



## 26. CRIPI, UN OUTIL DE DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL DE LA POLLUTION INTÉRIEURE, COMPLÉMENT AU DIAGNOSTIC MÉDICAL

### 1. Les pollutions dans l'habitat

À l'heure où les grandes zones urbaines de la planète prennent conscience de l'importance du maintien de la qualité de l'air extérieur, la pollution intérieure reste trop peu analysée pour conscientiser et mobiliser. Si la pollution des lieux de travail est connue et réglementée par une législation relativement stricte, celle relative à l'intérieur des habitats est peu développée voire inexistante, et ce malgré les impacts sanitaires non-négligeables dont elle est responsable.

La qualité de l'environnement intérieur dépend de multiples facteurs, y compris de la pollution extérieure. Néanmoins la majorité des substances présentes dans l'habitat provient de sources intérieures. Celles-ci comprennent les matériaux de construction, les revêtements de sol et de murs, les peintures, les installations techniques y compris les appareils de chauffage, de combustion, l'ameublement et les accessoires, les produits d'entretien, mais aussi les activités pratiquées à l'intérieur, les animaux de compagnie, etc. Des mesures de diverses substances révèlent que les concentrations en polluants tels l'ozone, le plomb et les oxydes de soufre, représentatifs de l'environnement extérieur, sont généralement plus faibles à l'intérieur qu'à l'extérieur. Par contre, les concentrations de monoxyde de carbone, d'oxydes d'azote, d'hydrocarbures et d'aldéhydes sont souvent plus élevées à l'intérieur.

La pollution à l'intérieur des bâtiments – où l'être humain passe environ 80% de son temps - constitue un des problèmes majeurs parmi les effets des nuisances de l'environnement sur la santé. Les causes sont liées entre autres à un renouvellement de l'air intérieur trop faible, à des comportements inadéquats, et à la présence de sources multiples de pollution, ce qui engendre une accumulation de polluants chimiques et biologiques.

### 2. Présentation de l'outil

CRIPI, Cellule Régionale d'Intervention en Pollution Intérieure, apporte un complément au diagnostic médical pour des problèmes de santé liés à une éventuelle exposition à des polluants à l'intérieur de l'habitat. Cet outil vise à l'identification et à la quantification de ces polluants, et si possible de leurs sources. Ce diagnostic s'accompagne de conseils aux habitants pour réduire voire éliminer la ou les nuisances. À plus long terme, par la constitution d'une base de données et une surveillance, CRIPI permet de préparer une stratégie d'actions préventives (conseils, modification de comportements, traitement, ...).

L'originalité de CRIPI réside dans la coordination des acteurs qui interviennent dans le diagnostic, l'analyse, les conseils à la remédiation, ainsi que la réalisation d'enquêtes systématiques et donc la préparation d'une vision à moyen voire à long terme.

L'accès à CRIPI se fait à la demande d'un médecin suite à la constitution d'un dossier médical (il peut être médecin généraliste, spécialiste, ou faisant partie d'une équipe de santé). Cette demande est accompagnée d'un dossier médical reprenant les informations nécessaires au démarrage de l'enquête (historique médical du patient, analyses et examens de santé déjà effectués, ...).

Une équipe, constituée d'un chimiste et d'une ou deux conseillère(s) éco-sociale(s) ayant une formation d'infirmière en santé communautaire, se rend chez l'habitant pour y effectuer les prélèvements biologiques et chimiques et prodiguer une première série de conseils généraux afin de réduire la pollution intérieure. L'ensemble des prélèvements est fait de façon systématique lors de chaque enquête dans les pièces principales de séjour et de vie de l'habitant (salon/salle à manger, cuisine, chambre(s), salle de bains).

La conseillère éco-sociale prend en charge l'accompagnement social. C'est elle qui établit le premier contact avec le patient, lui expliquant le déroulement de l'enquête, les instructions entourant celle-ci, et qui prend rendez-vous. Un questionnaire est rempli lors de la visite. Il comprend notamment des paramètres liés au mode de vie des habitants et aux problèmes de santé en lien avec l'enquête. Après analyse et interprétation, les résultats et les conseils de remédiation sont communiqués à la personne concernée. Le médecin traitant reçoit un compte-rendu et les conclusions de la visite avec les conseils de remédiation qui en découlent.



### 3. Fonctionnement

#### 3.1. Phase Pilote

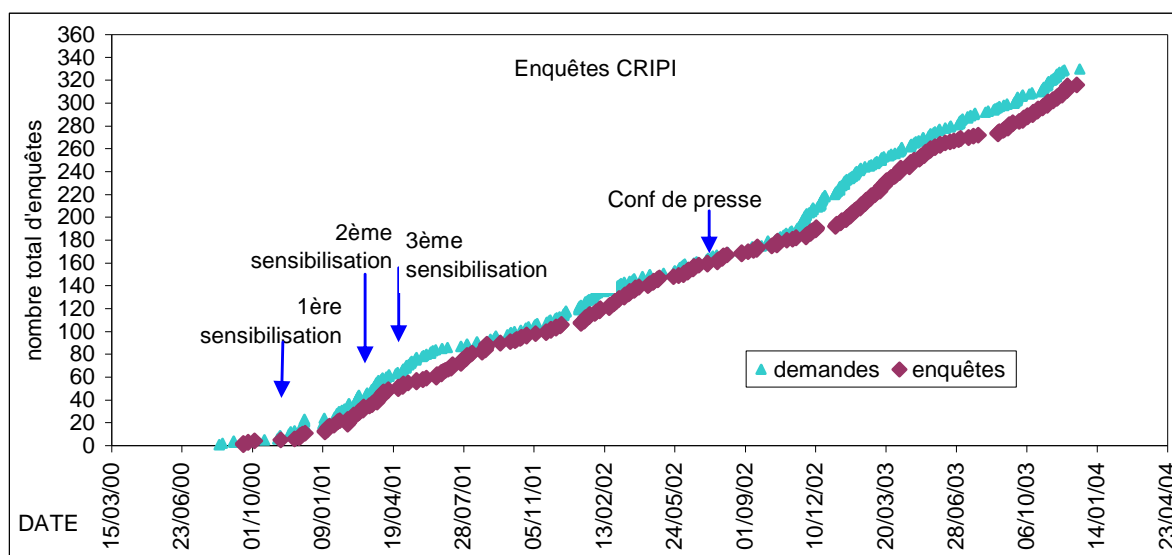
La phase pilote de CRIPI a duré 2 ans (2000-2002) durant lesquels les partenaires du projet ont mis en place un protocole d'enquête répondant aussi bien à la demande d'intervention auprès des habitants (identification du problème et conseils à la remédiation) qu'à l'approche plus scientifique de mise en place d'un début d'observatoire de la pollution intérieure (veille et recueil de données). Les partenaires sont le Laboratoire de Recherche en Environnement de Bruxelles Environnement-IBGE, chargé de la coordination et des aspects chimiques, la Section de Mycologie de l'Institut Scientifique de Santé Publique (ISP), chargé des aspects biologiques, et le Fonds des Affections Respiratoires (FARES), responsable de l'accompagnement des habitants.

La phase pilote a démarré avec le concours d'un réseau de 7 médecins sensibilisés aux problèmes de la pollution intérieure. Ce réseau s'est élargi par la suite aux maisons médicales bruxelloises et petit à petit aux médecins bruxellois. Plusieurs conférences de presse, formations et séances d'information ont finalement permis une diffusion plus large du projet. Aucun mailing n'a été nécessaire pendant cette période pour stimuler la participation des médecins. Toutefois un folder de présentation de CRIPI a été diffusé lors de différents événements.

**Figure 26.1 :**

#### Evolution des demandes et réalisations d'enquêtes pendant la phase pilote

Source : Bruxelles Environnement-IBGE, Laboratoire de recherche en environnement



La phase pilote a bénéficié de l'expertise d'un réseau de médecins sensibilisés à la problématique de la pollution intérieure et de celle des maisons médicales qui ont effectué une évaluation de plusieurs enquêtes demandées par leurs équipes médicales. Celles-ci se sont penchées sur des aspects tels que l'adéquation entre la demande du médecin et le service offert, les problèmes posés, la rapidité de réaction, la lisibilité du rapport et des conseils, et la plus-value du service public (Ensanter l'habitat, santé conjugée n°18 – octobre 2001, 41-47).

Au cours des 2 ans de phase pilote, CRIPI a réalisé 191 enquêtes dans des habitations de tout genre en Région de Bruxelles-Capitale.

Pendant cette période, plusieurs services s'occupant des problèmes de pollution intérieure et calqués sur les ambulances vertes mises en place au Grand-Duché de Luxembourg mais aussi en Allemagne ont vu le jour dans les provinces wallonnes. Ces services et CRIPI forment un réseau de professionnels dont un des objectifs majeurs est de développer une expertise et de standardiser l'approche lors des enquêtes en pollution intérieure (méthodes de mesure, remédiations, protocole d'enquête, ...).



### 3.2. Enquête

La demande d'intervention de CRIPI doit être accompagnée des informations nécessaires au démarrage de l'enquête, et en particulier à tout élément indiquant une urgence éventuelle. Il s'agit d'éléments d'historique médical du patient et de renseignements éventuels sur les problèmes de l'habitat. Si des tests d'allergie ont été réalisés, les résultats doivent être joints à la demande afin de permettre la recherche en priorité des allergènes pouvant être présents dans le logement et responsables des problèmes de santé du patient.

### 3.3. Protocole d'enquête

Dès le lancement du projet, en septembre 2000, il a été convenu qu'une approche globale des polluants de l'habitat serait mise en place. Ainsi, une batterie de prélèvements chimiques et biologiques a été programmée. Un questionnaire extensif et une liste des conseils ont été préparés.

Le protocole minimum de départ comprend au moins :

#### 3.3.1. Polluants chimiques

##### 3.3.1.1. Protocole

Le protocole inclut un prélèvement d'air dans les pièces principales de vie, ainsi qu'un prélèvement extérieur. La présence de pesticides est identifiée à partir d'un prélèvement d'air ou de poussières dans la pièce la mieux appropriée. Le plomb dans les peintures et le formaldéhyde sont directement mesurés à l'aide d'appareils portables. La mesure des particules en suspension dans l'air (PM1, PM2.5 et PM10) a débuté courant 2006. Ajoutons à cette liste une mesure systématique des paramètres température ambiante et humidité relative.

Lors de problèmes spécifiques, le monoxyde de carbone (CO) est mesuré à différents endroits si un appareil de chauffage ou de production d'eau chaude semble suspect, et des prélèvements d'eau pour dosage du plomb sont analysés s'il persiste des canalisations en plomb.

L'identification des polluants chimiques permet de mettre en évidence les principales substances présentes dans l'air intérieur.

Le manque de normes de référence utilisables en Belgique a mené à l'utilisation des normes en place dans d'autres pays européens ou aux Etats-Unis. Les normes d'exposition en milieu professionnel sont utilisées pour certains composés (toluène, trichloréthylène et tétrachloréthylène). Des normes pour le milieu intérieur existent pour le benzène, le formaldéhyde. La mesure des composés organiques volatils totaux fait office de référence d'exposition totale.

Il y a donc eu nécessité de mener une réflexion sur la mise au point d'un outil pouvant éclairer le médecin dans l'interprétation des résultats chimiques.

Sur base des données obtenues, un indice global de pollution intérieure a été établi. Il est basé sur les valeurs des percentiles P20, P50, P70 et P95 calculés sur les données des enquêtes 2000 à 2010, et représentant une moyenne sur toutes les pièces de l'habitat (living, cuisine, chambre parents, chambre enfants, salle de bains).

5 catégories de valeurs ont été répertoriées, l'indice variant d'"excellent" à "exécration", et ce pour les 6 polluants les plus fréquemment rencontrés dans l'habitat (benzène – toluène – trichloréthylène – tétrachloréthylène – limonène – formaldéhyde) et également pour la somme des composés organiques volatils mesurés.

Figure 26.2 : Exemple d'indice global de pollution intérieure

		PERCENTILES ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )					
		0 → P20	P20 → P50	P50 → P70	P70 → P90	P90 → P95	> P95
		0-48,4	48,4-80,1	80,1-108,0	108,0-177,8	177,8-242,3	> 242,3
<b>COV Totaux</b>	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais	Très Mauvais	Exécration	



L'indice de pollution chimique par pièce a été calculé selon le même principe.



Figure 26.3 : Exemple d'indice dans le cas du benzène

	PERCENTILES ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )					
	0 $\rightarrow$ P20	P20 $\rightarrow$ P50	P50 $\rightarrow$ P70	P70 $\rightarrow$ P90	P90 $\rightarrow$ P95	>P95
	0-1,9	1,9-3,8	3,8-6,0	6,0-13,5	13,5-21,0	>21,0
<b>Benzène</b>	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais	Très Mauvais	Exécrable

Dans le cas d'une même contamination dans toutes les pièces, l'indice global est suffisant. Par contre, lorsqu'une pièce est principalement contaminée par un polluant, l'indice spécifique à cette pièce est présenté. En effet, faire la moyenne sur toutes les pièces diminue l'importance de cette contamination et dilue l'information. De plus, l'origine du polluant dans la pièce la plus contaminée est masquée, ce qui rend la visualisation de la pollution chimique moins évidente, et peut conduire à négliger certaines situations.

Cet outil nous permet de rendre visible la qualité chimique soit du logement (indice global), soit de chaque pièce (indice par pièce), pour les différents polluants incriminés. Cette visualisation facilite la lecture des résultats.

### 3.3.1.2. Méthodologie

Mis à part pour le formaldéhyde, les analyses d'air sont réalisées de la manière suivante : les prélèvements se font à partir de Radiello's, tubes TENAX permettant l'adsorption de composés organiques volatils. Les composés retenus sur la cartouche sont ensuite désorbés thermiquement.

Le temps de prélèvement est d'environ 1 heure. Les analyses sont réalisées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-MS). Les résultats sont exprimés en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  d'air.

Pour les pesticides, des prélèvements dans l'air se font par adsorption sur de la mousse de polyuréthane (PUF) avec un débit d'air de 3.5 l/min pendant 1 heure environ. Les prélèvements de poussières sont réalisés en aspirant durant 1 minute une surface de 1 m<sup>2</sup> sur un tapis. Les pesticides sont ensuite extraits par un mélange éther/hexane (5:95). Les analyses sont réalisées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-MS). Les résultats sont exprimés en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  d'air.

Le formaldéhyde est directement mesuré au moyen d'un analyseur portable INTERSCAN avec cellule électrochimique. Les mesures brutes sont exprimées en ppb. Le seuil de détection peut descendre sous 10 ppb. Les résultats sont quant à eux exprimés en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  après conversion des données brutes (1 ppb = 1.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

L'analyseur de poussières utilisé, de marque GRIMM modèle 1.108, est basé sur le principe du comptage de particules. Il mesure la concentration en nombre de particules et en taille par un système optique. Les particules mesurées sont classées en particules inhalables (ou PM 10 - particules de maximum 10  $\mu\text{m}$ ), thoraciques (ou PM 2.5) et alvéolaires (ou PM 1), et sont exprimées en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les mesures de plomb dans les peintures sont obtenues à partir d'un appareil portable NITON à fluorescence X à énergie dispersive, modèle XLT793. Les résultats sont exprimés en  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ .

### 3.3.2. Polluants microbiologiques

#### 3.3.2.1. Protocole

Le protocole se base sur un organigramme décisionnel reposant sur un examen visuel préliminaire. Des prélèvements sont réalisés au niveau de l'air, de surfaces et de poussières sur les murs, le mobilier, ... et ce, dans toutes les pièces de l'habitation (living, cuisine, chambres à coucher et salle de bains).

Des prélèvements de poussières sont effectués sur les matelas pour le dosage des allergènes d'acariens et la recherche d'éventuelles moisissures. La détection de la présence d'acariens s'est faite au départ par une identification de l'espèce et un comptage. Le recours à la détection de guanine dans les fèces d'acariens (Acarex-Test) a progressivement remplacé l'identification de tous les échantillons.



### 3.3.2.2. Méthodologie

#### a) Méthode d'évaluation des surfaces

Une échelle simple a été utilisée pour l'évaluation des surfaces contaminées par des moisissures dans les logements. Pour chaque pièce examinée, un indice de 0 à 3 est attribué en fonction de l'étendue des contaminations visibles.

0: pas de moisissures visibles

1: < de 0.3 m<sup>2</sup>

2: entre 0.3 et 3 m<sup>2</sup>

3. > de 3 m<sup>2</sup>

#### b) Analyse de l'air

Les moisissures hygrophiles mésophiles sont isolées de l'air à partir d'un impacteur RCS+ (80 litres d'air prélevé), sur un milieu de culture HS (Agar). Les échantillons sont incubés 5 jours à 25°C avant d'être lus (résultats exprimés en cfu/m<sup>3</sup>)

Le traitement des données rencontre des difficultés en raison de la nature des résultats obtenus. Il n'est en effet pas toujours possible d'évaluer avec précision le nombre de colonies sur un strip gélosé de RCS+.

#### c) Notion d'envahissement

Certaines espèces ont la particularité d'envahir les strips gélosés en moins de 5 jours, ce qui empêche le dénombrement des colonies avec exactitude. De plus, avec certaines espèces donnant des colonies très denses, une évaluation minimum des espèces sous-jacentes est rendue impossible (Trichoderma). Dans ce cas, on indique uniquement le nom de l'espèce envahissante, en indiquant « envahissement »

#### d) Notion de confluence

Lorsque le nombre de colonies est fort élevé, il arrive que le dénombrement manque d'exactitude ou soit impossible, les colonies étant intriquées les unes dans les autres. On parle alors de confluence. En ce qui concerne la charge totale en moisissures, on indique le nombre de colonies comptabilisées, précédée du signe > (plus de 50: >50). Au niveau de la comptabilisation spécifique, le nombre de colonies est dans ce cas estimé à l'aide d'un système de classes :

x = 1 – 10/ présence

xx = 11-20

xxx = 21-30

xxxx >30

### 3.3.3. Fixation de seuils et recommandations

La fixation des valeurs seuils est un travail qui doit prendre en compte les méthodes de prélèvement et d'analyse des polluants visés. Toutefois une harmonisation des méthodes et techniques est indispensable. Un travail de ce type est réalisé en partenariat avec les services d'analyse des milieux intérieurs (ambulances vertes en Région Wallonne). Des partenariats doivent se mettre en place à l'échelle européenne et en valorisant les travaux réalisés par l'Organisation Mondiale de la Santé.

En pollution microbiologique intérieure et particulièrement dans des environnements comme l'habitat, les normes et valeurs guides disponibles sont peu nombreuses et dépendantes des méthodes spécifiques de prélèvement. Suite à l'étude pilote, des valeurs seuils provisoires ont toutefois été dégagées. Intégrées dans l'organigramme d'enquête, elles permettent d'abord d'alléger le travail de laboratoire. Elles constituent aussi une référence pour l'analyse des résultats.

Les valeurs seuils utilisées pour l'analyse de la contamination chimique sont en constante évolution et se basent sur un échantillonnage de situations qui évolue.



### 3.3.4. Prélèvements supplémentaires

Si l'habitant se plaint de problèmes d'odeur, l'équipe de GENES (Ecole de Santé Publique de l'ULB), spécialisée dans l'identification de nuisances olfactives, peut renforcer l'équipe CRIPI dans son diagnostic. Depuis 2013, ce service n'existe plus.

### 3.3.5. Questionnaire

A plusieurs reprises, le questionnaire a été amélioré, élargi et rationalisé. Il reprend plusieurs thématiques dont les spécificités du mode de vie de l'habitant, les problèmes de santé, des renseignements généraux sur l'habitation et sur chaque pièce et un inventaire des sources potentielles de pollution à l'intérieur de l'habitat. Au cours de l'entretien, la conseillère éco-sociale complète le questionnaire et donne les premiers conseils généraux. Ceux-ci concernent principalement l'aération de l'habitat, le stockage et l'utilisation rationnelle des produits d'entretien et de nettoyage ainsi que l'entretien général du logement.

Le questionnaire a été simplifié après la phase pilote. Le point majeur concerne la répartition des problèmes de santé et différents symptômes en 6 groupes en cohérence avec le guide dynamique « Qui SquATte la demeure de votre patient » accessible sur le [site Internet de Bruxelles Environnement-IBGE](#).

## 3.4. Rapport et concertation avec le médecin traitant

Après analyse aux laboratoires de l'ISP et de Bruxelles Environnement - IBGE, les résultats sont envoyés au médecin, accompagnés d'une série d'éléments pertinents ressortant du questionnaire, mais aussi des conseils de remédiation qui seront présentés à l'habitant et des photos illustrant les problèmes rencontrés. Ces conseils peuvent être soit donnés par téléphone à l'habitant, soit au cours d'une 2ème visite si les conclusions impliquent la mise en œuvre de plusieurs conseils.

Les conseils prodigués peuvent être répartis en plusieurs catégories, il s'agit de conseils portant sur les comportements d'entretien du logement, sur la ventilation et l'aération des locaux et sur la disposition du mobilier.

Dans le cas où les mesures requièrent des investissements difficilement supportables par l'habitant, la conseillère éco-sociale informe l'habitant des possibilités d'aides existantes et la localisation des services susceptibles de lui venir en aide. Dans le cas de pollution grave impliquant des décisions immédiates, un contact est pris avec les autorités compétentes en accord avec l'habitant.

La collaboration avec le médecin traitant a pour objectif de renforcer les messages et les conseils de remédiation. En parallèle, plusieurs actions de sensibilisation et de formation des médecins ont été menées en 2003 et 2004 (voir Interface santé-environnement, partenariats et synergies).

## 3.5. Évaluation

1 an après la présentation des conseils, une évaluation de l'évolution de l'état de santé est réalisée par contact direct avec l'habitant et son médecin traitant, via un questionnaire. Celui-ci permet également d'estimer si les conseils de remédiation ont été suivis et sont concluants. Un volet porte également sur la perception du service, l'évaluation de la pertinence de l'outil et son apport dans la problématique.

Le délai de 1 an est un délai minimum, la mise en œuvre de certains conseils pouvant prendre un temps considérable.

Dans le cas de logements sociaux, un protocole d'action a été mis en place avec la participation de la Société de Logements de la Région de Bruxelles-Capitale (SLRB). Une personne relais désignée pour faciliter la mise en œuvre des conseils nécessitant des investissements n'est intervenue qu'à une seule reprise, la collaboration n'ayant pas été poursuivie. Toutefois la mise en place de ce protocole a permis une meilleure compréhension du travail de CRIPI et une meilleure collaboration avec les sociétés de logement.

## 3.6. Enquête et prélèvements complémentaires après remédiation

Si aucune amélioration clinique n'est observée par le médecin, soit les remédiations n'ont pas été suivies et il faudra en chercher la cause, soit les remédiations ont été mises en œuvre et il faudra dès





lors envisager une nouvelle visite (à titre exceptionnel) ou l'orientation de l'habitant vers un laboratoire d'analyses plus approprié à la problématique soulevée.

### 3.7. Base de données

L'ensemble des données anonymes collectées lors des enquêtes est introduit dans une base de données. Elle reprend les informations recueillies auprès de l'habitant, du médecin traitant, les résultats des analyses chimiques, biologiques et physiques de l'habitat ainsi que les données obtenues après l'évaluation faite auprès du patient et du médecin. Le traitement des données permet d'une part d'identifier les problèmes prioritaires du logement en Région de Bruxelles-Capitale et d'autre part d'identifier les comportements nuisibles à un habitat sain, ceci permettant de cibler des orientations et priorités pour alimenter la préparation d'une stratégie d'actions.

Il faut prendre en compte que les analyses ne peuvent, ni ne doivent être considérées comme une expertise de l'habitat, elles sont destinées à un usage strictement médical.

## Sources

1. 2nd WHO International Housing and Health Symposium, 29/09– 1/10/2004, Vilnius, Lituanie.
2. Mould and Moisture, Housing n°42, C. Chasseur, N. Nolard and A. Nevalainen, 2004, World Health Organization
3. Conference Environmental and Health « To define comprehensive strategies for implementing the European Environment & action plan 2004-2010 accross Europe », Présidence Luxembourgeoise du Conseil de l'UE, 13-15/06/2005, Grand-Duché du Luxembourg
4. Environmental diagnosis of Indoor Pollution a tool to complement medical diagnosis, S. Bladt, N. Nolard, M. Wanlin & C. Bouland, Symposium "10 Jaar Milieu & Gezondheid in Vlaanderen & Europa", 2003, Leuven, Belgium
5. CRIPI Rapport d'activité 2000-2006, rapport technique Bruxelles Environnement - IBGE 2004
6. L'ambulance verte : une expérience pilote, une enquête dans les maisons médicales à Bruxelles, Ensanter l'habitat, Santé Conjuguée n°18, E. Maquet, M. Prévost et M. Roland, Octobre 2001,
7. Qui SQUATTE la demeure de votre patient ?, outil disponible sur le [site Internet de Bruxelles Environnement-IBGE](#).
8. Index of Indoor Air Chemical Pollution in Brussels Habitat, Forum Geographic, 2010, IX(9), 93-96 S. Bladt, Y. Lénelle, C. Bouland, C. Chasseur

## Autres fiches à consulter

- 27. CRIPI, analyse et résultats des enquêtes, 10 ans de fonctionnement
- 28. CRIPI, analyse qualitative et témoignages d'utilisateurs
- 29. Interface Santé et Environnement : partenariats et synergies

## Auteurs(s) de la fiche

Sandrine Bladt, Camille Chasseur, Catherine Bouland

Relecture :

Annick Meurrens, Yves Lenelle, Maryse Wanlin, Christophe Degrave, Céline Ganty, Katrien Debrock

Date de mise à jour : Janvier 2015