prendre en compte car ils influent sur le taux de participation et la fiabilité des réponses.

L'organisation du recueil d'information couvrira plusieurs champs. Pour chaque domaine couvert, seront cités quelques exemples de questionnaires standardisés sur lesquels pourrait s'inspirer le futur questionnaire.

- **Identification** (âge, sexe, situation maritale, statut socio-économique, niveau scolaire, etc.) et description des **modes de vie** de chaque habitant du logement (habitudes tabagiques, consommation d'alcool, activités sportives, comportements vis-à-vis de la ventilation, du chauffage, présence d'animaux domestiques, etc.)

#### Exemples de questionnaires :

- questionnaire de l'étude LARES [103],
- questionnaire de l'enquête d'éco-épidémiologie réalisée par le Centre Régional d'Education à la Santé (CRES) et l'ORS Languedoc Roussillon [104]

- Description de l'**état de santé** de chaque occupant du logement, au travers de la présence ou l'absence d'une pathologie bien définie sur le plan du diagnostic (cas des infections gastro-intestinales, des accidents domestiques, des symptômes généraux de type SBM, de la morbidité respiratoire) ou au travers d'échelles de santé (cas du bien-être mental et social). Ces échelles proposent une évaluation du bien-être du sujet au travers d'un score global, intégrant différentes dimensions de la santé et reflétant la subjectivité des individus [97].

#### Exemples de questionnaires :

- questionnaire européen sur les accidents de la vie courante prochainement formalisé, avec l'appui de la DG SANCO et de l'InVS [101],
- questionnaire développé par Engvall, « Stockholm Indoor Environment Questionnaire », sur les symptômes de type SBM liés à l'environnement intérieur [23],
- questionnaire de l'enquête ISAAC concernant la morbidité respiratoire [104],
- questionnaire « Nottingham Health Profile », adapté à la population française par Bucquet, sur la santé perçue [80]. Ce questionnaire comporte 6 domaines d'investigation : douleur, isolement social, mobilité physique, réaction émotionnelle, sommeil et tonus,
- échelle de Newgarten, « Life Satisfaction Index », concernant la qualité de vie [80],
- questionnaire de l'étude LARES, [103],
- questionnaire de l'Enquête Santé, soins et Protection Sociale, développé par l'IRDES sur la morbidité [105].

- Description des **caractéristiques de l'habitat** (environnement immédiat, voisinage, espace, structure et vétusté du logement, air intérieur) au travers d'un questionnement des occupants et d'une évaluation objective réalisée par l'enquêteur.

### Exemples de questionnaires :

- questionnaire utilisé lors des enquêtes d'insalubrité. Il aborde les thèmes suivants : stabilité du bâti, humidité<sup>15</sup>, isolation, aération, chauffage et risque CO, équipements sanitaires, agencement des pièces, luminosité et bruit.
- questionnaire de l'enquête d'éco-épidémiologie du CRES/ORS Languedoc-Roussillon, concernant les caractéristiques de l'habitat susceptibles de générer des conditions physiques (humidité, température, ventilation) influençant la qualité de l'air intérieur [104].
- questionnaires de l'étude LARES qui offrent une vision assez complète de l'habitat, notamment sur le thème de l'environnement immédiat [103],
- questionnaire employé lors de l'enquête anglaise, the English House Condition Survey, réalisée tous les cinq ans en vue de décrire les conditions de logement en Angleterre. Ce questionnaire est assez précis et complet, notamment concernant le thème de la structure et la vétusté du logement.

### **B) L'approche métrologique**

L'approche métrologique permet d'objectiver l'état de santé ou de fournir une mesure directe et quantitative du niveau d'exposition. Elle présente certains inconvénients, dans le cadre d'enquêtes à grande échelle. Le coût, ainsi que l'acceptabilité de la population vis-à-vis de dispositifs parfois lourds à mettre en œuvre, sont des contraintes limitant fortement cette approche. Les choix doivent s'orienter vers des méthodes analytiques sensibles et spécifiques.

Les facteurs de risque retenus pouvant faire l'objet d'une approche métrologique sont : la **fumée secondaire de tabac** et le **radon**.

Concernant la fumée secondaire de tabac, Callais et al. ont montré, lors de l'étude française VESTA, qu'un questionnaire sur les pratiques tabagiques n'est pas suffisamment performant pour faire la distinction entre la non exposition et la faible exposition [106]. Les enquêtés ont généralement tendance à sous-déclarer leur consommation. En complément du questionnaire, le recours à la métrologie semble donc nécessaire pour estimer de façon plus fiable le niveau d'exposition. La difficulté d'une mesure extérieure réside dans le choix du polluant à évaluer. La fumée secondaire de tabac est un mélange complexe de polluants peu spécifiques, dont l'origine n'est pas à rattacher uniquement au tabagisme (e.g. CO, particules,...). Le biomonitoring permet d'avoir un meilleur reflet de la dose réellement absorbée. En ce sens, le dosage de la cotinine urinaire semble une approche adaptée au diagnostic du tabagisme passif, permettant ainsi une appréciation quantitative de l'imprégnation nicotinique [107]. Le taux de cotinine dans les liquides biologiques est relativement stable, indiquant l'intensité du tabagisme des 36/48 heures précédentes. Le dosage de la cotinine urinaire présente l'avantage de la fiabilité du dosage et de la facilité du recueil (moins intrusif qu'un dosage sanguin) [107]. Cette mesure pourrait être réalisée, en accord avec les parents, sur un sous-échantillon des enfants enquêtés. Néanmoins, si un dosage urinaire est effectué dans cette étude, il faudra prendre garde au moment choisi pour le prélèvement. En effet, les taux d'excrétion sont fluctuants au cours du temps et significativement les plus élevés le lundi. Ceci s'explique en raison d'une exposition de l'enfant plus importante pendant le week-end [108].

Concernant les mesures de radon, elles suivront le même protocole que celui adopté pour l'étude réalisée en Franche-Comté [3]. Deux dosimètres seront placés pendant deux mois, l'un dans la chambre et l'autre dans la pièce de vie, dans les logements d'un sous-échantillon de la cohorte, stratifié en fonction de la géologie et du type d'habitat. Cette mesure, pour être exploitable, devra s'accompagner d'un budget espace-temps.

---

<sup>15</sup> Dans ce cas, l'évaluation de l'humidité ne repose pas sur une mesure physique mais sur des observations visuelles et olfactives (odeurs de moisi, signes de condensation, décollement des papiers peints, présence et étendue relative des tâches d'eau, ainsi que des surfaces de moisissures).

En outre, en accord avec les parents, une plombémie pourrait être réalisée chez les enfants présents dans les logements à risque. Cette mesure n'aura pas un objectif descriptif mais plutôt une visée diagnostique.

### 3.3.2 L'organisation : une étude épidémiologique et un projet pédagogique

**Critères d'organisation :** Sont recensés plusieurs critères à respecter pour obtenir une étude de qualité, à savoir :

- réaliser l'enquête logement en période de chauffe, période pendant laquelle l'observation et la mesure sont plus aptes à détecter certains problèmes comme l'humidité, le CO, le radon, etc ... Ceci conduit à réaliser l'enquête pendant la période de novembre à mars inclus,
- suivre l'état de santé de la population pendant un an et avec un intervalle de temps de 3 mois entre les prises de contact, afin de bénéficier d'un cycle complet et couvrir tous les aspects de santé même quand ceux-ci sont saisonniers. Ce suivi pourrait se faire par téléphone et par l'enquêteur qui a fait la visite, une relation enquêteur – enquêté s'étant déjà établie,
- l'enquête logement ne devra pas être trop technique. On cherche à employer des critères compréhensibles par tout un chacun,
- par ailleurs, afin de diminuer les coûts d'étude, il est souhaitable de limiter les déplacements en recherchant une implantation locale des enquêteurs.

**Choix de l'organisation :** La solution retenue a été de faire appel aux élèves de deuxième année des Instituts de Formation des Soins Infirmiers (11 IFSI en Bourgogne). Cette décision répond aux critères sus-mentionnés (disponibilité pendant la période retenue pour l'enquête et le suivi sanitaire de la cohorte, compétences en santé et ainsi possibilité de contrôler la cohérence et la validité des réponses, meilleur contact du fait de leur fonction, bonne implantation rationalisant les déplacements). A ces critères, s'ajoute la possibilité de mener une enquête de grande dimension. Durant cette enquête, deux rencontres par jour, étalées sur une semaine sont programmées. Il est prévu de les réaliser en binôme pour des questions de sécurité et d'ordre pratique (les binômes étant constitués de façon à disposer d'un véhicule et d'un téléphone portable). La mise à disposition de 250 binômes, effectuant une moyenne de 10 enquêtes chacun, conduit à un potentiel de 2 500 enquêtes. Pour des raisons évidentes (travail de l'occupant), certaines enquêtes devront être réalisées le soir, ce qui libère le binôme en journée.

**Un projet pédagogique :** Cette étude pourra s'inscrire dans le cadre d'un projet pédagogique de l'école (IFSI). Habituellement, l'emploi d'un grand nombre d'enquêteurs complique leur formation et leur suivi. De par le fait que ce projet s'effectuera dans le cadre d'une formation scolaire, cet inconvénient se trouvera ainsi limité. Ce projet pédagogique, en plus d'un aspect fédérateur, aura, notamment comme intérêt, d'inclure les élèves dans un projet ambitieux de santé publique et donc de sensibiliser de futurs professionnels. Le travail sera divisé en plusieurs temps :

- la **formation**, qui s'inscrira dans le module santé publique de la formation de l'IFSI incluant une initiation à l'épidémiologie, à la santé environnementale. L'étude envisagée sera présentée comme un exemple concret d'étude épidémiologique. Cette formation pourrait être assurée par la CIRE, l'ORS, la DRASS et les DDASS avec un référent enseignant de l'IFSI comme correspondant.
- l'**enquête** sur l'échantillon représentatif, qui sera réalisée sur une semaine.
- le **suivi** de la cohorte, qui sera pratiqué, pendant un an, par le biais d'un questionnaire réalisé par téléphone tous les 3 mois (5 logements par élève),
- l'**analyse des données**, qui s'opérera sur trois demi-journées en troisième année : la première pour lister les analyses souhaitées; la seconde pour présenter les résultats et interroger les élèves quant à leurs interprétations et la troisième pour une discussion globale.

### 3.4 Perspectives d'actions

Ce travail d'enquête ne constitue pas une fin en soi mais doit permettre de définir des priorités et de formuler des recommandations en termes de politique publique. Les actions envisageables par la suite sont multiples :

- **Définir des priorités de santé publique** à partir des connaissances du patrimoine existant et des problèmes de santé des occupants. L'enquête interrégionale « habitat - santé » permettrait de pallier la faiblesse des données locales existantes, de mieux connaître le parc de logements, ainsi que les besoins des populations au travers de données afférentes au quartier, au logement, aux populations et à leurs problèmes de santé. En incluant l'ensemble de ces données, cette étude fournira des éléments précieux aux autorités locales dans le cadre de leurs programmes de santé publique, d'amélioration de l'habitat et d'aménagement de l'espace. L'orientation et la mise en place de ces politiques sont permises en raison :

- du **repérage des populations cibles et des logements prioritaires** lors de l'enquête. Les collectivités locales doivent s'assurer que chaque individu puisse avoir accès à un logement favorable à sa santé en requalifiant les logements dégradés et en réhabilitant les personnes défavorisées.
- d'une **identification des outils et des travaux prioritaires**. Améliorer la santé publique passe par l'amélioration de la qualité de l'habitat, au travers de la réalisation de travaux dans les logements. Cette enquête devrait permettre de cibler les défaillances de l'habitat et surtout d'évaluer le nombre de logements concernés par celles-ci.

Ces éléments sont essentiels pour estimer le budget nécessaire à la mise en place d'une politique de réhabilitation de l'habitat. Outre les travaux réalisés dans les logements, pourraient être envisagées, d'autres types d'action à mener, par exemple, autour de la gestion des zones urbaines. Les plans locaux d'urbanisme sont un des outils mis à disposition des collectivités locales pour créer des environnements favorisant l'accès aux services de la vie courante et propices aux échanges. Ces plans permettent de planifier à court, moyen et long termes les améliorations à apporter aux secteurs habités existants [4].

Néanmoins, une action sur l'habitat n'est pas chose aisée, car elle repose sur une multiplicité d'acteurs intervenant dans différents domaines, domaines gravitant de près ou de loin autour de l'habitat (cf. annexe 15) [38, 109]. Un des enjeux des politiques est de fédérer l'ensemble de ces compétences en vue d'un même objectif : améliorer la santé des occupants en améliorant l'habitat.

- **Définir des priorités d'éducation sanitaire** : L'éducation vise à expliquer la portée des modes d'occupation sur l'environnement intérieur ainsi que sur la santé des résidents. Le but est d'encourager les personnes à développer des mesures préventives et des habitudes de vie plus appropriées. La prévention passerait par l'information des occupants avec notamment, un accompagnement plus poussé des occupants les plus exposés aux facteurs de risque de l'habitat.

D'autres actions d'éducation seraient plus spécifiquement destinées aux futurs professionnels de l'habitat en vue d'une meilleure intégration de la dimension santé dans leur pratique professionnelle. La santé des résidents étant étroitement liée aux projets des urbanistes, ces derniers doivent s'attacher à créer un environnement favorable au bien-être des occupants.

- **Mettre en place un programme de surveillance** : Cette étude régionale pourrait tout à fait être développée à un niveau national, à l'instar du programme de surveillance du parc de logements mis en place en Angleterre. Cette campagne d'évaluation des logements (Survey of English Housing) est réalisée tous les ans depuis 1993, sur un échantillon national représentatif d'environ 20 000 logements, afin de renseigner par questionnaire les conditions de vie résidentielles (typologie des bâtiments, caractéristiques des logements, composition et ressources des ménages, etc.).

La surveillance du parc permet, d'une part, d'engager des politiques de prévention et de gestion appropriées et, d'autre part, d'évaluer l'effet de la mise en place de ces politiques sur les conditions d'exposition et sur l'état de santé des occupants.

## Conclusion

L'association entre la qualité de l'habitat et la santé de ses habitants est l'une des plus importantes qui soit, telle est la conclusion de Füller-Thomson dans sa revue bibliographique. Durant les 19<sup>e</sup>- 20<sup>e</sup> siècles, des progrès considérables ont été réalisés, tant sur le plan de la santé publique que celui de la construction, et ont ainsi amené nos pays développés à un standard de vie élevé. Progrès en termes d'hygiène, de lutte contre les épidémies, utilisation de nouveaux matériaux, mise en place de normes, programmes qui visaient à apporter toujours plus de confort.

Toutefois, ce standard de vie masque des inégalités sensibles et si le droit au logement est considéré comme acquis dans notre pays, les conditions d'habitat peuvent être, quant à elles, bien inégales.

L'ensemble du parc immobilier ne bénéficie pas de tout l'équipement souhaitable et il subsiste une grande disparité entre la subsistance de logements insalubres et les constructions récentes. Si la vétusté et la précarité de certains habitats peuvent agir sur l'état de santé de ses habitants, l'apparition de nouveaux matériaux et habitudes de vie semble responsable de l'émergence de certaines pathologies.

C'est un mécanisme très complexe que celui par lequel l'habitat affecte la santé de son habitant. Il fait intervenir une pluralité de domaines (physique, psychique, social, etc.). Toutefois de par l'importance que revêt ce mécanisme, la mise en place d'actions visant à quantifier l'impact sanitaire du logement est indispensable. C'est dans cet objectif que s'inscrit le projet d'une étude épidémiologique « Habitat - Santé en Bourgogne et Franche-Comté ».

A l'heure actuelle, trop peu de chiffres sont disponibles, les sources sont insuffisantes. Il serait intéressant de voir se multiplier des bases de données accessibles. Le principe de cette étude est basé sur ce constat et a parmi ses objectifs, celui de recueillir des données individuelles manquantes en région Bourgogne Franche-Comté. Certaines spécificités de ces régions peuvent conduire à un impact sanitaire de l'habitat, différent de la moyenne nationale, et par conséquent induire une politique de santé qui, même si elle existe, demande à être adaptée. La mise en place de ces actions entraîne une lourdeur financière effective, mais qui doit être entendue comme une charge préventive; à long terme, le bénéfice de ces mesures devant être ressenti sur les dépenses curatives.

De façon à obtenir un crédit réel, il est indispensable que ces démarches se fassent l'écho dans différents secteurs. Les actions en politique de santé devront se coupler à des politiques énergétiques nouvelles, des formations accrues des professionnels du bâtiment. On constate, d'ores et déjà, l'émergence de diverses expériences : la mise en place de la démarche HQE<sup>®</sup> (Haute Qualité Environnementale), outil de gestion dans la construction, qui répond à une démarche volontaire du maître d'œuvre, en est un exemple. La réglementation quant à elle, reste embryonnaire et doit impérativement se développer. Une aide accrue des différents acteurs sociaux, une information poussée à l'usage de l'habitant, ces différentes actions non exhaustives permettraient de limiter l'impact sanitaire de l'habitat.

---

## BIBLIOGRAPHIE

---

- [1] Organisation Mondiale de la Santé – Bureau Régional de l'Europe. Habitat et santé: état des connaissances. Quatrième Conférence ministérielle sur l'environnement et la santé. 23 – 25 juin 2004. Budapest (Hongrie) [en ligne sur le site de l'OMS : [www.euro.who.int/Housing/Publications/20040416\\_2?language=French](http://www.euro.who.int/Housing/Publications/20040416_2?language=French)].
- [2] World Health Organisation. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> WHO International Housing and Health Symposium, 2004 September 29 – October 1, Vilnius, Lithuania. [en ligne: [http://www.euro.who.int/Housing/Activities/20060113\\_1](http://www.euro.who.int/Housing/Activities/20060113_1)].
- [3] Tillier C. Evaluation de l'impact sanitaire du radon en Franche-Comté. Saison 2005 – 2006. Rapport interne de la Cire Centre-Est. 2005.
- [4] Organisation Mondiale de la Santé – Bureau Régional de l'Europe. Habitat et santé. Collectivités locales, série de brochures sur l'environnement et la santé. 2004 ; n°41.
- [5] AFSSE. Rapport de la Commission d'Orientation du Plan National Santé Environnement : Agence Française de Sécurité Sanitaire Environnementale. 12 février 2004.
- [6] Moissonnier B. WHO – Housing and Health Survey - Angers. Bonn Office. 2003.
- [7] Fuller-Thomson E., Hulchanski J.D., Hwang S. The Housing / Health Relationship: What Do We Know? Reviews on Environmental Health. 2000; n°15 (1-2): 109-133.
- [8] Krieger J., Higgins D.L. Housing and health : time again for public health action. American Journal of Public Health. 2002; n°92 (5) : 758 – 768.
- [9] Office of the deputy prime minister. Statistical Evidence to Support the Housing and Health and Safety Rating System. Volume I – Project Report. Volume II – Summary of Results. May 2003.
- [10] Shaw M. Housing and public health. Annual review of public health. 2004; n° 25: 397-418.
- [11] Breyse P., Farr N., Galke W., Lanphear B., Morley R., Bergofsky L. The Relationship between Housing and Health: Children at Risk. Environ Health Perspect. 2004; n°112 (15) : 1583–1588.
- [12] Bonnefoy X., Annesi-Maesano I., Aznar L.M., et al. Review of evidence on housing and health. EUR/04/5046267/BD. 2004, Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe. [en ligne: <http://www.euro.who.int/document/HOH/ebackdoc01.pdf>].
- [13] Habitat insalubre et santé – Insalubrité, habitat indigne, taudis: quels impacts sur la santé? Connaissances acquises et besoins de recherche. Colloque International. 20-21 mai 2005. Plaine-Saint-Denis (France).
- [14] Spivey A. On Closer Inspection: Learning to Look at the Whole Home Environment. Environmental Health Perspectives. 2005 ; n°113 (5): 320-323.
- [15] World Health Organisation - Regional Office for Europe. WHO Technical Meeting on the Immediate Housing Environment. 2002 November 14 – 15, Freiburg, Germany.
- [16] INSEE Première. Mesurer la qualité de vie dans les grandes agglomérations. Octobre 2002 ; n°868.
- [17] ORS Bourgogne. La santé observée en Bourgogne.. Comportements et environnement – Bruit. Juin 2003 ; Fiche 4.9
- [18] Afsset. Impacts sanitaires du bruit. Etat des lieux. Indicateurs bruit-santé. Novembre 2004.
- [19] Afsset. Plaquette « Bruit ». Avril 2006.
- [20] Gai M., Huw W. House mouse infestations : is there a public health risk and are current approaches to control effective ? Proceedings of the 2<sup>nd</sup> WHO International Housing and Health Symposium, Vilnius, Lithuania. 2004.
- [21] Stafford M., Marmot M. Neighbourhood deprivation and health : does it affect us all equally? International Journal of Epidemiology. 2003 ; n°32 : 357 – 366.
- [22] Afsset. Plaquette « Environnement domestique ». Décembre 2005.

- [23] Host S. Pollution de l'air intérieur : état des connaissances concernant les effets sanitaires et faisabilité d'une étude épidémiologique en Ile-de-France. Mémoire ENSP, filière IGS. 2005.
- [24] Beretti P., Morin H., Pacault C. Réduction de l'exposition aux ondes électromagnétiques : cas de la téléphonie mobile. Ateliers Santé Environnement, filière IGS – ENSP. 2006.
- [25] Comité consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail (Québec). Directives d'exposition concernant la qualité de l'air des résidences. Juillet 1989.
- [26] Comité Régional d'Education pour la Santé du Languedoc - Roussillon. Observatoire Régional de Santé du Languedoc- Roussillon. Analyse et synthèse bibliographiques « Habitat - Mode de vie - Santé respiratoire ». Janvier 2001.
- [27] IEH. Indoor air quality in the home : Final Report on DETR Contract EPG 1/5/12, Leicester, UK, Institute for Environment and Health. 2001.
- [28] Mosqueron L., Nedellec V. Hiérarchisation sanitaire des paramètres mesurés dans les bâtiments par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur. 2002.
- [29] Mosqueron L., Nedellec V. Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments : Actualisation des données sur la période 2001-2004. Rapport intermédiaire décembre 2004.
- [30] Mosqueron L., Nedellec V., Kirchner S.. Surveillance et évaluation de la qualité de l'air intérieur – Etat de l'art et études actuelles : panorama international. Pollution atmosphérique Spécial Indoor Air Session. Décembre 2005.
- [31] Le Moullec Y. La mesure de l'exposition des citadins aux polluants physico-chimiques atmosphériques dans les environnements extérieurs et intérieurs. 1995.
- [32] American Lung Association, American Medical Association, Environmental Protection Agency and Consumer Product Safety Commission. Indoor Air Pollution: Introduction for Health Professionals, édition révisée. 1998. [en ligne : <http://www.epa.gov/iaq/pubs/hpguide.html>].
- [33] Ravel D. Evaluation de la qualité de l'air intérieur dans quelques lieux publics en Bourgogne. Mémoire ENSP, filière IGS. 2002.
- [34] Bour C., Romain E., Thouet A. Evaluation et gestion des risques liés aux situations de nuisances olfactives. Ateliers Santé Environnement, filière IGS – ENSP. 2006.
- [35] U.S. Department of Health and Human Services. The Health Consequences of Involuntary Exposure to Tobacco Smoke: A Report of the Surgeon General. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health. 2006.
- [36] Nolard N., Allergie aux moisissures. CSTB Magazine ; Dossier Humidité dans les bâtiments. Janvier- Février 2001 ; n°133.
- [37] Direction Générale de la Santé. Questionnaire d'enquête sur les plaintes concernant la qualité de l'air intérieur : principaux résultats. Circulaire DGS/SD7C n°2004-354 du 23 juillet 2004. 2005.
- [38] Merlo M. Qualité de l'air intérieur et habitat : analyse des plaintes et de leur suivi. Mémoire ENSP, filière IGS. 2002.
- [39] Chesnel H. La qualité des logements : l'humidité est le défaut le plus fréquent. INSEE Première. Juin 2004 ; n°971.
- [40] Déoux S. Humidité et air intérieur : situation préoccupante. CSTB Magazine ; dossier Humidité dans les bâtiments. Janvier- Février 2001 ; n°133.
- [41] Macintyre S, Hiscock R, Kearns A, Ellaway A. Housing tenure and health inequalities: a three-dimensional perspective on people, homes and neighbourhoods. Understanding Health Inequalities, ed. H Graham, Buckingham, PA. 2000 ; pp. 129–142.
- [42] Healy D. Housing conditions and self-reported health : a cross-european analysis. Environmental Studies Research Series. Working papers. University College Dublin. 2002.
- [43] Raw G.J., Aizlewood C.E., Hamilton M.R. Building Regulation, Health and Safety. Garston, BRE. 2001.
- [44] InVS. Morbidité et mortalité dues aux maladies infectieuses d'origine alimentaire. Juin 2003.

- [45] Kagan L.J., Aiello A.E. et Larson E. The role of the home environment in the transmission of infectious disease. *Journal of Community Health*. 2002 ; n°27 (4) : 247–267.
- [46] Beumer R., Bloomfield S.F., Exner M., Fara G.M., Nath K.J., Scott E. The infection potential in the domestic setting and the role of hygiene practice in reducing infection. *International Scientific Forum on Home Hygiene*. August 2002.
- [47] Scott E. Foodborne disease and other hygiene issues in the home. *Journal of Applied Bacteriology*. 1996 ; n°80 : 5–9.
- [48] Institut Pasteur. Dossier Les maladies infectieuses.
- [49] Ryan M.J., Wall P.G., Gilbert R.J., Griffin M., Rowe B. Risk factors for outbreaks of infectious intestinal disease linked to domestic catering. *Communicable Disease Report CDR Review*. 1996 ; n°13 : 179-182.
- [50] Bonnefoy X. The policy relevance of housing and health – an international perspective *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> WHO International Housing and Health Symposium*, Vilnius, Lithuania. 2004.
- [51] Module Interprofessionnel de Santé Publique ENSP. Les accidents de la vie courante. 2002
- [52] Ermanel C, Thélot B. Mortalité par accidents de la vie courante : près de 20 000 décès chaque année en France métropolitaine. *Bull Epidémiol Hebd*. 11 mai 2004.
- [53] InVS. Les accidents de la vie courante en France selon l'Enquête santé et protection sociale 2002. Août 2005.
- [54] Bazile S, Berton E, Garry F, Pierre-Louis J. Enquête sur les accidents de la vie courante. Résultats 1987 à 1994. Dossier études statistiques, CnamTS, Paris. 1997 ; n° 38
- [55] Borgia P., Farchi S., Chini F., Giorgi Rossi P., Camilloni L., Guasticchi G. Home accident incidence, hospitalisation and mortality among the elderly. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> WHO International Housing and Health Symposium*, Vilnius. 2004.
- [56] Thélot B., Ricard C. Résultats de l'Enquête permanente sur les accidents de la vie courante, années 2002-2003. Réseau Epac. Institut de veille sanitaire. Octobre 2005.
- [57] Ormandy D. Safe as houses ? a review of the causes of home accidents. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> WHO International Housing and Health Symposium*, Vilnius, 2004.
- [58] Direction Générale de la Santé. Bilan 2002 de l'enquête nationale sur les intoxications oxycarbonées. 2003.
- [59] Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France. Groupe des experts chargé d'élaborer les référentiels de la prise en charge des intoxications oxycarbonées. Repérer et traiter les intoxications oxycarbonées. 18 mars 2005.
- [60] Gajdos P., Conso F., Korach J.M., Chevret S., Raphael J.C., Pasteyer J., Elkharrat D., Lanata E., Geronimi J.L., Chastang C. Incidence and causes of carbon monoxide intoxication : results of an epidemiologic survey in a french department. *Arch Environ Health*. 1991 ; n°46 : 373-376.
- [61] Reliquet V. SOS monoxyde de carbone : étude nationale de dépistage systématique immédiat des intoxications oxycarbonées à domicile, hiver 1993-1994. Rapport d'enquête SOS Médecins, France. 1995.
- [62] InVS. Etude des facteurs de risque de décès des personnes âgées résidant à domicile durant la vague de chaleur d'août 2003. Juillet 2004.
- [63] WHO: Sick building syndrome. Health and environment briefing pamphlet series 2. World Health Organization. Copenhagen. 1995.
- [64] Feur E., Michaud C., Boucher J., Gerbouin-Rerolle P., Leynaud-Rouaud C., Chateil S., Gourdon M., Ledésert B. Obésité des adolescents dans trois départements français : modes de vie, précarité et restauration scolaire. *Bull. Epidémiol. Hebd.*, numéro thématique La surveillance nutritionnelle en France. Avril 2003 ; n°18-19/29.
- [65] Zmirou D. et al. Risque sanitaire lié à l'habitat insalubre. *Santé publique*. 1991 ; n°1 : 6-15.
- [66] CREDES. L'asthme en France selon les stades de sévérité. *Questions d'économie de la santé*. Février 2000 ; n°25.
- [67] URCAM Bourgogne. Asthme – enjeux et contexte. PRAM Bourgogne 2004 – 2006.

- [68] Observatoire Régional de Santé de Bourgogne. La santé en Bourgogne. Eléments pour un diagnostic partagé. 2004.
- [69] Afsset. Plaque « Pathologies. Asthme, allergies et maladies respiratoires ». Décembre 2005.
- [70] InVS. Proposition pour la mise en place et le renforcement d'activités de surveillance des expositions et des risques associés à l'inhalation du radon. 2003.
- [71] Groupe Technique National de Définition des Objectifs de santé (GTNDO). Analyse des connaissances disponibles sur des problèmes de santé sélectionnés, leurs déterminants et les stratégies de santé publique. Avril 2003 ;156.
- [72] Clinard F., Milan C., Cottet V., Bouvier A.M., Bonithon-Kopp C., Hillon P., Faivre J. Mesures de champs magnétiques dans les habitations situées à proximité des lignes de transport de l'électricité. Société de Toxicologie Clinique (30<sup>e</sup> congrès), Nancy. Juin 2003.
- [73] INSERM. Plomb dans l'environnement - quels risques pour la santé ? Expertise collective. Éditions INSERM. 1999.
- [74] Evans G.W. The built environment and mental Health. Journal of urban health. 2003 ; n°80 ; 536-555.
- [75] Clément J. La prise en charge de la souffrance psychique des personnes en situation de précarité. Mémoire ENSP, filière IASS. 2003.
- [76] Cohen D.A., Mason K., Bedimo A., Scribner R., Basolo V., Farley T.A. Neighborhood physical conditions and health. American Journal of Public Health. 2003 ; n°93 (3) : 467-471.
- [77] ANAH. La connaissance des marchés locaux de l'habitat. Les principales sources d'information existantes et leurs limites d'utilisation. 2005.
- [78] Sima L. L'exposition au radon dans les habitats de Franche-Comté. Rapport de stage Master 1 Sciences de l'Environnement, Université de Bourgogne. 2006.
- [79] InVS. Epidémiologie de terrain : remonter à la source. Prévalence, la lettre de l'Institut de Veille Sanitaire. Juillet 2003 ; n°8.
- [80] Bouyer J., Hémon D., Cordier S., Derriennic F., Stücker I., Stengel B., Clavel J. Epidémiologie - Principes et méthodes quantitatives. Paris : Les Editions INSERM. 1995.
- [81] Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France. Avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France relatif à la surveillance et à la prévention des intoxications par le monoxyde de carbone. 12 décembre 2002.
- [82] Kirchner S., Pasquier N., Gauvin S., Golliot F., Pietrowski D., Cochet C. Rapport exécutif : de la phase préparatoire aux premiers résultats de l'étude pilote. Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur. 2003.
- [83] Bonnefoy X., Braubach M., Davidson M., Röbbel N. The WHO pan-european Housing and Health survey (LARES) – Description and evaluation of methods and approaches. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> WHO International Housing and Health Symposium, Vilnius. 2004.
- [84] Bonnefoy X., Braubach M., Moissonnier B., Monolbaev K., Röbbel N. Housing and health in Europe : Preliminary results of a Pan-European study. American Journal of Public Health. 2003 ; n°93 (9) : 1559–1563.
- [85] Site INSEE. Recensement général de la population de 1999.
- [86] INSEE. Connaître la Franche-Comté. Edition INSEE. 2006.
- [87] INSEE. Portrait statistique de la Bourgogne. INSEE Bourgogne dimensions. Hors série. Janvier 2006.
- [88] INSEE. L'attractivité de la Franche-Comté. INSEE Franche-Comté. Mai 2006.
- [89] Données Score santé [<http://www.fnors.org/Score/accueil.htm>]
- [90] ORS / DRASS Bourgogne. Plan Régional Santé Environnement de Bourgogne. Prévenir les risques sanitaires liés à l'environnement en Bourgogne. 2004 – 2008.
- [91] ORS Bourgogne. Etat des lieux sur la précarité en Bourgogne en vue de la révision du PRAPS. Février 2003.
- [92] ORS / DRASS Franche- Comté. Le Plan Régional de Santé Publique de Franche-Comté. 2006 – 2008.
- [93] URCAM, DRASS, ARH, ORS, INSEE Franche-Comté. La santé en Franche-Comté: regards et perspectives. Septembre 2004.

- [94] Préparation de programmation quinquennale en santé publique. Consultation Régionale de Santé Publique en Bourgogne. 2002.
- [95] DDASS Doubs/ DDASS Jura/ ORS et DRASS Franche-Comté. Campagne de dépistage du saturnisme infantile dans deux communes: Morteau (Doubs) et Morez (Jura). Octobre 2005.
- [96] INSERM. Effets sur la santé des principaux types d'exposition à l'amiante. 1997.
- [97] Falissard B. Mesurer la subjectivité en santé – Perspective méthodologique et statistique. Collection Evaluation et statistique. Editions Masson. 1998.
- [98] Rumeau-Rouquette C., Blondel B., Kaminski M., Bréart G. Epidémiologie – Méthodes et pratique. Collection Statistiques en Biologie et en Médecine. Edition Médecine – Sciences Flammarion. 1993.
- [99] Auvray L., Doussin A., Le Fur P. Santé, soins et protection sociale en 2002 – Enquête sur la santé et la protection sociale. CREDES. 2003 ; n°1509.
- [100] Hémon D. Recherche épidémiologique sur l'environnement et la santé : quelques aspects méthodologiques. Revue d'épidémiologie et de santé publique. 1995 ; n°43 (5) : 395–411.
- [101] InVS. Etablissement d'une enquête type sur les accidents de la vie courante complémentaire du recueil hospitalier – Enquête type. Août 2005.
- [102] Ardilly P. Les techniques de sondage. Editions Technip. 2006.
- [103] World Health Organisation. Methodology and survey tools of Lares. Housing and Health questionnaire, Housing Inspector Survey Sheet, Inhabitant Questionnaire. 2000-2005 [en ligne sur le site de l'OMS: [www.euro.who.int/Housing/Activities/20041021\\_4](http://www.euro.who.int/Housing/Activities/20041021_4)].
- [104] CRES / ORS Languedoc-Roussillon. Etude d'éco-épidémiologie familiale sur la qualité de l'air à l'intérieur de l'habitat en lien avec la santé. Mars 2004.
- [105] Doussin A., Dumesnil S., Le Fur P. Enquête sur la Santé et la Protection Sociale : méthode et déroulement en 2002. CREDES. 2002 ; n°14 01.
- [106] Callais F., Momas I., Roche D., Gauvin S., Reungoat P., Zmirou D. Questionnaire ou évaluation objective dans l'étude de l'exposition à la fumée de tabac parmi les enfants asthmatiques et en bonne santé : l'étude française VESTA. Prev. Med. 2003 ; n°36 (1): 108-113.
- [107] Vallois B. Prise en charge du tabagisme: l'intérêt du dosage de la cotinine urinaire. Le Quotidien du médecin. 2002 ; n°7205.
- [108] Thaqi A., Franke K., Merkel G., Wichmann H.E., Heinrich J. Biomarkers of exposure to passive smoking of school children: frequency and determinants. Indoor Air. 2005 ; n°15 (5) : 302-310.
- [109] Panorama des acteurs et circuits du logement en France (1<sup>ère</sup> partie). Le Moniteur. Février 2006, n°5332.
- [110] Carter S.E., Campbell E.M., Sanson-Fisher R.W., Redman S., Gillespie W.J. Environmental hazards in the homes of older people. Age Ageing. 1997 ; n°26 (3) : 195 – 202.
- [111] Gill T.M., Williams C.S., Robison J.T., Tinetti M.E. A population – based study of environmental hazards in the homes of older persons. Am. J. Public Health. 1999 ; n°89 (4) : 553 – 556.
- [112] Cahier «Ensanter l'habitat». Santé conjugulée. Octobre 2001 ; n°18.

---

## LISTE DES ANNEXES

---

Annexe 1 : Liste des personnes ressources interrogées .....	II
Annexe 2 : Principaux facteurs de risque de l'habitat et polluants associés .....	III
Annexe 4 : Principaux polluants présents dans l'air intérieur, leurs sources dans l'habitat, leurs effets sur la santé et les actions correctives .....	VII
Annexe 5 : Confort hygrothermique de l'air intérieur .....	XII
Annexe 6 : Modèle conceptuel des effets de l'habitat sur la santé [1, 2] .....	XIII
Annexe 7 : Etudes de portée internationale, nationale ou locale réalisées renseignant la qualité de l'air à l'intérieur de l'habitat.....	XIV
Annexe 8 : Typologie des sources de données relatives à l'habitat et à ses occupants .....	XIX
Annexe 9 : Typologie des sources de données relatives à l'état sanitaire de la population.....	XXI
Annexe 10 : Présentation des données nationales et régionales en termes d'habitat et de facteurs de risque.....	XXII
Annexe 11 : Présentation de quelques données sanitaires observées à l'échelle nationale et à l'échelle des deux régions.....	XXIII
Annexe 12 : Exemples d'OR issus de la littérature .....	XXV
Annexe 13 : Résultats des calculs de taille d'échantillon pour une enquête transversale ou de cohorte en fonction des pathologies et des scénarii retenus .....	XXVI
Annexe 14 : Taille de l'échantillon nécessaire dans le cadre d'une enquête cas – témoins .....	XXVII
Annexe 15 : Les principaux acteurs de l'habitat .....	XXIX

## Annexe 1 : Liste des personnes ressources interrogées

Nom / Fonction	Coordonnées
<b>Mme NOURRY</b> IGS DRASS Franche- Comté	Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales de Franche- Comté ☒ 3 avenue Louise Michel 25044 Besançon
<b>Mr MAITRIAS</b> IES DRASS Bourgogne	Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales de Bourgogne ☒ 11 rue de l'Hôpital 21035 Dijon
<b>Mme MOISSONNIER</b> IGS DDASS 71 Conseiller scientifique LARES OMS	Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales de Saône-et-Loire ☒ 173 Bd Henri Dunant – BP 2024 71020 Macon
<b>Mme GIL - VAILLER</b> Responsable cellule environnement DDASS 21	Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales de Côte D'Or ☒ 16 – 18 rue Nodot 21000 Dijon
<b>Mme MILLOT</b> Docteur ORS Bourgogne	Observatoire Régional de la Santé en Bourgogne ☒ 34 rue des Planchettes 21000 Dijon
<b>Mr HORY</b> Technicien plomb DDE 21	Direction Départementale de l'Équipement de Côte- d'Or ☒ 57 rue de Mulhouse 21033 Dijon
<b>Mme PEPE</b> Directrice départementale ADIL 71	Association Départementale pour l'Information sur le Logement de Saône-et-Loire ☒ 13 rue Gabriel Jeanton 71000 Macon
<b>Mme GULDNER</b> Enseignante ENSP	Ecole Nationale de la Santé Publique ☒ avenue Professeur Léon Bernard 35000 Rennes

## Annexe 2 : Principaux facteurs de risque de l'habitat et polluants associés

### Environnement immédiat, voisinage et logement

Voisinage	Perception de sécurité et peur du crime
Hygiène environnementale	Aménagement
<ul style="list-style-type: none"><li>- Exposition au bruit</li><li>- Niveau de dégradation (présence de graffiti, etc.)</li><li>- Infestations par les nuisibles</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Accessibilité au logement (problèmes des personnes à mobilité réduite ; e.g. absence d'ascenseur)</li><li>- Présence de structures autour de l'habitat (présence de parcs, de verdure, de commerces, d'autres logements, etc.)</li></ul>

### Structure, matériaux et équipements du logement

Espace de l'habitat (liée au mode d'occupation des habitants)	Structure et état de l'habitat
Matériaux de construction :	<u>Sécurité de l'habitat :</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Métaux lourds</li><li>- Fibres minérales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Présence et structure des escaliers, seuils, balcons,</li><li>- Vétusté de l'habitat, du système électrique, du système de chauffage,</li><li>- Eclairage</li></ul>
Equipements	<u>Hygiène, installation sanitaire et eau potable :</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Bruit</li><li>- Champs électromagnétiques de basse fréquence</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Structure de la cuisine (conception en termes de design, de stockage),</li><li>- Structure du réseau d'eau : de l'eau de distribution à l'assainissement</li></ul>

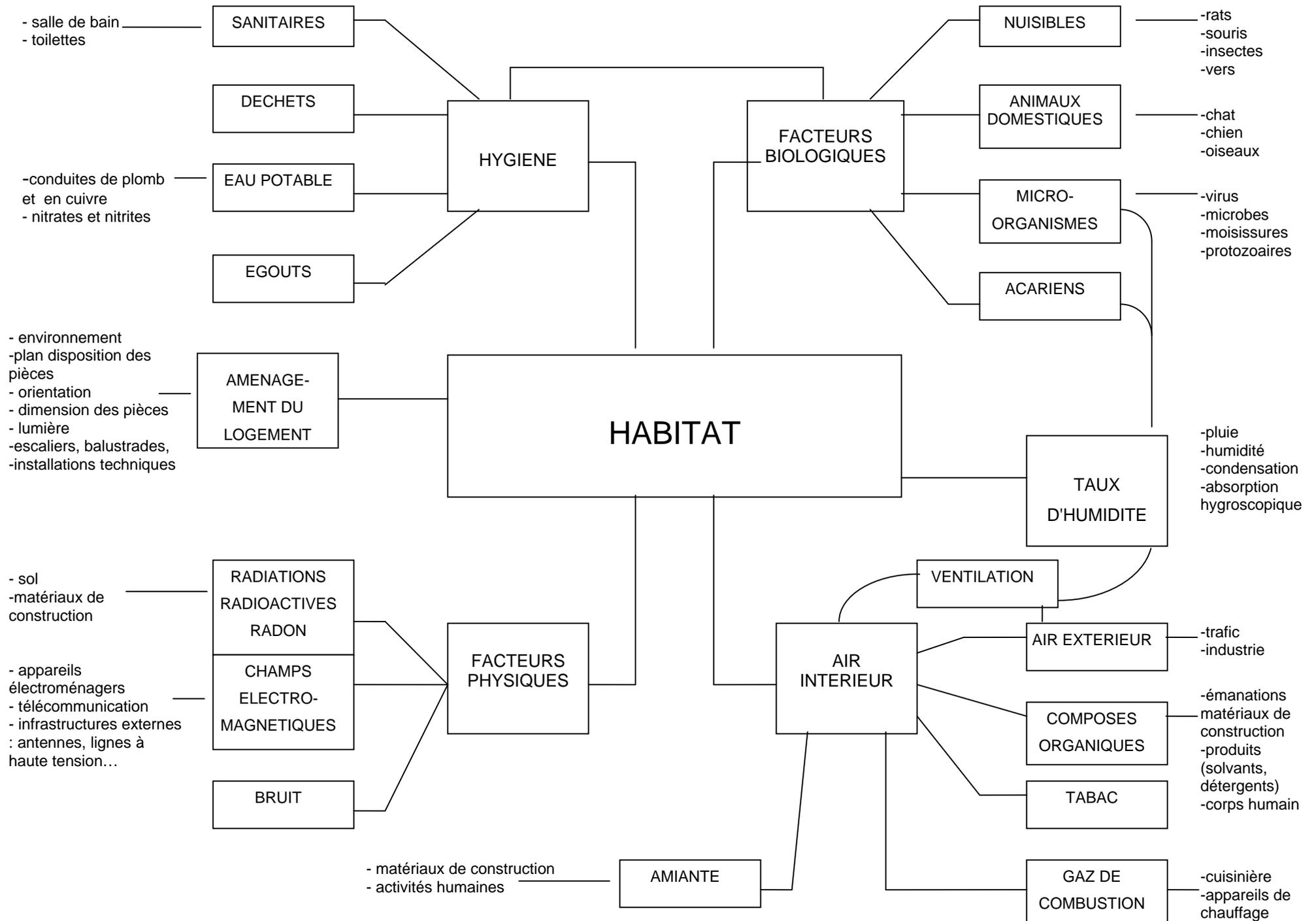
### Air intérieur

Qualité air intérieur	Confort hygrothermique
<u>Contaminants physico-chimiques :</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Température</li><li>- Humidité</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Fumée de tabac dans l'environnement,</li><li>- Produits de combustion,</li><li>- Composés organiques volatils,</li><li>- Particules respirables et les fibres,</li><li>- Substances odorantes,</li><li>- Radon.</li></ul>	
<u>Contaminants biologiques :</u>	
<ul style="list-style-type: none"><li>- Microorganismes,</li><li>- Allergènes respiratoires d'origine biologique,</li><li>- Endotoxines.</li></ul>	

### Occupants

Identité de l'occupant	Comportements
<ul style="list-style-type: none"><li>- Age</li><li>- Sexe</li><li>- Niveau scolaire</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ventilation</li><li>- Hygiène</li><li>- Modes de vie (e.g. tabagisme)</li></ul>

Caractéristiques socio-économiques



**Annexe 3 : Principaux facteurs influençant l'état sanitaire de l'habitat [112]**

**Annexe 4 : Principaux polluants présents dans l'air intérieur, leurs sources dans l'habitat, leurs effets sur la santé et les actions correctives**

Contaminants	Sources / niveaux d'exposition	Effets sur la santé	Actions correctives
<b>Fumée secondaire de tabac FST (tabagisme passif)</b>			
Mélange dynamique de gaz et de particules (+ de 4000 substances dont beaucoup sont toxiques ou cancérogènes)  <i>Exemple</i> : monoxyde de carbone, benzène, formaldéhyde, cadmium, cyanure d'hydrogène, naphtylamine, aminobiphényle, nickel, nitrosomonocotine, polonium, etc.	Fumée secondaire provenant du bout incandescent et du bout filtre de la cigarette et fumée exhalée par le fumeur	FST classée comme cancérogène certain (groupe 1 du CIRC)  <b>Adultes</b> : irritation des yeux, céphalées, rhinites, pharyngites, congestion nasale, toux persistante, emphysème, aggravation de maladies respiratoires chroniques, cancer du poumon, maladies cardiovasculaires  <b>Enfants</b> : augmentation de l'incidence du syndrome de mort subite du nourrisson, crises ou aggravation de l'asthme, infections respiratoires supérieures fréquentes, pneumonies et bronchites à répétition, otites et écoulements de l'oreille moyenne	Améliorer la ventilation mais action insuffisante pour éliminer tous les polluants de la fumée  Fumer à l'extérieur
<b>Les produits de combustion</b>			
<b>Monoxyde de carbone (CO)</b> Gaz incolore, inodore et sans saveur se formant lors de la combustion incomplète de matières carbonées	Air extérieur (industries, trafic automobile)  Appareils de combustion (poêles, foyers, cuisinières, chauffeuses, etc.) alimentés au bois, à l'huile, au gaz naturel ou kérosène, ou propane ou naphte : mauvais usage/ installation/ fonctionnement, manque d'entretien, utilisation dans un endroit clos ou mal ventilé	<b>CO</b> : 1 <sup>ère</sup> cause domestique de mortalité accidentelle par intoxication. (asphyxiant se combinant à l'hémoglobine) <b>Faible exposition</b> : mal de tête frontal, nausées, fatigue <b>Exposition moyenne</b> : mal de tête persistant, vomissements, vertiges ou étourdissements, somnolence, tachycardie, baisse des réflexes et du jugement <b>Exposition importante</b> : faiblesse, évanouissement, convulsions, coma, décès <b>Autres</b> : diminution de l'intensité de l'effort nécessaire pour déclencher une crise chez les malades cardiaques ou souffrant d'une maladie pulmonaire chronique	Ventiler et aérer les locaux correctement en tenant compte des lieux de production (cuisine, etc.)
<b>Oxydes d'azote (NOx)</b> NO issu des phénomènes de combustion à haute température NO <sub>2</sub> polluant secondaire provenant de l'oxydation du NO par O <sub>3</sub>	Utilisation à l'intérieur d'appareils non conçus à cette fin : barbecue, Hibachi Gaz d'échappement de véhicules à moteur : garage attenant au logement  Fumée de tabac (50 mg CO / cigarette)  Incendies (risques accidentels)  [CO] <sub>moyenne</sub> : 5-20 ppm jusqu'à 30 ppm pour des atmosphères enfumées	<b>NOx</b> : irritation des voies respiratoires inférieures (due à sa faible solubilité dans l'eau), diminution de la fonction respiratoire, œdème pulmonaire (exposition aiguë), bronchites chroniques ou aiguës, augmentation de la susceptibilité aux infections respiratoires chez les enfants, exacerbation des symptômes de l'asthme chez les asthmatiques	Entretien des équipements  Possibilité d'utiliser des détecteurs de CO en continu mais non efficace à 100%
<b>Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</b>	[NO <sub>2</sub> ] <sub>moyenne</sub> : 20-50 µg/m <sup>3</sup> avec des pics de 1800 µg/m <sup>3</sup> pour des cuisines mal ventilées avec cuisinière à gaz	<b>SO<sub>2</sub></b> : composé non évaluable à ce jour (groupe 3) irritation des yeux et des voies respiratoires supérieures (due à sa forte solubilité dans l'eau du SO <sub>2</sub> ), fréquence accrue de symptômes respiratoires aigus et chroniques, bronchoconstriction chez les asthmatiques à partir de 0,4 ppm	

Contaminants	Sources / niveaux d'exposition	Effets sur la santé	Actions correctives
<b>Les composés organiques</b>			
<p><b>COV</b> (plus de 500 substances dont le point commun est de s'évaporer plus ou moins rapidement pour des températures supérieures à 50°C)</p> <p>Groupes prépondérants : alcanes, cycloalcanes et alkènes, hydrocarbures aromatiques ou benzéniques, hydrocarbures halogénés, terpènes, cétones, alcools, esters, éthers de glycol.</p> <p>Perchloroéthylène</p>	<p>Produits ou matériaux de construction, rénovation, décoration, nettoyage, bricolage : panneaux agglomérés, bois pressés, meubles en mélamine ; peintures, vernis, décapants, solvants, cires, plastifiants, résines, colles, agents de conservation du bois ; aérosols, rafraîchisseurs d'air, chandelles aromatisées ; cosmétiques, produits nettoyants, désinfectants ; draperies, textiles, tapis traités ; fuites ou déversement d'huile ou d'autres produits pétroliers</p> <p>Articles nettoyés à sec</p> <p>Concentration plus élevée à l'intérieur qu'à l'extérieur (jusqu'à 10 fois) Concentration usuelle : &lt; 100 µg/m<sup>3</sup> pour composés pris individuellement</p>	<p>Conjonctivites, irritation du nez, de la gorge, des voies respiratoires supérieures, rhinites, dyspnée, réactions allergiques cutanées, maux de tête, nausées, vomissements, saignements de nez, fatigue, étourdissements, somnolence, diarrhée, diaphorèse, convulsions.</p> <p>Certains contaminants sont reconnus ou soupçonnés d'être mutagènes ou cancérogènes. Benzène et chlorure de vinyle: cancérogènes certains (grpe 1) Tri- et tétra-chloroéthylène : cancérogènes probables (grpe 2A) Certains éthers de glycol suspectés d'atteintes à la reproduction.</p>	<p>Ventiler lors de l'utilisation de produits émetteurs de COV</p> <p>Utiliser des produits à faible émission de COV</p> <p>Respecter les précautions d'emploi</p> <p>Ne pas stocker les containers ouverts dans la maison</p> <p>Aérer les vêtements après nettoyage à sec</p>
<p><b>Aldéhydes</b> dont le formaldéhyde (gaz incolore à odeur caractéristique) (selon OMS, composés non inclus dans les COV en raison de leur température de volatilisation inférieure à 50°C)</p>	<p>Nombreux produits d'usage courant : mousses isolantes (d'urée-formol utilisées jusque début 1980), laques, colles, produits ménagers,... ; constituants des meubles ; médicaments, cosmétiques, et autres</p> <p>Fumée de tabac</p> <p>[formaldéhyde]<sub>moyenne</sub> : &lt; 70 µg/m<sup>3</sup> mais jusqu'à 600µg/m<sup>3</sup> si mousses [acétaldéhyde]<sub>moyenne</sub> : 15 µg/m<sup>3</sup></p>	<p>Pour concentration &gt; 0,1 ppm, irritant des muqueuses (yeux, nez, bouche), des voies respiratoires inférieures et supérieures, conjonctivite, épistaxis</p> <p>Concentrations élevées : œdème et inflammation des muqueuses et de la peau, hypersensibilité chez les asthmatiques</p> <p>Formaldéhyde classé comme cancérogène certain (grpe 1) Acétaldéhyde classé comme cancérogène probable (grpe 2B)</p>	<p>Ventiler et aérer les locaux correctement en tenant compte des lieux de production</p> <p>Réduire les sources émettrices</p> <p>Respecter les conditions d'utilisation</p> <p>Recouvrir les matériaux contenant du formaldéhyde par des solvants type polyuréthane</p>
<p><b>Matières actives des pesticides</b> : Organophosphorés, carbamates, organochlorés</p>	<p>Air extérieur (traitements agricoles ou de surfaces urbaines)</p> <p>Utilisation de biocides pour traiter les jardins ou l'intérieur de l'habitat</p>	<p><b>Toxicité aiguë</b> : irritation cutanée ou oculaire, dermatites, céphalées, nausées, vomissements, crampes abdominales, diarrhée, étourdissements, fatigue, perte d'appétit, transpiration excessive, difficulté d'attention, nervosité, troubles de vision, convulsions, difficultés respiratoires, coma.</p> <p><b>Toxicité chronique</b> :cancers, effets sur les systèmes reproducteur, immunitaire et endocrinien, sur développement</p>	<p>Ventiler et aérer les locaux correctement en tenant compte des lieux d'utilisation</p> <p>Réduire l'utilisation de ces produits</p> <p>Respecter les conditions d'utilisation</p>

Contaminants	Sources / niveaux d'exposition	Effets sur la santé	Actions correctives
<b>Les particules respirables et les fibres</b>			
<p><b>Particules fines</b> : mélange de substances organiques et minérales en suspension sous forme liquide ou solide</p> <p>Taille variable : entre 0,005 et 100 µm            PM 10 (Ø aérodynamique &lt; 10 µm)            PM 2,5 (Ø aérodynamique &lt; 2,5 µm)            PM ultrafines (Ø aérodynamique &lt; 0,1 µm)</p>	<p>Air extérieur (trafic routier, activités industrielles, érosion ou réactions chimiques dans l'atmosphère)</p> <p>Tabagisme (source intérieure principale), Activités de nettoyage, de rénovation</p> <p>Activités de cuisine</p> <p>Appareils de combustion (pétrole, bois)</p> <p>[particules]<sub>moyenne</sub> : 10 µg/m<sup>3</sup> et entre 30 et 100 µg/m<sup>3</sup> dans des milieux avec fumeurs</p>	<p>Effets selon taille de la particule :            &gt; 10 µm, expulsion des particules via cellules ciliées plus elle est petite, plus elle pénètre profondément dans arbre respiratoire et plus risque d'effets nocifs</p> <p>Irritation des yeux, affections respiratoires, cardiovasculaires, maladies de nature allergique ou infectieuse</p> <p>PM 10 : atteinte des voies inférieures, impact sur la morbidité respiratoire</p> <p>PM 2,5 : atteinte de la région alvéolaire, augmentation de la mortalité due aux maladies cardiovasculaires et respiratoires et au cancer du poumon</p>	<p>Ventiler et aérer les locaux correctement en tenant compte des lieux de production</p> <p>Fumer à l'extérieur car le tabagisme reste la source prépondérante de particules fines</p>
<p><b>Amiante</b>            nom courant donné à un ensemble de silicates fibreux, le plus commun étant la chrysotile.</p>	<p>Air extérieur (démolition des bâtiments avec amiante, usure des freins des voitures, usure du revêtement)</p> <p>En raison des propriétés d'isolation acoustique, thermique et de thermorésistance, matériau utilisé dans de nombreux domaines de la construction et de l'équipement (chauffage, dalles de sol vinyl-amiante, matériaux en fibro-ciment, faïence, flocages, calorifugeages, maniques, etc.)</p> <p>Libération de fibres lors de travaux, d'endommagement ou vieillissement des matériaux</p>	<p>Amiante classée en cancérogène avéré (groupe 1)</p> <p>Accumulation des fibres dans les voies respiratoires entraînant des pathologies bénignes telles que des plaques pleurales, ou graves telles que des fibroses pulmonaire (asbestose) et pleural et des cancers de la plèvre (mésothéliome) ou pulmonaires (effet synergique avec le tabac d'environ 5 fois)</p> <p>Egalement tumeurs gastrointestinales</p> <p>Les individus restent peu exposés dans leur habitat ; surtout exposition professionnelle.</p>	<p>Interdiction d'utilisation depuis 1997</p> <p>Dispositif de protection (décret n°2001-840 du 13/09/2001)</p> <p>Travaux obligatoires si mesures d'amiante dans l'air dépassent 5 fibres / litre</p> <p>Eviter de poncer ou forer sans protection</p>
<p><b>Autres fibres minérales artificielles</b></p>	<p>Laines d'isolation thermique et phonique (de verre, de laitier et de roche), filaments continus de verre, fibres de verre à usage spécial (ou Microfibres®), fibres céramiques réfractaires</p> <p>Présence dans toiture, cloisons murales, faux plafonds et gaines techniques</p> <p>Libération de fibres lors de travaux, d'endommagement ou vieillissement des matériaux</p>	<p>Fibres céramiques réfractaires et certaines fibres de verre à usage spécial : cancérogène possible pour l'homme (grpe 2B)</p> <p>Laines de verre, de roche et de laitier, les filaments de verre continus : substances non évaluables à ce jour (grpe 3)</p> <p>Effets irritants pour la peau pour des fibres dont le diamètre est supérieur à 4,5µm</p> <p>Effets respiratoires non cancérogènes suspectés</p>	<p>Pas de réglementation relative à la protection de la population</p> <p>Vérifier que les fibres soient isolées des pièces</p> <p>Se protéger la peau et le visage lors de la manipulation des laines minérales isolantes</p>

Contaminants	Sources / niveaux d'exposition	Effets sur la santé	Actions correctives
<b>Les métaux</b>			
<b>Le plomb</b>	<p>Air et environnement extérieurs (sites industriels, etc.)</p> <p>Ecailles et poussières issues des peintures et enduits à base de céruse utilisés jusqu'en 1948</p> <p>Eau du robinet (canalisations en plomb)</p> <p>Anciens jouets type soldats de plomb</p>	<p>Saturnisme à partir d'un seuil de 100 µg/l de plomb dans sang</p> <p><b>Effet aigu</b> : douleurs abdominales avec vomissements, anémie, hypertension artérielle</p> <p><b>Effet chronique</b> : perturbation du développement cérébral et psychologique, provoquant des retards intellectuels (à 400 µg/l, risque d'encéphalopathie ; à 1000 µg/l, intoxication mortelle chez enfant ; à 2000 µg/l, décès chez adulte)</p> <p>Les travailleurs sont surtout exposés par voie aérienne lors des travaux ; les enfants par voie orale (jeux en contact avec le sol, contacts main bouche fréquents, syndrome pica)</p>	<p>Supprimer les sources : remplacer les canalisations en plomb et les revêtements en plomb dégradés</p>
<b>Les substances odorantes</b>			
<p>Mélange de composés volatils dont la perception résulte de mécanismes complexes d'ordre chimique, physiologique, mnésique et cognitif et sujet à une certaine subjectivité</p> <p>Principales substances impliquées dans les nuisances olfactives : composés azotés (amine, ammoniac, scatole...), composés carbonylés, acides gras volatils (acides butyrique et valérique,...), composés soufrés réduits, alcools et phénols.</p>	<p>Air extérieur (industries, STEP, élevages, etc.)</p> <p>Activités humaines</p> <p>Matériaux de construction, systèmes de combustion, chauffage ou d'assainissement, produits d'usage courant : détergents, etc.</p> <p>Déchets domestiques (décomposition de la matière organique)</p> <p>Animaux, plantes et organismes (substances odorantes émises par les moisissures : odeur de moisi)</p>	<p>Effets sur les fonctions pulmonaires, cardiovasculaires, digestives et nerveuses : irritation des yeux et muqueuses des voies respiratoires supérieures, maux de tête, nausées, exacerbation des désordres allergiques et asthme, fatigue olfactive</p> <p>Effets psychologiques : perturbation de l'humeur, anxiété, stress, troubles du sommeil, altération des performances intellectuelles, fatigue</p> <p>Effets toxicologiques propres à certaines substances inhalées</p>	<p>Améliorer la ventilation et l'aération des locaux</p> <p>Limiter ou supprimer les sources de nuisances olfactives</p>
<b>Les rayonnements ionisants</b>			
<b>Radon</b> (gaz radioactif provenant de la désintégration de l'uranium et du radium)	<p>Ecorce terrestre, surtout roches granitiques et volcaniques</p> <p>Pénétration dans l'habitat par les failles d'étanchéité (fissures ou porosité de la surface en contact avec le sol, joints entre parois, passage de canalisations)</p>	<p>Radon classé en cancérigène avéré (groupe 1)</p> <p>Seconde cause de cancer du poumon après le tabac (synergie avec le tabac : risque 10-20 fois + élevé chez les fumeurs)</p> <p>Emission de particules <math>\alpha</math> de haute énergie pénétrant dans les cellules et initiant le processus de cancérogenèse</p>	<p>actions dans lieux publics : &lt; à 400 Bq/m<sup>3</sup>, pas d'action ; 400 - 1000 Bq/m<sup>3</sup>, actions correctives souhaitables ; &gt; à 1000 Bq/m<sup>3</sup>, actions correctives impératives</p> <p>Types d'action : ventilation, étanchéification, vide sanitaire</p>

Contaminants	Sources / niveaux d'exposition	Effets sur la santé	Actions correctives
<b>Les contaminants biologiques</b>			
<p><b>Microorganismes :</b> bactéries, virus, algues, protozoaires, levures, moisissures.</p> <p><b>Allergènes respiratoires d'origine biologique :</b> particules, excréments et autres débris provenant d'animaux ou d'insectes (salive, urine séchée, fèces, poils, plumes, squames, cellules épithéliales) ; résidus du métabolisme humain (squames, pellicules, cheveux) ; particules de plantes (figus, papyrus, gypsophile) ; pollen</p>	<p><b>Sources extérieures</b> d'allergènes : graminées, pollens d'arbre (bouleau, cyprès, etc.), ambroisie, animaux, etc.</p> <p><b>Sources intérieures</b> d'allergènes par ordre d'importance : acariens, animaux domestiques, moisissures avec libération de spores, blattes et autres : rongeurs, oiseaux, vermine, insectes; humains</p> <p>Présence de ces organismes surtout au niveau poussière de maison, canapés, matelas, moquettes et tapis</p> <p>Colonisation des supports par les moisissures (bois, papier, tissus, aliments, etc.)</p> <p>Eaux chaudes sanitaires pour les légionelles</p> <p>Facteurs favorisant : Humidité ambiante élevée, surfaces humides ou poussiéreuses. Mauvaise ventilation. Dégâts d'eau, inondations, infiltrations d'eau, refoulements d'égouts : matériaux poreux imbibés d'eau et exposés à l'humidité plus de 48 heures.</p> <p>Eau stagnante des humidificateurs, déshumidificateurs, réfrigérateurs, systèmes de chauffage, systèmes d'air conditionné</p>	<p><b>Maladies infectieuses</b> diverses comme la légionellose, une pneumonie due à <i>Legionella pneumophila</i> présente dans les humidificateurs, les systèmes de refroidissement et autres</p> <p>Ou l'aspergillose touchant les immunodéprimés, due à <i>Aspergillus fumigatus</i> et <i>A. flavus</i></p> <p>Ou la fièvre hémorragique avec syndrome rénal due aux hantavirus présents dans les excréments de rongeurs infectés</p> <p><b>Réactions allergiques</b> et hypersensibilité spécifique (rhinite, bronchite, congestion nasale, conjonctivite, urticaire, asthme et pneumopathies d'hypersensibilité), chez les exposés présentant une atopie<sup>16</sup> (20 à 25% de la population française)</p> <p><i>Exemple des allergènes d'acariens :</i> niveau d'exposition chronique pour causer la sensibilisation : 2 µg Derp1<sup>17</sup>/ gr poussière (soit 100 acariens/ gr) et pour déclencher une crise d'asthme : 10 µg Der p1 / gr (soit 500 / gr)</p> <p>Rôle des endotoxines (composants de la paroi des bactéries Gram- ou lipopolysaccharide à pouvoir inflammatoire) dans l'aggravation de l'asthme</p> <p><b>Toxicité</b> (fièvre, frissons, vomissements, diarrhée, déficiences du système immunitaire, effets neurotoxiques)</p> <p><b>Symptômes aspécifiques</b> (notamment pour moisissures): tendances dépressives, fatigue, difficultés de concentration.</p> <p><b>Moisissures et métabolites:</b> les β- (1,3)-D glucanes ou mycotoxines aux propriétés inflammatoires et les COV à effet irritatif (toux, irritation des yeux, nez ou gorge, difficultés respiratoires, douleurs thoraciques, lésions cutanées). Prévalence de la sensibilisation aux moisissures : 3%</p>	<p>Améliorer et entretenir le système de ventilation</p> <p>Limiter la T° à 20°C</p> <p>Réduire le taux d'humidité en aérant (une baisse du taux de 5% divise par 6 le nombre d'acariens et ces derniers disparaissent pour un taux inférieur à 45%)</p> <p>Prévenir les risques de fuite d'eau (toiture, etc.)</p> <p>Eviter l'eau stagnante</p> <p>En cas de dégâts des eaux, assécher la pièce dans les 24h et remplacer les matériaux endommagés</p> <p>Eviter les moquettes et tapis</p> <p>Employer des housses de matelas anti-acariens</p> <p>Nettoyer l'habitat régulièrement, notamment la literie (les aspirateurs pouvant réduire le niveau d'allergènes de 90%)</p> <p>Eviter les animaux domestiques chez les personnes atopiques</p>

<sup>16</sup> Atopie : réponse allergique du système immunitaire à des allergènes communs de l'environnement, se traduisant par une production spontanée d'immunoglobulines de type E (IgE).

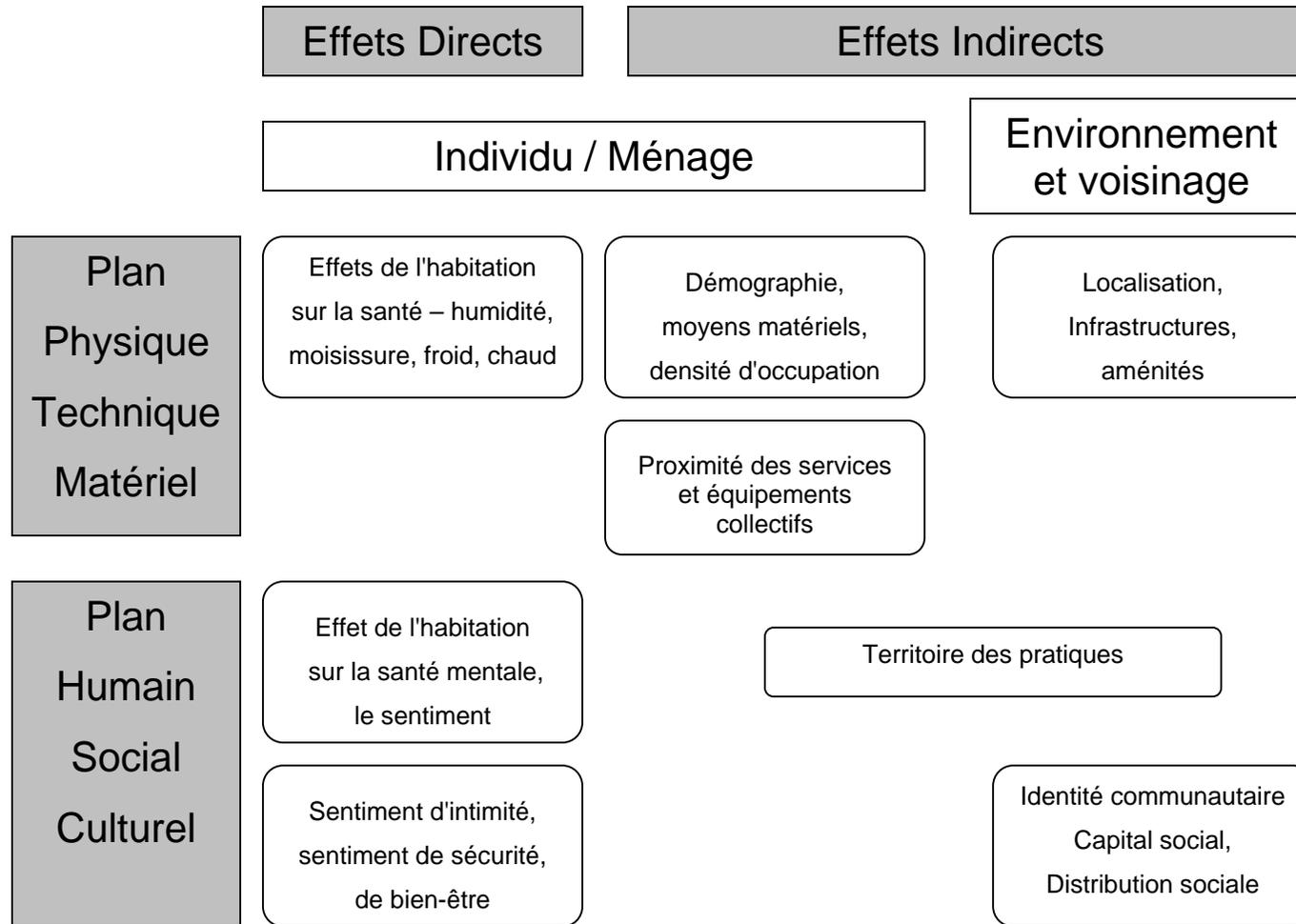
<sup>17</sup> Der pl : *Dermatophagoides pteronysinus* allergen I

## Annexe 5 : Confort hygrothermique<sup>18</sup> de l'air intérieur

Sources	Effets sur la santé
<b>Humidité</b>	
<p>Activités humaines génératrices d'humidité (<i>exemple</i> : respiration : 40 à 100g/h ; séchage linge : 5l/j ; activité douche : 1l/j ; cuisson au gaz : 1l/h, etc.) soit environ 15l/j pour un logement classique</p> <p>Défauts de bâti à l'origine d'infiltration ou de remontées d'eau</p> <p>Défauts d'isolation entraînant des ponts thermiques et condensation</p> <p>Absence ou inadaptation de chauffage, de ventilation</p> <p>Dégâts des eaux</p> <p>Comportements des occupants (manque de ventilation ou mauvais réglage du chauffage)</p>	<p>Humidité excessive ⇨</p> <p>Affections respiratoires et sensation d'étouffement</p> <p>Douleurs rhumatismales</p> <p>Prolifération d'aérocontaminants biologiques tels que les allergènes des acariens, moisissures, blattes, chien et chat (<i>cf. tableau précédent</i>)</p> <p>Augmentation de la toxicité de certains polluants chimiques comme celle du formaldéhyde ; création, en présence d'eau, d'acide sulfurique à partir de SO<sub>2</sub> et d'acides nitreux et nitrique à partir de NO<sub>2</sub></p> <p>En présence de radon, facilitation de la pénétration de gouttelettes plus ou moins radioactives dans les poumons</p>
<b>Température</b>	
<p>Air extérieur</p> <p>Défauts de bâti et d'isolation</p> <p>Absence ou inadaptation du système de chauffage, de ventilation</p> <p>Comportements des occupants (manque de ventilation ou mauvais réglage du chauffage)</p>	<p><b>Température basse (&lt; 18°C):</b></p> <p>Affections respiratoires par diminution de la T° de s voies respiratoires (rhumes, bronchites, etc.)</p> <p>Douleurs articulaires et rhumatismales (Strusberg et al., 2002 conférence de budapest)</p> <p>Affections cardiovasculaires (hypertension, accidents cérébrovasculaires, attaques cardiaques) (Wilkinson, Armstrong, 2001 Conférence Budapest)</p> <p>Hypothermie</p> <hr/> <p><b>Température élevée (&gt; 24°C):</b></p> <p>Développement des microorganismes d'où augmentation de l'exposition aux pneumoallergènes de l'environnement domestique</p> <p>Déshydratation, hyperthermie</p> <p>Augmentation de la mortalité cardiovasculaire (Wilkinson, Armstrong, 2001 Conférence Budapest)</p>

<sup>18</sup> Le confort hygrothermique dépend de six variables principales : la température de l'air, l'humidité relative, la température radiante, la vitesse de l'air, le niveau d'habillement et le taux métabolique (niveau d'activité). Ici nous nous intéressons uniquement à la température et à l'humidité intérieures.

**Annexe 6 : Modèle conceptuel des effets de l'habitat sur la santé [1, 2]**



**Annexe 7 : Etudes de portée internationale, nationale ou locale réalisées renseignant la qualité de l'air à l'intérieur de l'habitat**

Enquêtes / études	Objectifs	Méthodologie
Campagnes internationales		
Enquête nationale allemande pilotée par l'Agence fédérale de l'environnement <b>GerES</b> German Environmental Survey	Estimer l'exposition humaine globale à l'environnement intérieur (mesures air + poussières + autres médias comme aliments et boissons + dosages dans milieux biologiques) et évaluer l'influence de cet environnement sur la santé des occupants	Programme mis en œuvre en 1985 Suivi temporel de l'exposition domestique : 4 campagnes : GerES <sub>I</sub> 1985-86 (2700 adultes – exposition métaux lourds + COV), GerES <sub>II</sub> 1990-92 (4000 adultes + 800 enfants - exposition métaux lourds + COV), GerES <sub>III</sub> 1998 (4800 adultes – mesures poussières uniquement) et GerES <sub>IV</sub> en cours (1800 enfants – COV, aldéhydes, métaux, HAP, biocides, retardateurs de flamme, allergènes, bruit).
Enquête allemande pilotée par l'Institute for Indoor Diagnostic allemand et exploitée dans le cadre du projet <b>Sandrine 2</b> (SANTé, Développement durable, INformation et Environnement)	Estimer l'exposition humaine à certains polluants domestiques et corrélérer les symptômes présentés par les habitants aux polluants de l'air intérieur	Campagne mise en place en 2000 <i>Echantillon</i> : 500 logements soit 1 447 habitants de Düsseldorf <i>Paramètres mesurés</i> : microorganismes, COV totaux, pesticides (totaux, perméthrine, PCP) et formaldéhyde + questionnaire santé avec description des symptômes
Enquête nationale britannique pilotée par l'Institute for Environment and Health dans le cadre du Survey of English Housing <b>SIAQ</b> Survey of Indoor Air Quality	Estimer sur une année des niveaux de pollution domestique à certains polluants	Campagne mise en place en 1999 dans le cadre du Survey of English Housing <i>Echantillon</i> : 876 logements <i>Paramètres mesurés</i> : CO, NO <sub>2</sub> , formaldéhyde et COV (150 à 200 composés détectés)
Enquête américaine pilotée par l'Agence américaine de protection de l'environnement <b>NHEXAS</b> National Human Exposure Assessment Survey	Evaluer la distribution de l'exposition de la population américaine à diverses substances chimiques à l'aide de mesures biologiques et quantifier les déterminants de ces expositions à l'aide de mesures dans divers médias (air + poussières+ aliments et boissons) Pas de volet sur l'état de santé des occupants	Etude mise en place entre 1995 et 1997 <i>Echantillon</i> : plus de 500 sujets <i>Paramètres mesurés</i> : métaux, pesticides, COV et certains HAP
Enquête américaine pilotée par the Housing and Urban Development et the National Institute of Environmental Health Sciences <b>NSLAH</b> National Survey of Lead and Allergens in Housing	Estimer les niveaux d'allergènes d'animaux, de champignons et d'endotoxines présents dans les poussières domestiques	Etude mise en place entre 1998 et 1999 <i>Echantillon</i> : 831 logements <i>Paramètres mesurés</i> : allergènes de blattes, d'acariens, de chat, de chien, de rongeurs et de champignons ainsi que des endotoxines dans les poussières domestiques au niveau des lits, canapés, sols de chambre à coucher, salon et cuisine

Enquêtes / études	Objectifs	Méthodologie
<b>Campagnes européennes</b>		
2 études multicentriques ciblées sur l'évaluation de l'exposition des populations européennes	Estimer la distribution des expositions individuelles par inhalation et évaluer l'influence des milieux intérieurs (domicile, travail) Pas de volet sur l'état de santé des occupants	
<b>EXPOLIS</b> Exposure distribution of adult urban populations	Evaluer l'exposition à divers polluants atmosphériques chez des adultes vivant dans 7 villes européennes hétérogènes	Etude mise en place entre 1996 et 1997 <i>Echantillon</i> : 50 individus par ville (Athènes, Bâle, Grenoble, Helsinki, Milan, Oxford, Prague) <i>Paramètres mesurés</i> : particules fines (PM <sub>2,5</sub> ), COV, CO, NO <sub>2</sub> . Mesure de l'exposition individuelle sur 48 heures couplée à des mesures à l'intérieur des domiciles et sur le lieu de travail
<b>MACBETH</b> Monitoring of Atmospheric Concentration of Benzene in European Towns and Homes	Mesurer l'exposition au benzène dans six villes européennes	Etude mise en place entre 1997 et 1998 <i>Echantillon</i> : 50 volontaires non fumeurs par ville (Copenhague, Anvers, Rouen, Padoue, Murcie et Athènes) <i>Paramètres mesurés</i> : évaluation des niveaux de concentration en benzène à l'échelle urbaine, individuelle et dans les habitations sur des périodes de 5 jours consécutifs
8 études épidémiologiques européennes multicentriques financées par la Commission européenne dans le cadre du programme « Quality of Life and Management of Living Resources, Action plan 4 :Environment and Health »	Evaluer la qualité de l'air dans l'habitat et l'exposition par inhalation des enfants à des facteurs chimiques et surtout biologiques Enquête de santé réalisée (apparition ou développement de pathologies respiratoires)	
<b>AIRALLERG</b> Effets de la pollution de l'air extérieur et intérieur sur le développement des allergies chez l'enfant	Evaluer les effets de la pollution intérieure sur le développement des pathologies allergiques chez les enfants	Etude cas-témoins mise en place de 2001 à 2005 <i>Echantillon</i> : 3 cohortes de 360 nouveaux-nés allemands, suédois et néerlandais <i>Paramètres mesurés</i> : endotoxines, β1-3 glucanes et polysaccharides extracellulaires, allergènes de chat, chien et acariens ; dans certains domiciles, NO <sub>2</sub> , HNO <sub>2</sub> , nicotine Prélèvements au niveau poussières au domicile de chaque enfant au cours de sa première année de vie et à 4 ans
<b>AMICS</b> Asthma Multicentre Infants Cohort Study	Étudier la relation entre les expositions pré- et post-natale à divers polluants et la survenue d'infections respiratoires et/ou développement d'asthme ou d'atopie chez les enfants	Etude mise en place de 1995 à 2001 <i>Echantillon</i> : plus de 1600 nouveaux-nés suivis sur leurs 4 1 <sup>ères</sup> années de vie (Ashford, Barcelone et Majorque) <i>Paramètres mesurés</i> : NO <sub>2</sub> , fumée de tabac, allergènes de chat et d'acariens

Enquêtes / études	Objectifs	Méthodologie
<b>ECRHS</b> European Community Respiratory Health Survey	1 <sup>ère</sup> étude ECRHS I : évaluer la prévalence de l'asthme et des pathologies allergiques et renseigner l'exposition à des facteurs de risque environnementaux 2 <sup>ème</sup> étude ECRHS II : estimer l'exposition à l'intérieur de l'habitat à la fumée secondaire de tabac et aux allergènes d'acariens	ECRHS I : évaluation en 1992-93 de la prévalence de l'asthme et des pathologies allergiques chez plus de 10000 jeunes – connaissance par questionnaire de l'exposition à des facteurs de risque environnementaux ECRHS II : suivi en 2 000 de 10 000 jeunes avec mesures de l'exposition à la fumée secondaire de tabac et allergènes d'acariens
<b>ISAAC</b> International Study of Asthma and Allergies in Childhood	1 <sup>ère</sup> étude ISAAC I : évaluer à l'échelle mondiale la prévalence et les déterminants de l'asthme et certaines pathologies allergiques 2 <sup>ème</sup> étude ISAAC II : étudier les déterminants et les facteurs de risque de l'asthme infantile	ISAAC I : évaluation entre 1992 et 1997 de la prévalence et des déterminants de l'asthme, rhinites allergiques, eczéma chez plus de 700 000 enfants (6-14 ans) ISAAC II : étude mise en place en 1998 pour renseigner à l'aide de questionnaires l'exposition à divers facteurs
<b>PDCAAE</b> Prevalence and Determinants of Childhood Asthma and Allergies across Europe Etude intégrée dans ISAAC II	Evaluer chez des enfants vivant dans des villes européennes hétérogènes l'influence de l'environnement domestique sur les maladies allergiques	Etude mise en place entre 2000 et 2003 <i>Echantillon</i> : 15000 enfants <i>Paramètres mesurés</i> : Allergènes de chat, chien, acariens et endotoxines dans poussières sur un sous-échantillon de 100 enfants avec troubles respiratoires et 100 enfants témoins
<b>PASTURE</b> Protection against Allergy: Study in Rural Environments	Etudier l'influence de l'exposition domestique aux agents microbiologiques sur la santé des enfants	Etude mise en place entre 2002 et 2006 <i>Echantillon</i> : 800 enfants en milieu rural et non rural dans 5 pays (Allemagne, Autriche, Pays-Bas, Suède, Suisse). <i>Paramètres mesurés</i> : agents microbiens (endotoxines, glucanes), allergènes d'animaux et acariens dans poussières des domiciles des enfants âgés de 2 mois
<b>PARSIFAL</b> Prevention of Allergy – Risk Factors for Sensitisation in children related to Farming and Anthroposophic Life style	Etudier les déterminants et facteurs de prévention de l'allergie chez les enfants d'agriculteurs et les enfants de communauté anthroposophique <sup>19</sup> Evaluer le rôle de certains facteurs environnementaux et modes de vie sur le développement d'allergies chez l'enfant (alimentation, infections, etc.) et étudier l'influence de biocontaminants spécifiques des milieux intérieurs	Etude mise en place entre 2000 et 2004 <i>Echantillon</i> : 6000 enfants (6 mois à 2 ans) répartis dans 5 pays (Allemagne, Autriche, Pays-Bas, Suède, Suisse). <i>Paramètres mesurés</i> : contamination microbiologique

<sup>19</sup> Communauté anthroposophique : sous-groupe de population où l'on observe une faible prévalence des maladies atopiques et des sensibilisations

Enquêtes / études	Objectifs	Méthodologie
<b>RUPIOH</b> Relation between Ultrafine and fine Particulate matter in Indoor and Outdoor air respiratory Health	Etudier la relation entre l'exposition aux particules atmosphériques et ses effets sur la santé respiratoire d'adultes sensibles	Etude mise en place en 2002 <i>Echantillon</i> : panels de 35 sujets non actifs, non fumeurs et présentant un asthme ou autres maladies respiratoires chroniques dans 4 pays (Grèce, Pays-Bas, Finlande, Grande-Bretagne). <i>Paramètres évalués</i> : exposition durant une semaine des PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> à l'intérieur et l'extérieur du domicile + questions sur ventilation, sources internes, climat, etc.
<b>Campagnes nationales</b>		
Etude nationale française réalisée par l' <b>OQAI</b> (Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur), piloté par le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment)	Identifier les substances qui présentent un risque sanitaire Estimer et suivre l'évolution de l'exposition de la population française à diverses substances présentes dans l'air ou les poussières de logements	<i>1<sup>ère</sup> étude</i> : campagne pilote en 2001 sur 90 logements et 9 écoles <i>2<sup>ème</sup> étude</i> : campagne mise en place entre 2003 et 2005 sur plus de 700 logements durant une semaine : prélèvements dans l'air intérieur et extérieur des allergènes, moisissures, COV et aldéhydes, CO, particules, radon et rayonnement γ + mesures du CO <sub>2</sub> , de la température et humidité et du débit d'air extrait + budget espace-temps et description des conditions de logement et environnement de proximité + questionnaire sur la santé allergique et respiratoire élaboré par l'INSERM
Etude nationale multicentrique <b>VESTA</b> (V Epidemiological Studies on Transport and Asthma)	Evaluer l'exposition d'enfants à certains polluants traceurs des émissions d'origine automobile et déterminer l'influence de cette pollution dans la genèse de maladies asthmatiques chez l'enfant	Etude cas témoin mise en place entre 1998 et 2000 <i>Echantillon</i> : 217 paires d'enfants (4-14 ans) appariés à des témoins répartis dans 5 villes contrastées (Grenoble, Clermont-Ferrand, Nice, Paris, Toulouse) <i>Paramètres mesurés</i> : mesures individuelle et au domicile d'oxydes d'azote et particules PM <sub>2,5</sub> pendant 48 heures + aldéhydes et acariens mesurés dans certaines villes + questionnaires sur les modes de vie actuel et passé
Etude nationale multicentrique pilotée par l'APPA « <b>Sentinelles de l'air</b> »	Mieux connaître l'exposition individuelle à la pollution atmosphérique et notamment évaluer la part de la pollution domestique dans l'exposition	Etude mise en place entre 2001 (campagne été) et 2002 (campagne hiver) <i>Echantillon</i> : 30 habitations par ville (Grenoble, Lille, Dunkerque et Marseille) <i>Paramètres mesurés</i> : oxydes d'azote, BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) et mesures spécifiques – mesures de l'exposition individuelle et dans l'habitat pendant 48 heures + questionnaires cadre de vie et budget espace-temps

Enquêtes / études	Objectifs	Méthodologie
Etude menée par l'organisation Greenpeace	Estimer l'exposition domestique à 5 familles de polluants organiques persistants	Etude mise en place en 2002 – 2003 <i>Echantillon</i> : 50 logements pris sur la base du volontariat <i>Paramètres mesurés</i> : 29 substances réparties dans 5 familles (esters de phtalate, alkyl phénols et leurs dérivés, retardateurs de flamme bromés, composés organoétains, paraffines chlorées à chaîne courte) mesurées dans poussières
<b>Campagnes locales</b>		
Etude menée en Ile-de-France par le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris et le Laboratoire d'Hygiène et de Santé Publique de la faculté de pharmacie de Paris V	1 <sup>ère</sup> étude : renseigner l'exposition individuelle aux BTEX chez une population de sujets travaillant dans le secteur tertiaire et rechercher leurs déterminants 2 <sup>ème</sup> étude : renseigner les niveaux d'exposition domestique aux aldéhydes et rechercher leurs déterminants	1 <sup>ère</sup> étude : étude réalisée en 2000-2001 sur une centaine d'adultes non fumeurs, non exposés professionnellement et résidant en Ile-de-France – mesures individuelles sur 24 heures, dans l'habitat et au travail des BTEX 2 <sup>ème</sup> étude : étude réalisée en 2001 sur 60 foyers d'Ile-de-France – mesures de formaldéhyde, acétaldéhyde, propionaldéhyde, benzaldéhyde, pentanal et hexanal
Etude menée en Ile-de-France par le Laboratoire d'Hygiène et de Santé Publique de la faculté de pharmacie de Paris V et l'INERIS EXPOPE Evaluation de l'Exposition de la Population aux pesticides Organophosphorés de l'Environnement	Evaluer l'exposition d'enfants citadins franciliens aux insecticides organophosphorés et rechercher d'éventuelles relations entre des conditions favorisant cette exposition	Etude transversale mise en place depuis 2001 <i>Echantillon</i> : en cours d'établissement <i>Paramètres mesurés</i> : organophosphorés au niveau air et poussières du domicile + mesure de résidus sur les mains + biomonitoring
Etude menée en Ile-de-France par le Laboratoire d'Hygiène et de Santé Publique de la faculté de pharmacie de Paris V et la Mairie de Paris	Étudier les relations entre les facteurs environnementaux, la santé respiratoire et le statut atopique d'enfants jusqu'à l'âge de 6 ans	Etude de cohorte initiée en 2003 <i>Echantillon</i> : 3000 enfants <i>Paramètres mesurés</i> : NOx, COV, aldéhydes et nicotine dans l'air, endotoxines, moisissures et acariens dans les poussières mesurés à 4 reprises (1, 6 et 9 mois et 1 an)
Etude menée par le Centre Hospitalier Universitaire de Strasbourg	Evaluer l'impact du formaldéhyde chez des patients allergiques	Etude de cohorte initiée en 2003 <i>Echantillon</i> : 150 paires de cas (patients asthmatiques) - témoins <i>Paramètres mesurés</i> : aldéhydes dans la chambre et salon + mesures dans les micro-environnements extérieurs

NB : Sont exclues de ce tableau les enquêtes sur la qualité de l'air à l'intérieur d'établissements recevant du public ou des bureaux.

## Annexe 8 : Typologie des sources de données relatives à l'habitat et à ses occupants

	Nom de la source	Organisme gestionnaire	Enjeux	Unité statistique Niveau géographique minimum	Critiques
Sources	Recensement Général de la Population (RGP) (nouvelle méthode de collecte depuis 2004)	INSEE	Données sur la structure sociodémographique de la population et des caractéristiques de l'habitat (type, année, nombre pièces, surface, niveau de confort : présence de chauffage, douche et toilettes, etc.) à un moment donné	Individu/ famille/ ménage/ logement / immeuble  IRIS	+ : enquête nationale, spécificités des territoires gardées, données fiables - : inadaptation ou inexistence de certaines données (obsolescence de la notion de confort et environnement du logement non pris en compte), pas d'informations sur les logements précaires
	Enquête Nationale sur le Logement (ENL)	INSEE	Données sur les aspects financiers de l'occupation, la mobilité résidentielle, les travaux menés et l'appréciation de la qualité des logements (état et équipements du logement, humidité, bruit, sécurité, environnement, etc.)	Logement  Commune	+ : données fiables, données sur la qualité du logement plus développées que le RGP (15 indicateurs) - : extrapolation régionale non significative
	Enquête permanente sur les conditions de vie des ménages	INSEE	Perception sur les nuisances liées aux bruits, la qualité de l'environnement social du logement, son degré de confort et de sécurité, la situation financière du ménage	Ménage/ logement  Commune	+ : approche qualité de l'habitat proche de celle du « cadre de vie » - : extrapolation régionale non significative, échantillon plus réduit que ENL
	Base de données sur les revenus fiscaux des ménages	INSEE - DGI	Etude annuelle de la structure, des disparités et de la distribution des revenus au niveau local	Ménage fiscal  IRIS	+ : appréhension des disparités socio-économiques sur un territoire - : pas d'extrapolation possible des données en termes de niveau de vie
	Enquête sur le Parc Locatif Social (EPLS)	DRE - DAEI	Suivi de l'évolution du parc locatif social et de ses principales caractéristiques (structure du parc, taille des logements, conventionnement, réhabilitation, taux d'occupation et de rotation, loyers)	Programme de logements  Commune	+ : appréhension des difficultés et spécificités éventuelles du parc - : pas accès à l'échelle d'un quartier, pas de renseignements sur l'occupation ou demande de logements, interprétation difficile
	Enquête sur l'Occupation du Parc Social (OPS)	DRE - DGUHC	Suivi de l'occupation du parc social et de son évolution par les bailleurs auprès des ménages locataires	Logement / ménage  Variable	+ : principale source de connaissance du parc locatif social - : source hétérogène, pas d'exploitation possible au niveau local
	Fichier statistique d'EDF	DRE - DAEI	Mesure de la vacance dans le parc de logements et de locaux existants	Logement  Commune  XIX	- : fichier de clients et non de logements, ne reflète pas la réelle vacance, problèmes de disponibilités des données

	Nom de la source	Organisme gestionnaire	Enjeux	Unité statistique Niveau géographique minimum	Critiques
	Outil de Pilotage et d'Echange sur le Réseau ANAH ( <b>OPERA</b> )	ANAH	Suivi de l'activité d'amélioration de l'habitat privé via les dossiers de demande de subvention	Dossier de demande de subvention	+ : données fiables sur le logement avant et après travaux et sur les travaux menés - : unité est le dossier et non le logement, champ limité aux interventions de l'ANAH
	Fichier des Caisses d'Allocations Familiales ( <b>PERSPICAF</b> )	CAF	Selon le statut d'occupation, connaissance du nombre et profil des allocataires d'aides au logement, des ménages à bas revenu	Allocataire  Commune	+ : mesurer le rôle social joué par chaque parc, appréhender les situations de pauvreté et précarité sur un territoire, identifier les spécificités des secteurs - : situations des seuls allocataires décrites
	Observation de la demande locative sociale et de ses attributions	Observatoires	Suivi de la demande locative sociale et de ses attributions	Demande  Commune	+ : indicateurs importants du fonctionnement du marché local de l'habitat, mise en évidence des problèmes de logements quittés - : système hétérogène selon les départements
Fichiers intégratifs	Base de données issues des fichiers fiscaux et fonciers : Fichier des Logements à l'échelle COMMunale ( <b>FILOCOM</b> )	DRE / DAEI	Lien entre les caractéristiques du parc de logements et son occupation Deux variables afférentes à la qualité du logement : le confort et la catégorie cadastrale (qualité de la construction + distribution du local + équipement)	Logement/ ménage/ foyer fiscal/ propriétaire  Section cadastrale	+ : appréhension du parc de mauvaise qualité sous différents angles : catégorie cadastrale, lien entre les revenus et les conditions de logements ; études longitudinales permises - : problèmes de fiabilité de certaines données, pas d'extrapolation à l'échelle du quartier
	Banque de données communales ( <b>GéoKit 2</b> )	DRE / DAEI	Ensemble de données communales sur le parc de logements, la construction neuve, le parc locatif social et les caractéristiques de la population Intégration des sources précédentes et autres	Commune  IRIS	+ : données très fiables, nombreuses sources d'information, enrichissement constant de la base, prédiagnostics rapides - : données déjà mises en forme d'où perte d'une partie de l'information, accès strict et tarifé
	Tableaux de bord et atlas de l'habitat privé et des marchés immobiliers locaux	ANAH	Observatoire local de l'habitat privé en termes de caractéristiques physiques (confort) et rôle dans le fonctionnement des marchés locaux Intégration FILOCOM, RGP et OPERA	Commune  IRIS	+ : données fiables, plusieurs sources d'information, très intéressant pour étude locale - : données déjà mises en forme d'où perte d'une partie de l'information, accès strict
	Fiche portrait de territoire - profil	INSEE	Données de cadrage pour un diagnostic sur une ou plusieurs communes (avec ou sans cartographie)	Individu/ famille/ ménage/ logement IRIS	+ : données fiables, zonage des informations - : sources INSEE uniquement

### Annexe 9 : Typologie des sources de données relatives à l'état sanitaire de la population

	Nom de la source	Organisme gestionnaire	Enjeux	Critiques
Mortalité	Centre d'épidémiologie des causes médicales de Décès (CépiDC)	INSERM	Connaître les causes médicales de décès établies à partir des certificats médicaux de décès et du bulletin de décès de l'état civil	+ : exhaustivité - : biais de classement
Morbidité	Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information (PMSI)	Hôpitaux	Connaître l'activité médicale de médecine, chirurgie, obstétrique de chaque établissement hospitalier, à partir des données médicales anonymes concernant tous les patients admis dans les unités d'hospitalisation	- : seuls les patients hospitalisés recensés; unité d'observation le séjour et non le patient; circonstances de l'hospitalisation non renseignées; biais de classement (un patient peut correspondre à plusieurs RSS)
	Registre des Maladies à Déclaration Obligatoire Registres de Morbidité Réseaux de surveillance Enquêtes	InVS	Surveiller l'état de santé des populations à partir des données des services hospitaliers (e.g. surveillance coqueluche), des laboratoires (e.g. surveillance gonococcies), des médecins (e.g. réseau Sentinelle), des Centres Nationaux de Référence, des DDASS (e.g. saturnisme, CO), des SSCHS	+ : recueil standardisé - : données sectorielles, degrés de signalement et de notification variables selon acteurs et thèmes
Autre	Données des centres anti-poison, des services d'Incendie et de Secours, etc.		Exploiter les données sur des thèmes spécifiques : intoxications pour les centres anti-poison et interventions pour les services d'Incendie et de Secours, etc.	- : données sectorielles, non exhaustives
Enquêtes	Enquêtes	DREES	Réaliser des études sur des thèmes particuliers	+ : bonne connaissance d'une thématique - : données sectorielles
	Enquête décennale santé (depuis 1960)	INSEE	Appréhender la consommation individuelle annuelle de soins, la morbidité ainsi que la santé perçue et mettre en relation les consommations de soins avec la santé et les caractéristiques socio-démographiques	+ : ensemble des adultes du ménage questionnés; données médicales et socio-démographiques - : données déclaratives
	Enquête santé et protection sociale (depuis 1996)	CNAMTS / CNAMPI / CNMSA	Informers les modes de protection maladie, l'état de santé et les consommations médicales pendant une période d'un mois, en relation avec les caractéristiques socio-économiques et les conditions de vie + questions sur l'asthme (IRDES) et les accidents de la vie courante	+ : données médicales et socio-démographiques; enquête évolutive - : données déclaratives; seuls les ménages dont un membre est assuré représentés (soit 95% des ménages de France)
	Enquête permanente sur les Accidents de la Vie Courante	CEDIAC	Appréhender les accidents de la vie courante à partir des données des services d'urgence de 6 hôpitaux en France	- : données non exhaustives, biais de classement, hétérogénéité dans les recueils
Fichier	Tableaux de bord régionaux Site internet Score Santé Baromètre Santé	ORS	Connaître les populations, leurs modes de vie, l'état de santé des populations, les grands types de pathologies et les soins et prévention à une échelle régionale	+ : nombreux domaines abordés, accès rapide aux données régionales

## Annexe 10 : Présentation des données nationales et régionales en termes d'habitat et de facteurs de risque

Habitat / facteurs de risque	Données nationales	Données régionales observées
<b>Type de logements</b>		
Maisons individuelles (source : INSEE)	56% en 1999	<b>Bourg.</b> : 66% en 1999 <b>FC</b> : 60% en 1999
Logements construits avant 1949 (source : INSEE)	33%	<b>Bourg.</b> : 41% <b>FC</b> : 35%
Ménages propriétaires (source : INSEE)	55% en 1999	<b>Bourg.</b> : 60% en 1999 <b>FC</b> : 57% en 1999
Résidences principales sans confort <sup>20</sup> (source : INSEE)	5% en 1999	<b>Bourg.</b> : 4% en 1999 <b>FC</b> : 4% en 1999
Parc social locatif (source : INSEE)	69‰o habitants en 2003	<b>Bourg.</b> : 65‰o habitants en 2003 <b>FC</b> : 67‰o habitants en 2003
<b>Environnement immédiat, voisinage et logement</b>		
Accessibilité au logement (source : OMS)	9 % des personnes avec problèmes d'accessibilité	?
Exposition au bruit du réseau des transports (source : score-santé)	5,8 ‰o logements	<b>Bourg.</b> : 3,7‰o logements <b>FC</b> : 8‰o logements
Insécurité (source : LARES)	38% des personnes se sentent en insécurité	?
<b>Structure, matériaux et équipements du logement</b>		
Structure du logement (source : LARES)	50% des habitats ont un danger	?
Etat du logement Cas de l'approvisionnement en eau (source : PRSP)		<b>Bourg.</b> : 10% logements alimentés par de l'eau de qualité bactériologique médiocre <b>FC</b> : 15% logements alimentés par de l'eau de qualité bactériologique médiocre
Matériaux en plomb (source : Afsset)	1/3 du parc concerné par peintures 34% du parc équipé de réseaux intérieurs en pb	?
Equipement : ELF		0,5% des logements exposés à un champ supérieur à 0,4µT
<b>Air intérieur</b>		
Exposition à la fumée de tabac secondaire	30% des adultes gênés	<b>FC</b> : 22% des fumeurs qui fument à l'intérieur du logement
Niveau moyen d'exposition au radon (source : IRSN)	90 Bq/ m <sup>3</sup>	<b>Bourg.</b> : 100 Bq/ m <sup>3</sup> <b>FC</b> : 134 Bq/ m <sup>3</sup>
Allergènes respiratoires (source : CSTB)	98% des habitats avec moisissures dans air	?
Confort hygrothermique (sources : INSEE + OMS)	¼ des foyers humides 1/5 des foyers ont des problèmes de température	?

<sup>20</sup> Est considérée comme résidence principale sans confort une résidence ne présentant pas un des critères suivants : soit une baignoire ou une douche à l'intérieur soit un WC à l'intérieur.

## Annexe 11 : Présentation de quelques données sanitaires observées à l'échelle nationale et à l'échelle des deux régions

La majorité des données présentées ci-après sont extraites du site Score-santé géré par la Fédération Nationale des Observatoires Régionaux de Santé (FNORS). Dans le cas de données ne provenant pas de ce site, la source est mentionnée entre parenthèses.

	Données nationales	Extrapolation des données interrégionales à partir des données nationales <sup>21</sup>	Données régionales observées
<b>Effets physiques aigus</b>			
<b>Effets infectieux</b>			
Maladies infectieuses	<b>Décès</b> : 35700 <b>Taux de mortalité</b> : 58 décès pour 100 000 personnes	<b>Décès</b> : 1600	
Toxi-infections <sup>22</sup> (source : InVS)	<b>Cas par an</b> : entre 735590 et 769615	<b>Cas par an</b> : entre 33050 et 34600	
Toxi-infections alimentaires <sup>16</sup> (source : InVS)	<b>Cas par an</b> : entre 238836 et 269085 <b>Décès</b> : entre 228 et 691	<b>Cas par an</b> : entre 10730 et 12100 <b>Décès</b> : entre 10 et 30	
Grippe	<b>Décès</b> : entre 550 (source :Fnors) et 2000 (source : CNR de la Grippe France-Nord)		<b>Décès</b> : 52 en 2002 (30 en Bg. + 22 en FC) (source :Fnors)
Tuberculose	<b>Cas</b> apparus par an : 6300 <b>Décès</b> : de 500 à 700	<b>Décès</b> : 25	<b>Décès</b> : 21 en 2002 (14 en Bg. + 7 en FC)
Légionellose	<b>Cas</b> survenus en 2005 : 1527	<b>Cas</b> survenus en 2005 : 70	<b>Cas</b> survenus en 2005 : 85 (38 en Bg.+47 en FC)
<b>Effets traumatiques</b>			
Accidents de la vie courante	<b>Cas</b> apparus par an : 14 millions <b>Décès</b> : 20000 <b>Taux de mortalité</b> : 32 décès pour 100 000 habitants	<b>Cas</b> apparus par an : près de 635 000 <b>Décès</b> : 900	<b>Décès</b> : 1051 en 2002 (635 en Bg. + 416 en FC)
Chutes accidentelles	<b>Décès</b> :5248	<b>Décès</b> :240	<b>Décès</b> :289 en 2000 (171 en Bg. + 118 en FC)
Intoxications aiguës au CO <sup>23</sup>	<b>Signalements</b> : 2000 <sup>24</sup> personnes en moyenne	<b>Signalements</b> : 90 personnes	<b>Signalements</b> : 180 personnes (120 en Bg.+70 en FC)
<b>Effets physiques chroniques</b>			
Maladies cardio-vasculaires	<b>Décès</b> : 160479 en 2002 <b>TCM*</b> : 244 décès pour 100 000 habitants	<b>Décès</b> : 7210 en 2002	<b>Décès</b> : 8260 en 2002 (5219 en Bg. + 3041 en FC) <b>TCM*</b> : 242 <sup>NS</sup> décès pour 100 000 personnes en Bg et 246 <sup>NS</sup> en FC

<sup>21</sup> On fait l'extrapolation de données régionales à partir des données nationales sous les hypothèses fortes que les populations bourguignonne et franc-comtoise ont la même structure démographique que la population française et ces deux populations régionales sont exposées de la même façon que celle de référence.

<sup>22</sup> Ces estimations sont entachées d'une marge d'incertitude car elles sont obtenues à partir de sources de données parcellaires ou de validité limitée.

<sup>23</sup> Hors incendies et suicides

<sup>24</sup> Est utilisé le nombre de 2000 personnes signalées aux organismes sanitaires et non le nombre de 6000 personnes intoxiquées extrapolées à partir de différentes sources. En utilisant ce chiffre, on peut ainsi comparer ce qui est observé par les organismes sanitaires en France et dans les deux régions.

	<b>Données nationales</b>	<b>Extrapolation des données interrégionales à partir des données nationales<sup>21</sup></b>	<b>Données régionales observées</b>
Maladies de l'appareil respiratoire	<b>Décès</b> : 34171 en 2002 <b>TCM*</b> : 50 décès pour 100 000 habitants	<b>Décès</b> : 1540 en 2002	<b>Décès</b> : 1777 en 2002 (1118 en Bg. + 659 en FC) <b>TCM*</b> : 50 <sup>NS</sup> décès pour 100 000 personnes en Bg et 51 <sup>NS</sup> en FC
Asthme	<b>Prévalence</b> : 10,8% <b>Hospitalisations</b> : 63000 <b>Décès</b> : 2000	<b>Prévalence</b> : 10,8% <b>Hospitalisations</b> : 3150 <b>Décès</b> : 90	<b>Prévalence</b> : 12% <b>Hospitalisations</b> : / <b>Décès</b> : 90 en 2002
Bronchite chronique et maladies pulmonaires obstructives	<b>Décès</b> : 9966 en 2002	<b>Décès</b> : 450 en 2002	<b>Décès</b> : 500 en 2002 (308 en Bg. + 191 en FC)
Cancer toute localisation	<b>Décès</b> : 148151 en 2002 <b>TCM*</b> : 225 décès pour 100 000 personnes <b>Décès prématurés</b> : 39370 en 2002	<b>Décès</b> : 6660 en 2002 <b>Décès prématurés</b> : 1770 en 2002	<b>Décès</b> : 7321 en 2002 (4633 en Bg. + 2688 en FC) <b>TCM*</b> : 234 <sup>S</sup> décès pour 100 000 personnes en Bg et 219 <sup>S</sup> en FC <b>Décès prématurés</b> : 1788 en 2002 (1089 en Bg.+699 en FC)
Cancer du poumon, bronches et trachée	<b>Décès</b> : 25960 en 2002 <b>Décès prématurés</b> : 10080 en 2002	<b>Décès</b> : 1170 en 2002 <b>Décès prématurés</b> : 455 en 2002	<b>Décès</b> : 1291 en 2002 (767 en Bg. + 524 en FC) <b>Décès prématurés</b> : 484 en 2002 (279 en Bg. + 205 en FC)
Obésité (source : enquête santé INSEE)	10% des adultes de 20 à 64 ans		32% des Bourguignons de 18-75 ans en surpoids et 9% obèses
<b>Affections mentales</b>			
Troubles mentaux	<b>Décès</b> : 18193 en 2002 <b>TCM*</b> : 26 décès pour 100 000 personnes	<b>Décès</b> : 820 en 2002	<b>Décès</b> : 1007 en 2002 (643 en Bg. + 364 en FC) <b>TCM*</b> : 29 <sup>S</sup> décès pour 100 000 personnes en Bg et 28 <sup>NS</sup> en FC
<b>Affections sociales</b>	?	?	?

\*TCM : Taux Comparatif de Mortalité est le taux que l'on observerait dans la région si elle avait la même structure par âge que la population de référence (population de France métropolitaine au recensement de 1990).

<sup>S</sup> : taux significativement différent de celui de la population de référence ; <sup>NS</sup> : non significatif

## Annexe 12 :Exemples d'OR issus de la littérature

### OR associés à la survenue d'accidents domestiques

Population	Exposition	OR	Références
Population générale	Structure de l'habitat	1,19 à 1,46	LARES, 2003
Population générale	Type d'habitat (maisons individuelles, appartements, etc.)	0,89 à 2,07	Newcombe, 2005
Personnes âgées	Score de sécurité du logement	0,72 [0,56 – 0,93]	Petridou, 1996

### OR associés à la qualité de vie

Population	Exposition	OR ajusté	Références
<b>Faible satisfaction vis-à-vis de son environnement immédiat</b>			
Population générale	Absence d'aires de jeux	1.8 [1.6 - 2.0]	LARES, 2003
	Absence d'endroits pour s'asseoir à l'extérieur	1.7 [1.5 - 1.9]	
	Absence de végétation	1.5 [1.3 - 1.7]	
	Présence de bruit du trafic routier	1.7 [1.5 - 1.9]	
	Présence de bruit de voisinage	1.8 [1.4 - 2.1]	
	Présence de graffiti	1.3 [1.1 - 1.5]	
	Présence de détritrus	1.8 [1.6 - 2.1]	
	Sentiment d'insécurité	1.6 [1.4 - 1.9]	
<b>Mauvais état de santé perçu</b>			
Population générale	Absence d'aires de jeux	1.1 [0.9 - 1.2]	LARES, 2003
	Absence d'endroits pour s'asseoir à l'extérieur	1.0 [0.9 - 1.2]	
	Absence de végétation	1.0 [0.9 - 1.2]	
	Présence de bruit du trafic routier	1.3 [1.1 - 1.7]	
	Présence de bruit de voisinage	1.3 [0.9 - 1.7]	
	Présence de graffiti	0.8 [0.6 - 1.1]	
	Présence de détritrus	1.3 [1.0 - 1.5]	
	Sentiment d'insécurité	1.6 [1.3 - 1.8]	

Newcombe R.G., Lyons R.A., Jones S.J. et Patterson J., 2005. Home injuries and built form methodological issues and developments in database linkage. *BMC Health Serv. Res.* ; 5 : 12.

Petridou E., Polychronopoulou A., Dounis E., Tsampira P., Revinthi K., Trichopoulos D., 1996. Risk factors for injuries among the elderly in Greece. *Accid. Anal. Prev.* ; 28 (3) : 333 – 338.

Braunbach M. Residential conditions and their impact on health and residential satisfaction - results of the WHO LARES study. Conférence de Vilnius. 2004.

**Annexe 13 : Résultats des calculs de taille d'échantillon pour une enquête transversale ou de cohorte en fonction des pathologies et des scénarii retenus**

Pathologies	Fréquence	Nombre de sujets nécessaires					
		OR 1,2	OR 1,3	OR 1,4	OR 1,5	OR 2	OR 2,5
<b>Effets infectieux</b>							
diarrhées - prévalence	13,9	7 410	3 480	2 070	1 400	440	240
intoxication alimentaire - prévalence	0,40	218 510	100 810	59 190	39 770	11 950	6 210
<b>Accidents domestiques</b>							
accidents domestiques - décès	0,02	4 035 460	2 006 320	1 177 640	733 760	220 150	114 160
accidents domestiques - incidence	12,87	7 880	3 710	2 200	1 480	470	250
traumatisme, empoisonnement - prévalence	3,30	27 230	12 690	7 470	5 000	1 520	800
<b>Intoxications au CO</b>							
intoxication aiguë - incidence	0,01	12 945 100	4 012 130	2 354 970	2 353 700	706 130	366 150
intoxication chronique - prévalence	0,11	785 910	365 210	214 380	142 930	42 900	22 250
<b>Symptômes généraux type SBM</b>							
céphalées, migraines - prévalence	10,90	9 080	4 260	2 520	1 700	530	290
rhinites aiguës ou fréquentes - prévalence	2,20	40 300	18 760	11 030	7 370	2 230	1 170
sinusites - prévalence	3,70	24 400	11 380	6 700	4 480	1 360	720
<b>Maladies de l'appareil respiratoire</b>							
maladies respiratoires - prévalence	18,60	5 900	2 790	1 660	1 130	360	200
asthme - prévalence	12,00	8 370	3 930	2 330	1 570	490	270
allergie - prévalence	20,00	5 600	2 650	1 580	1 070	350	190
<b>Santé mentale</b>							
souffrance psychique - prévalence	20,00	5 600	2 650	1 580	1 070	350	190
troubles du sommeil - prévalence	8,80	10 940	5 120	3 030	2 040	630	340
dépansions - prévalence	5,20	17 690	8 260	4 870	3 260	1 000	530
peur du crime - prévalence	7,00	13 440	6 280	3 710	2 490	770	410

## Annexe 14 : Taille de l'échantillon nécessaire dans le cadre d'une enquête cas – témoins

### Intoxications au CO :

**Prévalence des situations à risque** (situation dont le seuil est supérieur à 10 ppm) :

D'après l'étude SOS médecins, plus de 17 000 foyers et donc plus de 65 000 patients sont exposés à des seuils supérieurs à 50ppm [61]. Cinq fois plus de foyers sont découverts au seuil 10 ppm soit près de 85 000 foyers et 325 000 personnes [59]. L'exposition hypothétique dans la population générale en France est de l'ordre de 0,54% de personnes exposées

**Nombre de cas sur les deux régions :**

180 intoxications aiguës sont détectées chaque année.

Les cas d'intoxications chroniques détectées à l'hôpital sont de l'ordre de 17,5 pour 100 000 habitants selon Gajdos et al. [60], ou 24 pour 100 000 habitants selon le Centre Anti-Poison de Lille [59]. Dans nos deux régions, 470 à 650 cas d'intoxications au CO pourraient être détectés à l'hôpital.

**OR entre exposition supérieure à 10ppm et hospitalisation : ????**

Tableau : Nombre de sujets nécessaires dans le cadre d'une enquête cas-témoins sur les intoxications au CO

	OR 1,2	OR 1,3	OR 1,4	OR 1,5	OR 2,0	OR 2,5	OR 3,0
Nombre de cas	80459	37403	21965	14650	4404	2288	1474
Nombre total de sujets	160918	74806	43930	29300	8808	4576	2948

Puissance : 80% ; Rapport témoin / cas = 1 ; exposition hypothétique de 0,54%

### Accidents domestiques :

**Pourcentage de personnes âgées exposées :**

D'après l'étude LARES, 50% des logements présentent au moins un élément dangereux pour les enfants (seuils, balcons, etc.) [6]. D'après Carter et al., 1997, lors d'une inspection de sécurité au domicile des personnes âgées enquêtées, 80% des logements présentent au moins un danger potentiel [110]. D'après Gill et al., 1999, la quasi-totalité des logements contient au moins deux dangers potentiels [111].

**Nombre de personnes hospitalisées pour accidents domestiques sur les deux régions :**

D'après le rapport de l'InVS, les personnes âgées représentent plus de 10% des ADV. 71% sont des accidents domestiques et 32% nécessitent une hospitalisation. Soit un taux d'incidence de 0,53% pour les accidents domestiques des personnes âgées nécessitant une hospitalisation d'où près de **14500** personnes.

Concernant la population générale, 55% sont des accidents domestiques dont 10% nécessitent une hospitalisation. Soit un taux d'incidence de 1,29% pour les accidents domestiques nécessitant une hospitalisation d'où près de **35 000**.

**OR entre présence de danger et hospitalisation :**

D'après les travaux issus de la bibliographie, les OR varient entre 0,8 et 2.

Tableau : Nombre de sujets nécessaires dans le cadre d'une enquête cas-témoins sur les accidents domestiques

	OR 1,2	OR 1,3	OR 1,4	OR 1,5	OR 2,0
<b>Exposition hypothétique de 50%</b>					
Nombre de cas	1896	919	562	389	138
Nombre total de sujets	3792	1838	1124	778	276
<b>Exposition hypothétique de 70%</b>					
Nombre de cas	2340	1152	714	501	187
Nombre total de sujets	4680	2304	1428	1002	374
<b>Exposition hypothétique de 80%</b>					
Nombre de cas	3126	1551	968	683	261
Nombre total de sujets	6252	3102	1936	1366	522
Puissance : 80% ; Rapport témoin / cas = 1					

## Annexe 15 : Les principaux acteurs de l'habitat

Mission	Structure	Echelle	Compétences
Politique de l'habitat: conception	Direction générale de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction (DGUHC)	National	Conception des <b>politiques urbaines et de l'habitat</b>
	Direction générale des affaires sociales (DGAS)	National	Conception des <b>politiques en faveur de l'inclusion sociale</b>
Police de l'habitat et procédures administratives	Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (DDASS)	Département	<b>Enquête habitat</b> en application du Code de la Santé Publique : <i>Déclarations d'insalubrité, enquêtes CO, diagnostic plomb</i>
	Mairie / Service communal d'hygiène et de santé (SCHS)	Commune	<b>Enquête habitat</b> en application du Code de la Santé Publique et du Règlement Sanitaire Départemental. Procédure de péril
Politique de l'habitat: exécution, financement et accompagnement aux personnes	Direction départementale de l'équipement (DDE)	Département	Programmation des <b>aides</b> logement, opérations type (OPAH, etc.) <b>Conseils</b> habitat <b>Contrôle</b> et veille (Plan de Lutte contre l'Habitat Indigne, etc.)
	Conseil général	Département	<b>Production</b> et mise en œuvre de documents (PDALPD, etc.) <b>Aides</b> à la réhabilitation de logement Solidarité et <b>action sociale</b> de proximité
	Agence nationale pour l'amélioration de l'habitat (ANAH)	Département	Instruction de dossier d' <b>aide</b> au financement des projets d'amélioration de l'habitat pour les propriétaires (bailleurs et occupants)
	Organismes de prestations sociales (CAF, MSA, CRAMCO)	Département	<b>Aides</b> au logement Financement de mesures d'amélioration de l'habitat pour les allocataires
	Centre communal d'action sociale (CCAS)	Commune	Solidarité et action sociale de proximité
	Acteurs du secteur privé et public (offices publics d'HLM, entreprises sociales, etc.)	National Département Commune	Gestion locale des logements Prestataires de service
Droits des locataires et procédures civiles	Association départementale d'information sur le logement (ADIL)	Département	<b>Information</b> sur les dispositions juridiques et fiscales applicables en matière de droit du logement
	Tribunal d'Instance	Localité	Résolution des litiges entre locataires et propriétaires
Expertise	Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)	Organisme National	Compétences techniques
	Institut national de l'environnement et des risques (INERIS)	Organisme National	Compétences techniques
	Centre d'études techniques de l'équipement (CETE)	Huit centres en France	Activités de <b>recherche</b> et d'expérimentations techniques. Conseils
	Comité régional de l'habitat (CRH)	Région	Missions d'expertise, de concertation des politiques de l'habitat
	Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement (CAUE)	Département	<b>Conseils</b> habitat
	Protection amélioration conservation transformation de l'habitat, Association de restauration immobilière	Département	<b>Diagnostics sur le bâti</b> pour les particuliers, sur l'amélioration et l'adaptation du logement et le montage financier des projets. <b>Forte orientation sociale</b> en direction des personnes âgées, des handicapés et des personnes défavorisées.
	Comité départemental pour l'habitat et le développement rural (CDHR)	Département	
	Entreprises et/ou laboratoires privés		<b>Diagnostic</b> "plomb" et "amiante" dans le cadre de vente d'immeubles, de la déclaration d'un cas de saturnisme et de la recherche de la présence d'amiante

---

# Summary

---

## **Housing and health in the regions of Burgundy and Franche-Comté : state of knowledge and feasibility of an epidemiological study**

The housing environment has been acknowledged as one of the main settings that affect human health, since people spend the majority of their time indoors. Home safety, indoor air quality, noise, lack of hygiene and crowding are some of the most relevant possible health threats to be found in dwellings. Physical, mental and social health is affected by the living conditions. National and local authorities show a will to improve knowledge about health impacts of housing. In this context, the CIRE Centre-East (interregional unit of epidemiology) has commissioned a study on this topic in the regions of Burgundy and Franche-Comté. The objectives of the epidemiological study are (1) to describe the housing conditions of these two regions and (2) establish the link between housing conditions and health effects. The aim of this research project is to evaluate the aspects of relevance and feasibility of an epidemiological study in the field of housing and health in Burgundy and Franche-Comté.

The approach of this report is based on a review of literature, a critical analysis of the existing data in Burgundy and Franche Comté and the interview of main actors in the field of housing and health. We conclude that the existing data on housing and health are incomplete and fragmentary. Therefore, a policy considering the overall impact of housing conditions on health is lacking. Furthermore, Burgundy and Franche-Comté population are particularly affected by cancer, home injuries, respiratory diseases, carbon monoxide intoxications and mental wellbeing. A link between these diseases and housing is conceivable. These statements confirm that an epidemiological study is necessary in order to provide recommendations towards local authorities. The faisability of such study is discussed and a study protocol is proposed.

Key words : housing conditions, immediate environment, neighbourhood, dwelling, family, substandard housing, indoor air quality, home safety, health indicators, infectious diseases, home accident, injuries, carbon monoxide intoxication, respiratory diseases, cancer, lead poisoning, mental effects, social effects, data on health and housing, epidemiological study, relevance, feasibility, Burgundy, Franche-Comté, study protocol