

# CELLULE RÉGIONALE D'INTERVENTION EN POLLUTION INTÉRIEURE - CRIPI

20 ans d'activités



Source CRIPI

MAI 2023



# CELLULE RÉGIONALE D'INTERVENTION EN POLLUTION INTÉRIEURE - CRIPI

20 ans d'activités

## TABLE DES MATIERES

Resumé .....	4
Introduction .....	5
Données du questionnaire .....	6
1. Interventions CRIPI .....	6
1.1. Evolution au fil des années .....	6
1.2. Evolution au fil des mois.....	7
1.3. Localisation géographique des enquêtes.....	8
2. Données médico-environnementales.....	11
2.1. Caractéristiques des logements .....	11
1.2.1. Type d'occupation .....	11
1.2.2. Années du bâti .....	13
2.2. Données socio-démographiques .....	13
2.2.1. Taille de la famille.....	13
2.2.2. Motif de la demande CRIPI .....	14
3. Données du patient .....	16
3.1. Âge du.de la patient.e .....	16
3.2. Sexe et statut social .....	17
3.3. Tabagisme.....	19
4. Données concernant le médecin prescripteur.....	20
5. Type de Problèmes de santé .....	21
5.1. Problèmes de santé évoqués par le médecin prescripteur.....	21
5.2. Problèmes de santé évoqués par le patient.....	23
5.3. Analyses statistiques des données de santé .....	24
Polluants chimiques .....	26
1. Composés organiques volatils totaux .....	26
1.1. Benzène .....	27
1.2. Toluène.....	28
1.3. Terpènes .....	29
1.3.1. Limonène.....	30
1.3.2. $\alpha$ -pinène .....	31
2. Formaldéhyde.....	32
3. Indice chimique.....	33
4. Plomb .....	33
5. Monoxyde de Carbone - CO .....	34
6. Particules fines .....	34
7. <i>Black Carbon</i> .....	36
8. Paramètres d'ambiance .....	37



8.1.	Température ambiante et humidité relative.....	37
8.2.	Dioxyde de carbone - CO <sub>2</sub> .....	38
9.	Polluant physique: le radon .....	39
<b>Polluants biologiques.....</b>		<b>40</b>
1.	Evaluation de la situation .....	41
1.1.	Indice d'humidité visible maximal.....	42
1.2.	Indice de moisissures visibles maximal .....	43
1.3.	Indice de contamination fongique visible maximal en fonction de l'indice d'humidité visible maximal 44	
1.4.	Indice de contamination fongique visible maximal en fonction de l'année de construction.....	45
1.5.	Indice de contamination fongique visible maximal en fonction du type de logement .....	46
2.	Analyse de l'air .....	47
3.	Analyse de surfaces .....	49
4.	Analyse de la poussière aspirée .....	50
4.1.	Moisissures dans les matelas, tapis, divans, etc .....	51
4.2.	Acariens dans les matelas .....	52
5.	Analyse statistique des données de microbiologie .....	53
6.	Indice pour l'évaluation microbiologique .....	54
6.1.	Indice de l'air .....	54
6.2.	Indice des poussières déposées.....	55
6.3.	Indice des poussières de matelas, tapis, divans, etc.....	55
<b>Remédiations .....</b>		<b>56</b>
1.	Type de conseils préconisés .....	56
2.	Constats et difficultés .....	58
3.	Autres services d'aide au patient .....	58
<b>Evaluation des interventions CRIPI.....</b>		<b>59</b>
1.	Évaluation selon les médecins .....	59
1.1.	Réponses reçues .....	59
1.2.	Effet sur la santé .....	59
1.3.	Evaluation du service selon le médecin .....	60
2.	Évaluations selon le/la patient.e.....	62
2.1.	Réponses reçues .....	62
2.2.	Effet sur la santé .....	63
2.3.	Remarques (conseils appliqués, bloqués, ... ).....	63
2.4.	Evaluation du service selon le/la patient.e.....	65
<b>CONCLUSIONS GENERALES .....</b>		<b>66</b>
<b>Annexe 1: Carte des services d'analyses de milieu intérieur en Belgique.....</b>		<b>67</b>
<b>Annexe 2: Liste des composés organiques volatils mesurés .....</b>		<b>68</b>
<b>Annexe 3: Liste des 25 conseils détaillés.....</b>		<b>69</b>
<b>Annexe 4: Assainissement des moisissures de type 2.....</b>		<b>72</b>
<b>Annexe 5 : questionnaire d'évaluation médecin et questionnaire d'évaluation patient.....</b>		<b>74</b>
<b>Références.....</b>		<b>78</b>
<b>Liste des abréviations .....</b>		<b>79</b>



## RESUME

A l'instar des Ambulances Vertes existant déjà au Grand-Duché du Luxembourg, en Allemagne et du SAMI en Province de Liège, la Cellule Régionale d'Intervention en Pollution Intérieure (CRIPI) a été créé en septembre 2000 en Région bruxelloise. L'objectif est d'apporter un diagnostic environnemental en complément d'un diagnostic médical afin de soutenir les médecins dans la recherche d'explications quant aux symptômes présents chez leurs patients et pouvant être en lien avec leur logement. Le présent rapport présente l'analyse de toutes les données encodées en 20 ans ainsi que les résultats obtenus au cours des différentes enquêtes.

Jusque fin 2020, 3051 enquêtes ont été réalisées dans l'ensemble des 19 communes bruxelloises. Le motif de la demande est essentiellement de déterminer l'origine des problèmes de santé, mais souvent également de constater des problèmes d'humidité et de moisissures.

Les interventions concernent proportionnellement plus d'enfants de moins de 5 ans que leur proportion dans la pyramide des âges. Les plaintes touchent surtout la sphère ORL et des affections des voies respiratoires basses.

Durant 15 ans, un protocole complet a été appliqué lors de chaque enquête CRIPI, avec recherche de polluants chimiques et biologiques de l'air. Depuis 2015, un protocole simplifié est utilisé fréquemment, adapté à la situation du patient.

Les polluants chimiques pouvant être recherchés ou mesurés sont : composés organiques volatils, formaldéhyde, particules fines, black carbon, monoxyde de carbone, dioxyde de carbone, plomb (dans l'eau, dans les peintures), Les polluants biologiques généralement analysés sont : moisissures thermophiles (45°C) dans l'air et dans les poussières déposées, les moisissures thermotolérantes (37°C) dans le cas de pathologies particulières, les moisissures et acariens dans les poussières de matelas.

Des paramètres physiques sont également mesurés comme la température ambiante et l'humidité relative, et depuis peu l'intensité lumineuse.

Même si les problèmes d'humidité et de moisissures sont les plus couramment rencontrés, il ressort fréquemment que l'air intérieur est plus pollué que l'air extérieur pour les polluants chimiques mesurés. Une conséquence fréquente du manque d'aération.

Des conseils de remédiation sont proposés au patient en fonction des polluants identifiés. Ils concernent principalement l'aération des pièces du logement, l'assainissement de foyers de moisissures, l'entretien des matelas et le bon usage des produits d'entretien.

Suite aux résultats obtenus, des indices ont été mis en place pour qualifier le niveau de pollution (chimique ou biologique) du logement. Ces outils permettent d'objectiver la pollution intérieure étant donné le manque de valeurs limites ou de valeurs guides dans ce domaine.

Un an après intervention du CRIPI, une évaluation concernant l'état de santé du patient et l'efficacité du service est réalisée. Les 2 points faibles du rapport CRIPI sont le délais de réception des résultats et le faible poids du rapport CRIPI devant des instances juridiques. D'après l'avis des médecins et l'avis des patients, 57% des patients vont mieux après intervention du CRIPI. 83% des médecins sont totalement satisfaits du service CRIPI contre 65% chez les patients.



## INTRODUCTION

En septembre 2000, Bruxelles Environnement a mis en place un service d'analyse de pollution intérieure appelé Cellule Régionale d'Intervention en Pollution Intérieure (acronyme CRIPI). CRIPI résulte d'un partenariat entre 1) Bruxelles Environnement (coordination du service, prises d'échantillons et analyses chimiques), 2) Sciensano, anciennement Institut Scientifique de Santé Publique (ISP) (analyses microbiologiques) et 3) le Fonds des Affections Respiratoires asbl (FARES) (accompagnement médico-social), via des conventions de services et ensuite des appels d'offre. D'autres services similaires, appelés les SAMI (Service d'Analyses des Milieux Intérieurs) existent en Wallonie et sont gérés par les Provinces ([annexe 1](#)). En Flandre, ce sont les Medische Milieukundige<sup>1</sup> (MMK) qui coordonnent les demandes en lien avec la pollution intérieure et orientent les habitants vers les services compétents.

CRIPI intervient sur demande médicale lorsqu'un médecin suspecte qu'un problème de santé chez un patient – résidant en Région bruxelloise – peut être mis en lien avec la présence de polluants au sein de son habitat. Les infirmières sociales de la CRIPI complètent avec le/la patient.e un questionnaire médico-environnemental pendant que les analystes de l'équipe réalisent les prélèvements dans les pièces de vie du logement. Après analyses des prélèvements en laboratoire, un rapport d'enquête est transmis au médecin prescripteur, et l'infirmière sociale reprend contact avec le/la patient.e pour lui expliquer les résultats et proposer des conseils de remédiation.

Un an après la transmission des résultats au patient et au médecin, un questionnaire d'évaluation est envoyé à chacun d'eux afin d'évaluer l'amélioration de l'état de santé du/de la patient.e. Les résultats sont encourageants puisque, de l'avis des médecins, 57% des patients vont mieux, voire nettement mieux.

Entre 150 à 200 habitations sont analysées chaque année, et plus de 3000 visites à domicile ont été réalisées depuis la création du service en septembre 2000.

Toutes les données recueillies au cours de chaque enquête CRIPI sont encodées dans une base de données. Elles comportent les informations issues du questionnaire, les résultats des analyses chimiques et biologiques, ainsi que les évaluations faites auprès du médecin et du/de la patient.e. Le présent rapport d'activités reprend les analyses de toutes ces données et les conclusions que l'on peut en tirer. Certaines périodes d'analyses de données ne couvrent pas spécifiquement les années 2000 à 2020 suite à l'évolution du fonctionnement du service, l'évolution des paramètres analysés et leur méthodologie ou encore l'évolution du questionnaire rempli avec le patient.

---

<sup>1</sup> <https://www.vlaamselogos.be/content/contactgegevens-van-de-medisch-milieukundigen-regio>



# DONNEES DU QUESTIONNAIRE

## 1. INTERVENTIONS CRIPI

L'évolution du nombre d'enquêtes CRIPI sur une période de 20 ans (2000-2020) est expliquée ci-dessous.

### 1.1. Evolution au fil des années

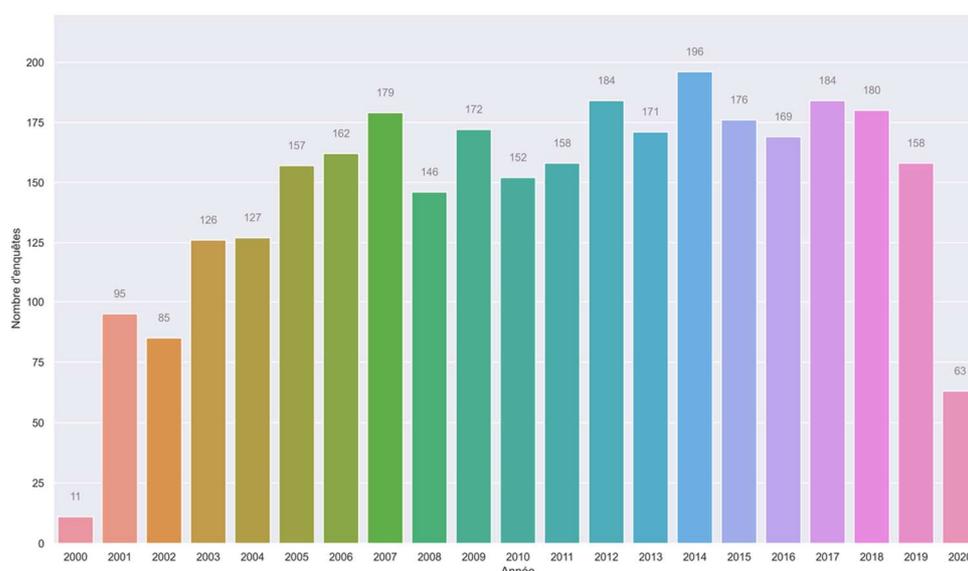


Figure 1: Nombre d'enquêtes par an réalisées depuis le début du service (de septembre 2000 à décembre 2020).

Au cours des premières années, le service a dû se faire connaître et le nombre de demandes a augmenté d'année en année pour atteindre finalement un intervalle assez constant de 170 à 190 visites chaque année.

L'année 2020 a été particulière puisque, suite à la crise sanitaire du Covid-19, les enquêtes ont été mises à l'arrêt pendant 6 semaines lors du premier confinement en mars-avril. Ensuite les visites ont repris mais à un rythme plus faible pour garantir des mesures de sécurité sanitaires tant pour les patients visités que pour les membres de l'équipe CRIPI.

Il n'y a pas de campagne d'information faite autour du service CRIPI étant donné que celui-ci n'est accessible que via demande médicale. Cependant plusieurs articles traitant de la pollution intérieure ont fait mention des ambulances vertes. Le bouche-à-oreille a également contribué à faire connaître le service et des séances d'informations auprès de médecins ont permis de mieux faire connaître nos missions.

A la date du 31 décembre 2020, le nombre total des enquêtes réalisées depuis la mise en place du service est de 3051 logements analysés.



## 1.2. Evolution au fil des mois

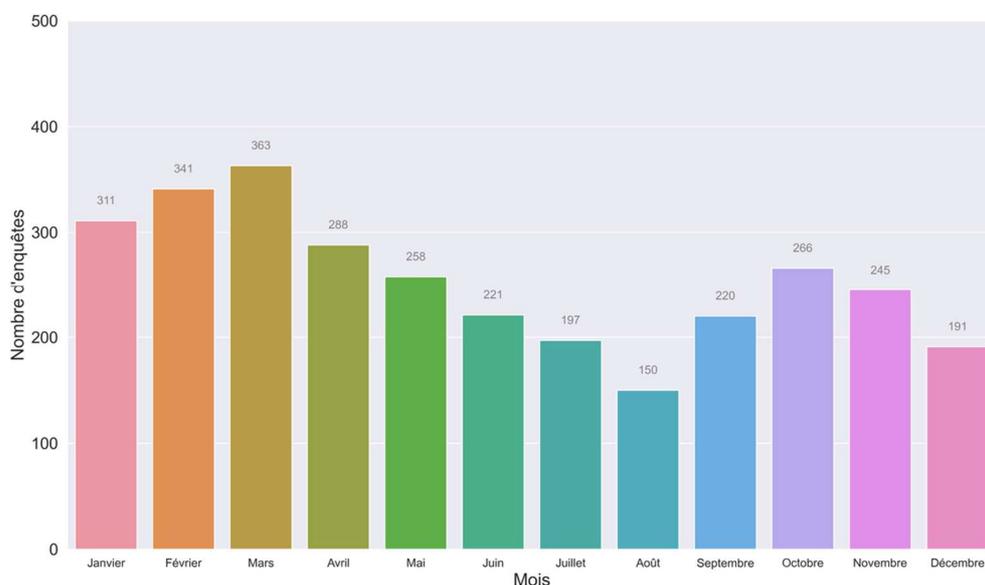


Figure 2: Nombre moyen d'enquêtes par mois de 2000 à 2020

Sur la figure 2, illustrant le nombre d'enquêtes CRIPI par mois, on remarque que les visites sont plus nombreuses pendant les saisons d'automne et d'hiver, que lors du printemps et de l'été. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces variations. A l'automne, la température extérieure diminue et les précipitations augmentent, les problèmes d'humidité et de moisissures apparaissent. Au printemps et en été, il fait meilleur, les murs se réchauffent et les pluies tendent à diminuer limitant les problèmes de condensation et d'infiltration d'eau voire de développement de moisissures. L'aération joue un rôle primordial dans les problèmes de pollution intérieure. Elle est plus régulière et naturellement plus importante en période estivale, lorsque les températures sont plus clémentes, diminuant ainsi la concentration de tous les types de polluants dans les logements et les répercussions sur la santé.

Notons que si le nombre d'enquêtes est plus faible en décembre, c'est parce que les laboratoires sont mis à l'arrêt au moment des fêtes de fin d'années et les enquêtes CRIPI sont alors suspendues.



### 1.3. Localisation géographique des enquêtes

#### Au niveau de la Région de Bruxelles-Capitale

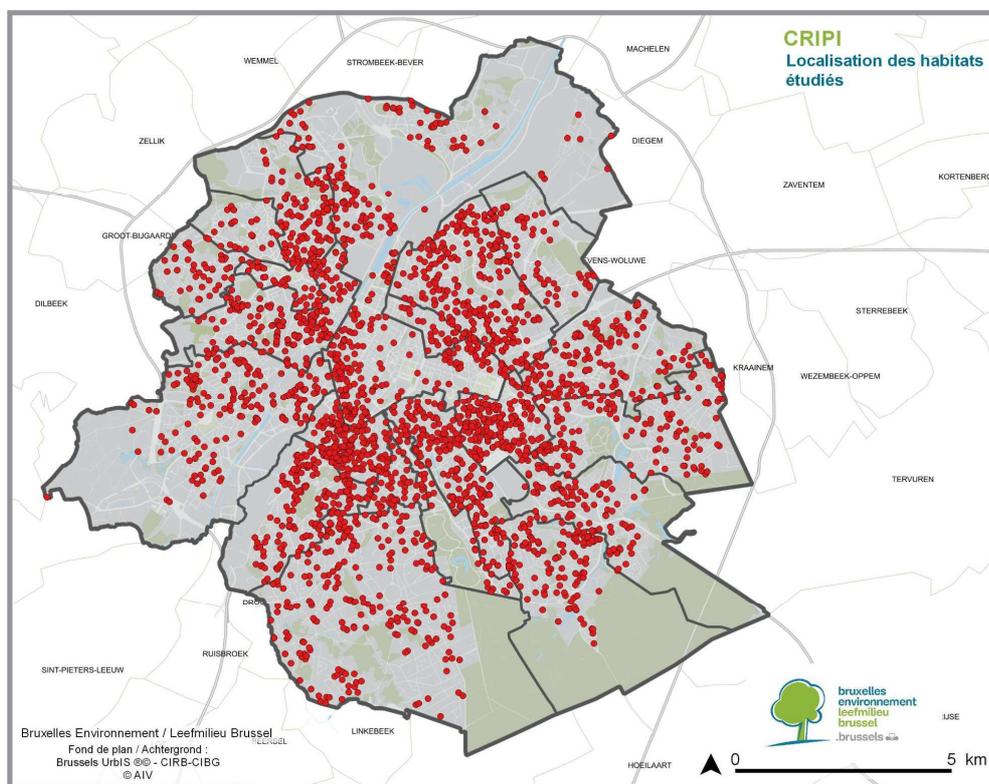


Figure 3: Carte de la Région de Bruxelles-Capitale illustrant le nombre d'enquêtes depuis le début du service (de septembre 2000 jusqu'en décembre 2020).

La figure ci-dessus illustre le nombre de visites réalisées depuis le lancement du service en septembre 2000. A la date du 31 décembre 2020, 3051 enquêtes ont été réalisées au total.

Toutes les communes ont été desservies, mais une concentration plus importante d'interventions se marque notamment au niveau des quartiers les plus densément peuplés de la Région Bruxelloise.

## Au niveau des communes

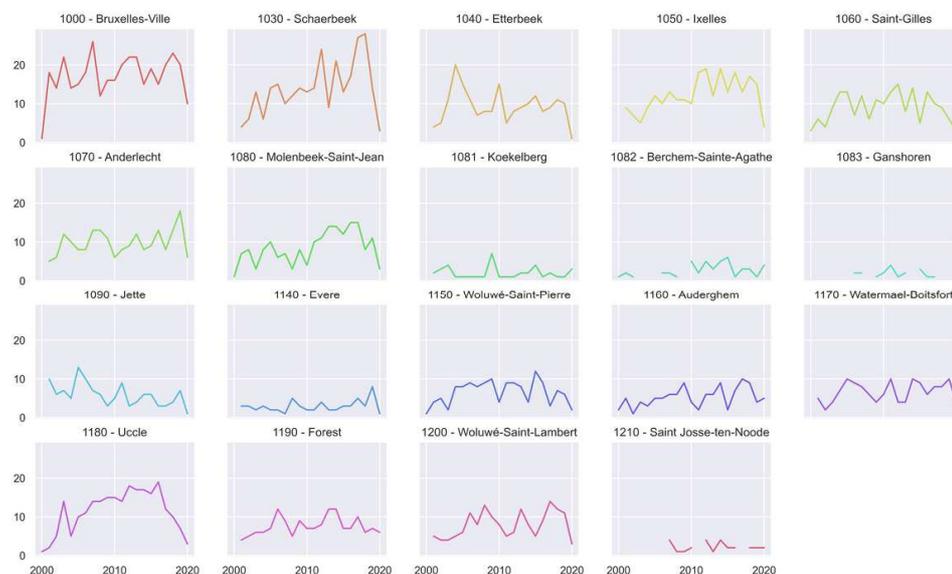


Figure 4: Nombre d'enquêtes par année et par commune de 2000 à 2020

Le nombre d'enquêtes annuelles par commune, représenté à la figure 4, montre des profils assez différents d'une localité à une autre. Pour certaines, les chiffres sont assez constants. Pour d'autres comme Etterbeek et Schaerbeek, Il y a des variations plus importantes. Ceci peut résulter de plusieurs facteurs : séance de sensibilisation à la pollution intérieure dans une maison médicale ou parmi un groupement de médecins, délocalisation d'un médecin habitué à faire appel au service CRIPI, ...



Commune	Nombre d'habitants	Nombre d'enquêtes CRIPI (2000-2020)	Ratio (x1000)
Anderlecht	116.494	195	1,67
Bruxelles	176.512	358	2,03
Ixelles	85.274	245	2,87
Etterbeek	47.023	186	3,95
Evere	39.439	59	1,49
Ganshoren	24.128	23	0,95
Jette	51.387	118	2,30
Koekelberg	21.558	40	1,85
Auderghem	33.085	110	3,32
Schaerbeek	131.375	277	2,11
Berchem-Sainte-Agathe	24.176	48	1,98
Saint-Gilles	50.024	189	3,78
Molenbeek-Saint-Jean	95.861	178	1,86
Saint-Josse-ten-Noode	27.228	28	1,03
Woluwe-Saint-Lambert	54.144	159	2,94
Woluwe-Saint-Pierre	41.124	137	3,33
Uccle	81.699	239	2,92
Forest	55.386	152	2,74
Watermael-Boitsfort	24.614	134	5,44

Tableau 1: Nombre d'habitants et nombre de visites CRIPI (de 2000 à 2020) par commune bruxelloise  
Source Nombre d'habitants: SPF Intérieur, 2016

Le tableau ci-dessus compare le nombre d'habitants par commune avec le nombre d'enquêtes réalisées. En 20 ans, le nombre d'interventions CRIPI le plus élevé est observé dans la commune de Bruxelles (regroupant Bruxelles- Ville, Laeken, Neder-Over-Heembeek et Haren) avec 358 enquêtes. Schaerbeek arrive en seconde position avec 277 enquêtes. Viennent ensuite Ixelles et Uccle, suivi de Anderlecht.

Si on compare le nombre d'habitants par commune, on trouve Bruxelles et Schaerbeek en tête, suivi par Anderlecht, Molenbeek et Ixelles. 4 des 5 premières communes sont donc reprises dans les 2 listes (communes les plus peuplées et communes les plus visitées par CRIPI).

Les communes les moins visitées par CRIPI sont les communes de Ganshoren (23 visites à domicile), suivi de Saint-Josse-Ten-Noode, Koekelberg, Berchem-Sainte-Agathe et Evere. Cela correspond à nouveau à 4 des 5 communes les moins peuplées, à l'exception de Evere qui remplace Watermael-Boitsfort.

En calculant le ratio (nombre d'enquêtes x 1000/nombre d'habitants), on s'aperçoit que c'est Watermael-Boitsfort qui reçoit le plus de visites CRIPI proportionnellement au nombre d'habitants. Ensuite viennent Etterbeek, Saint-Gilles, Woluwe-Saint-Pierre et Auderghem. Les communes avec le ratio le plus petit sont Ganshoren, Saint-Josse-ten-Noode, Evere, Anderlecht et à égalité Koekelberg / Molenbeek. Les visites CRIPI ne sont donc pas plus sollicitées dans les communes les plus pauvres de la Région bruxelloise que sont Molenbeek, Saint-Josse-ten-Noode et Saint-Gilles, suivant les revenus imposables médians des déclarations 2018 (Monitoring des quartiers, 2018).

A titre d'exemple, la commune de Saint-Josse-ten-Noode fait très peu appel à CRIPI. Beaucoup de personnes qui y résident sont en difficulté administrative (sans-papiers) et donc plus réticentes à recevoir l'équipe CRIPI chez elles.



## 2. DONNEES MEDICO-ENVIRONNEMENTALES

Au cours de la visite à domicile, un questionnaire est rempli par l'infirmière sociale avec le/la patient.e ou un parent de celui-ci. Les sujets abordés concernent les problèmes de santé du/de la patient.e et des personnes vivant dans le même logement (avec une attention particulière à l'évolution des symptômes au fil du temps, en fonction du lieu où se trouve la personne,...), l'état du logement, son entretien et son aération, etc. Une analyse des réponses à toutes ces questions est proposée ci-dessous.

### 2.1. Caractéristiques des logements

#### 1.2.1. Type d'occupation

Sur un total de 3051 enquêtes CRIPI réalisées depuis septembre 2000, 684 logements analysés sont des maisons (22.5%) et 2281 logements sont des appartements (75%). 2.5% des données n'ont pas été encodées.

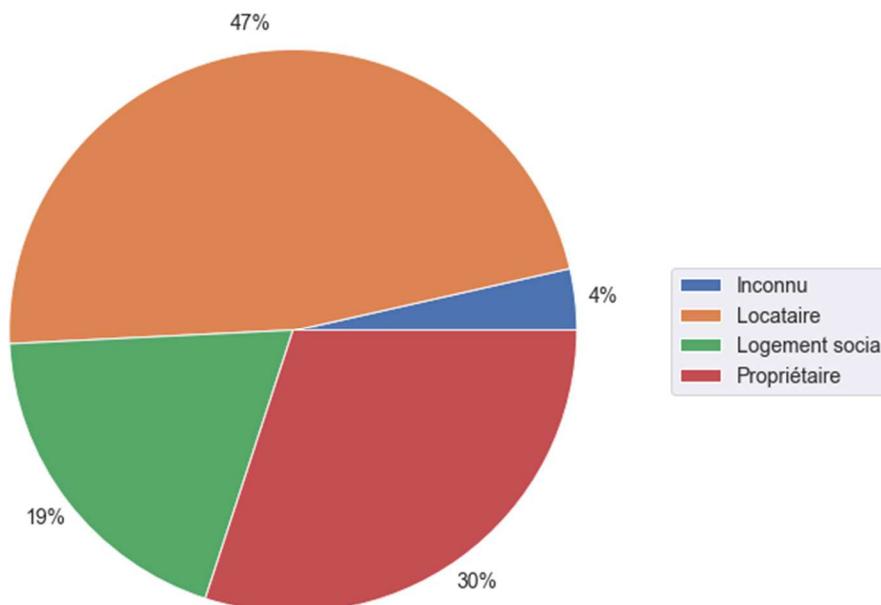


Figure 5: Répartition des visites CRIPI entre logements occupés par les propriétaires, les locataires et les sociétés de logements sociaux de 2000 à 2020.

30% des biens sont occupés par des propriétaires et 66% par des locataires au moment de la visite du CRIPI. Parmi ces locataires, 19% occupent une habitation sociale.

56% des appartements sont loués à des particuliers, 19% sont occupés par leurs propriétaires et 22% sont des appartements gérés par des sociétés de logements sociaux. 68% des maisons sont occupées par leurs propriétaires, 18% sont louées à des particuliers et 10% sont des maisons gérés par des sociétés de logements sociaux. 3% des données sont non-définies dans les 2 catégories (maisons et appartements). Les appartements sont donc principalement occupés par des locataires et les maisons par des propriétaires.

De tous les logements visités par la CRIPI, la proportion des logements gérés par des sociétés de logements sociaux est plus de 2 fois supérieure à la proportion de logements sociaux en Région bruxelloise (19,3% versus 7.2% - source IBSA, 2019).



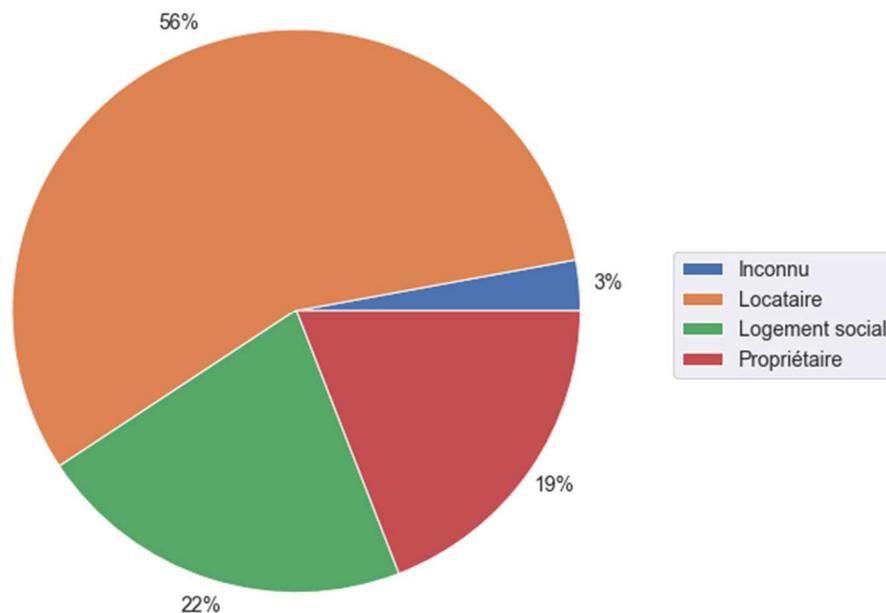


Figure 6: Répartition des visites CRIPi dans des **appartements** entre propriétaires, locataires et locataires de logements sociaux de 2000 à 2020.

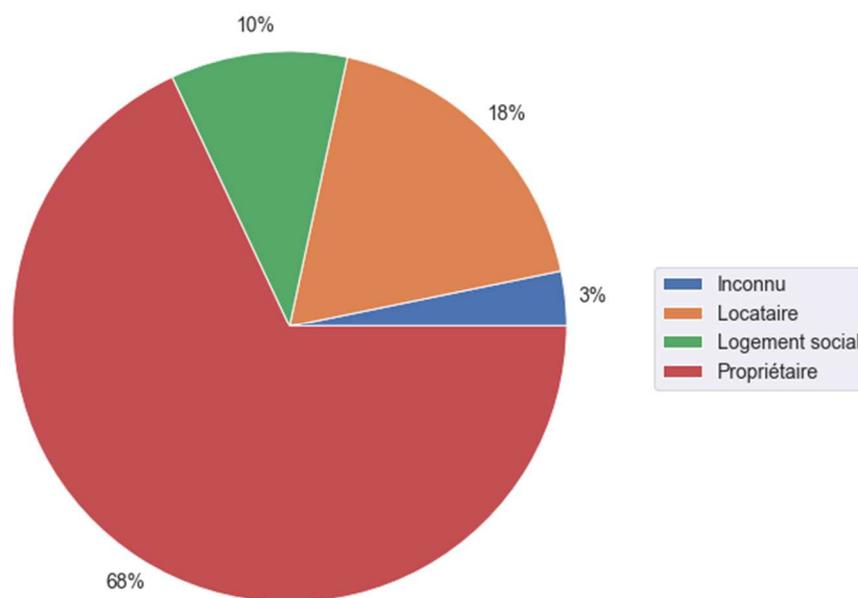


Figure 7: Répartition des visites CRIPi dans des **maisons** entre propriétaires, locataires et locataires de logements sociaux de 2000 à 2020.



### 1.2.2. Années du bâti

Depuis 2016, l'âge du bâtiment visité est encodé dans la base de données CRIPI. La majorité des logements visités ont été construits entre 1900 et 1950 (45%). 28% des logements ont été construits entre 1950 et 1970. 16% des logements ont été construits entre 1970 et aujourd'hui. Environ 3% des logements ont été construits avant 1900. Il reste près de 8% des logements pour lesquels l'année de construction n'a pu être définie (figure 8).

Seulement 16% des maisons ont un garage.

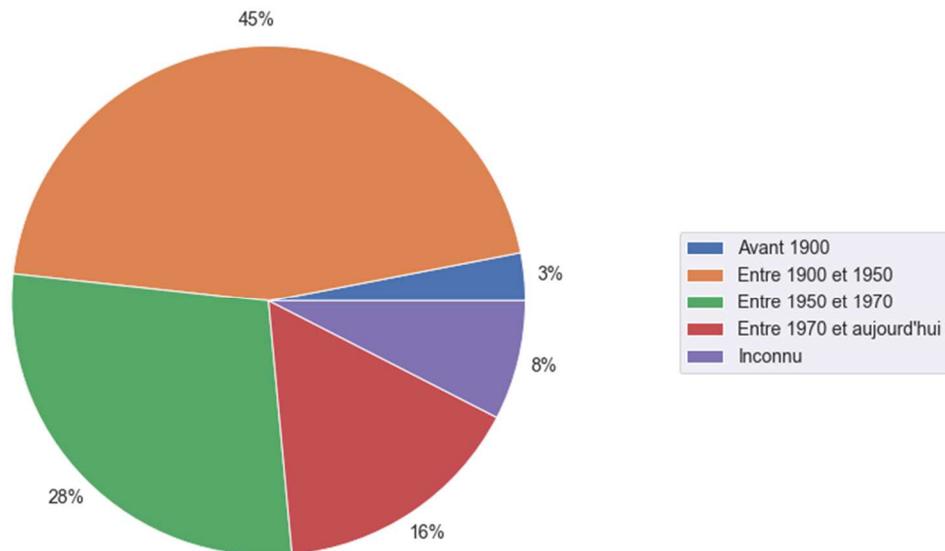


Figure 8: Année de construction des habitats analysés de 2016 à 2020

## 2.2. Données socio-démographiques

### 2.2.1. Taille de la famille

Le nombre de personnes occupant généralement le logement varie majoritairement de 1 à 4. Les logements occupés par 5 personnes représentent 10% des visites. 7% des habitations comprennent minimum 6 personnes.

Les logements occupés par un grand nombre de personnes (adultes et enfants confondus) ne répondent pas toujours à une superficie adéquate. Il est fréquent d'avoir des problèmes de surpeuplement dans ce type de logement, avec un nombre de chambres inadapté. Cette problématique engendre des problèmes d'humidité voire de moisissures dans les chambres et la pièce de séjour, dû à des phénomènes de condensation. A noter que beaucoup de familles vivant en situation de surpeuplement sont en attente d'une mutation ou d'une obtention de logement social depuis plusieurs années. L'allongement des délais d'obtention d'un logement ou de mutation de logement social aggrave les problématiques d'humidité lorsque les enfants atteignent l'âge adulte. Des familles de plusieurs adultes se retrouvent à vivre dans des logements totalement inadaptés en termes d'espace.

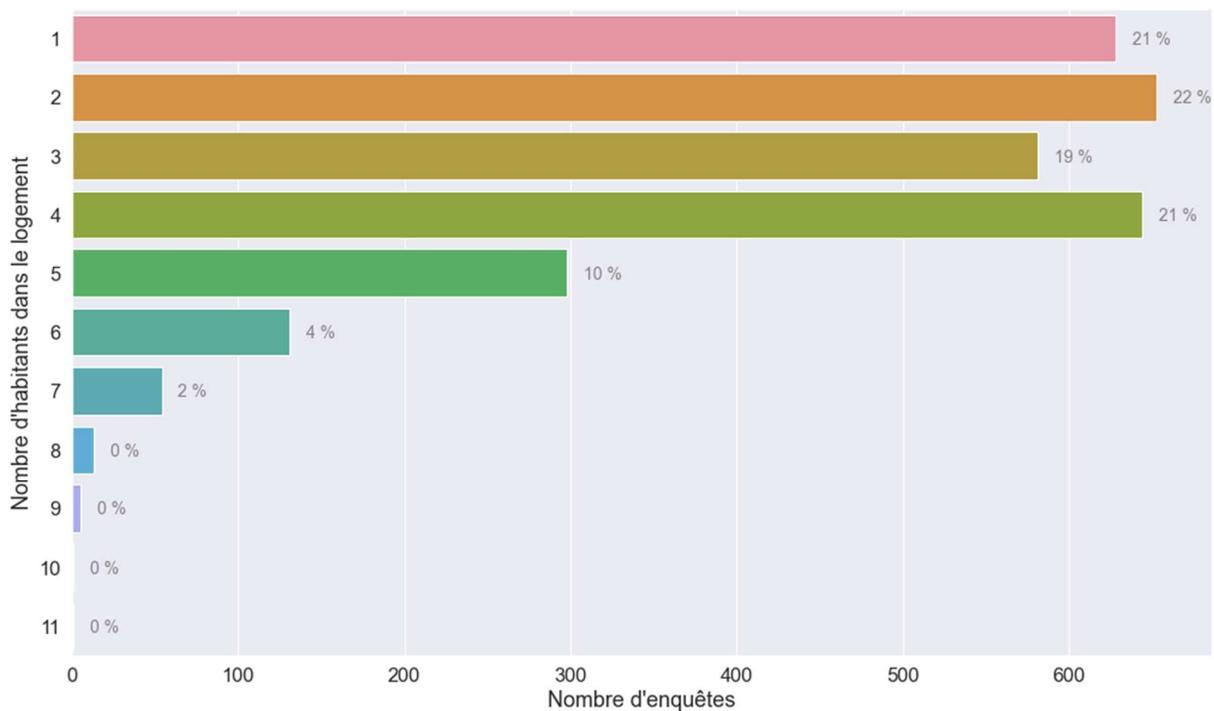


Figure 9: Nombre de personnes par logement (de 2000 à 2020)

### 2.2.2. Motif de la demande CRIPI

Si on analyse la raison pour laquelle la visite CRIPI a été initiée par le médecin, les 2 catégories de motivation les plus importantes sont :

- déterminer l'origine des problèmes de santé du/de la patient.e (45% des visites)
- constater des problèmes d'humidité et de moisissures (32% des visites)

Ensuite, 14% des patients veulent connaître l'impact potentiel du logement sur la santé. Il peut s'agir d'un polluant déjà identifié, d'un problème d'odeur, ...



Ces chiffres sont trompeurs car, au moment de remplir le questionnaire avec le/la patient.e, il ressort régulièrement que la motivation première concerne une demande de changement de logement (soit pour rompre un bail, soit en vue de l'obtention de points de priorité pour un logement social ou encore pour une mutation de logement). Or les catégories « Demande de logement social » + « Mutation de logement social » ne reflètent clairement que 1.1% des motifs du prescripteur

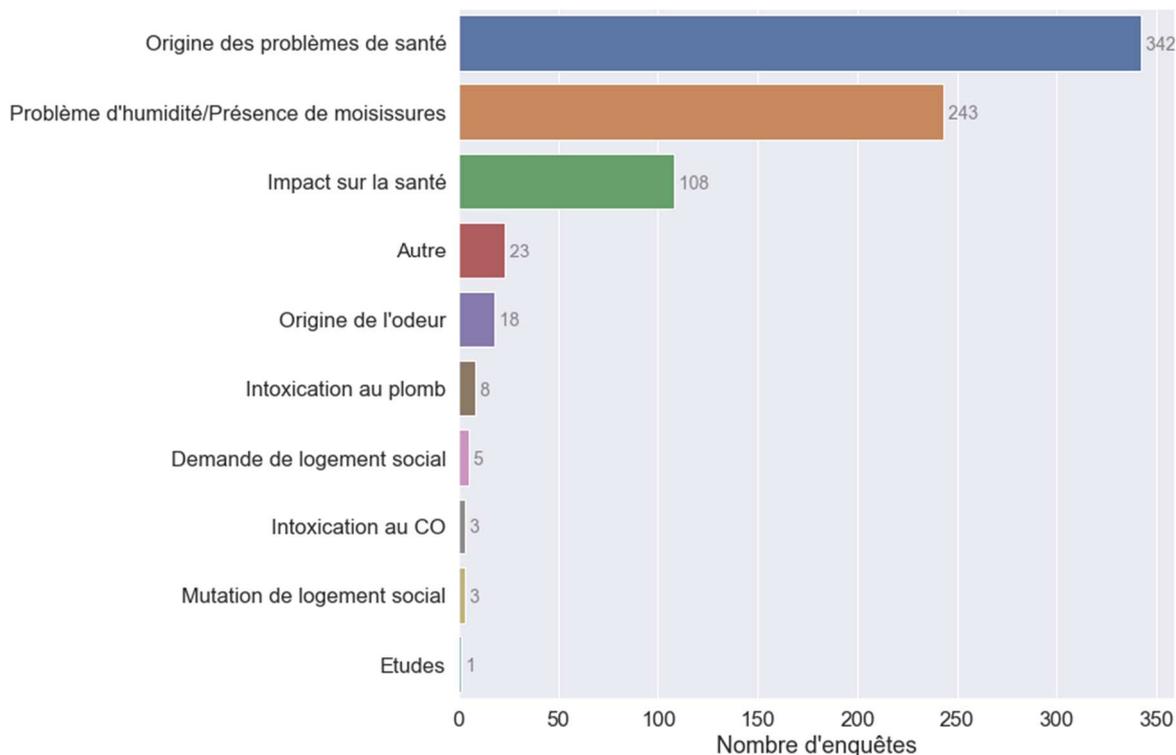


Figure 10: Motif de l'introduction d'une demande d'enquête CRIPI selon le médecin ( 2016-2020)



### 3. DONNEES DU PATIENT

#### 3.1. Âge du de la patient.e

L'âge des patients pour qui une demande a été faite à CRIPI est illustré à la figure 11. La répartition du nombre d'enquêtes par catégorie d'âge suit d'assez près la pyramide des âges pour la RBC en 2020 (IBSA, 2021), sauf pour la tranche des 0 à 5 ans, où le nombre important d'enquêtes CRIPI ne peut pas s'expliquer par la pyramide des âges mais par la fragilité des jeunes enfants face à une exposition à la pollution intérieure.

Les jeunes enfants sont en effet un public fragile par le fait qu'ils respirent un plus grand volume d'air que l'adulte, comparativement à leur poids et que leurs systèmes nerveux, respiratoire et reproducteur ne sont pas encore matures.

Dans la catégorie adulte, les personnes âgées de 35 à 50 ans sont les plus représentées.

Les catégories d'âge qui semblent les moins touchées sont celles des 15 à 25 ans et les personnes de plus de 75 ans.

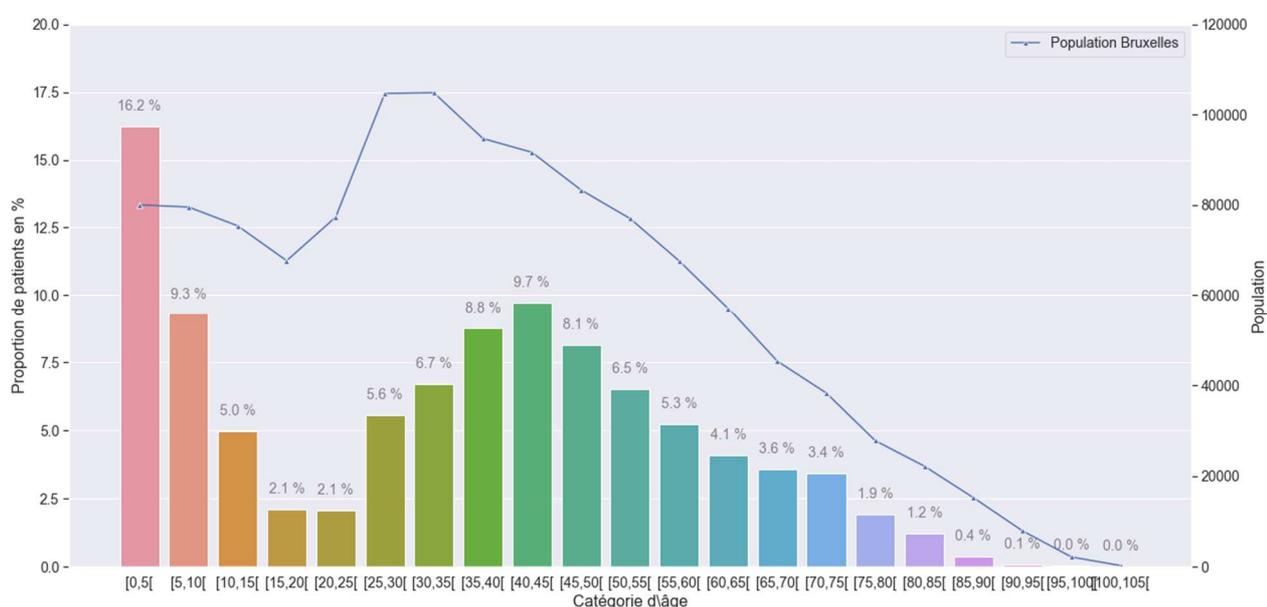


Figure 11 : Distribution du nombre d'enquêtes selon l'âge du de la patient.e de 2000 à 2020

C'est donc la catégorie des enfants de 0 à 5 ans qui est la plus représentée (16%). Dans ce groupe d'enfants en bas âge, ce sont les enfants de 1 à 2 ans qui sont les plus nombreux avec 27% dans cette catégorie. Suivent les enfants de moins d'1 an (21%), puis les enfants entre 2 et 3 ans (20%), les enfants entre 3 et 4 ans (17%) et enfin, les enfants entre 4 et 5 ans (15%) (figure 12).



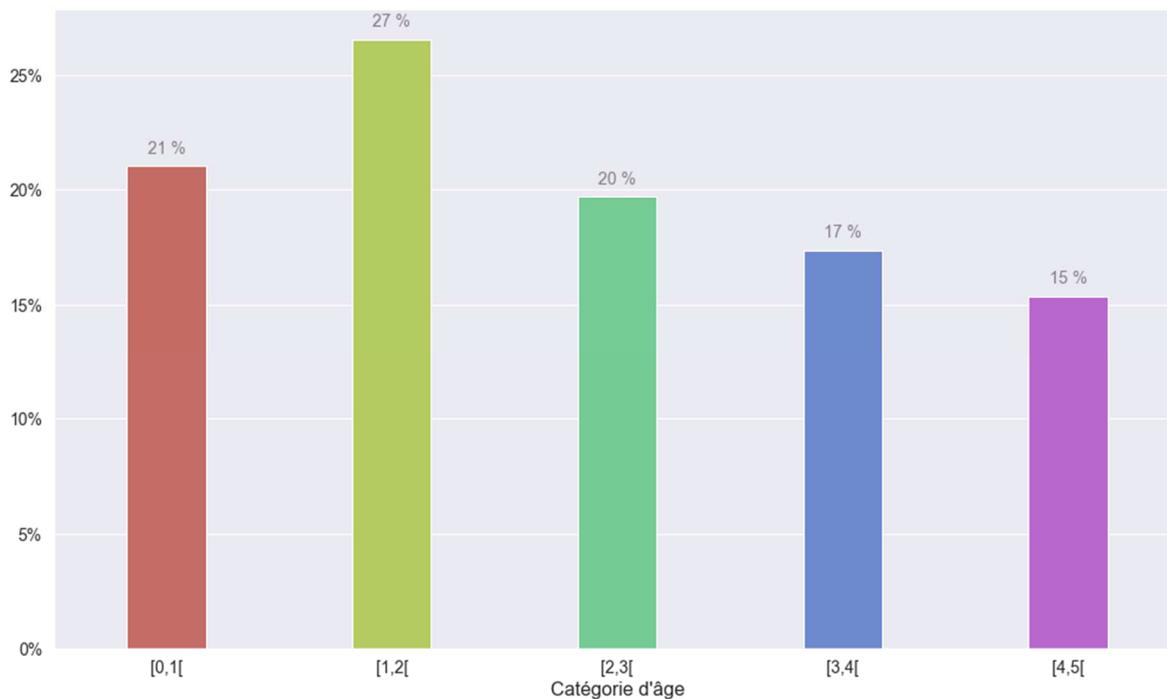


Figure 12 : Distribution du nombre d'enquêtes selon l'âge du.de la patient.e pour les enfants de 0 à 5 ans de 2000 à 2020

### 3.2. Sexe et statut social

6 enquêtes sur 10 concernent une personne de sexe féminin (60% femmes contre 40% hommes), ce qui peut être attribué au fait qu'un nombre plus important de femmes que d'hommes passent la majeure partie de leur journée dans le logement (personnes sans emploi, travaillant à temps partiel, ...).

Le statut social d'un échantillon de 1913 femmes adultes et de 1360 hommes adultes ayant bénéficiés d'une enquête CRIPI entre 2000 et 2015 a été analysé (figures 13 et 14). Plus de la moitié des hommes (59%) ont un emploi comme salarié, artiste ou indépendant tandis que moins de la moitié des femmes (42%) ont un emploi de ce type. 9% des hommes sont ouvriers (jardinier, maçon, imprimeur, mécanicien, menuisier, électricien, nettoyeur, garagiste, technicien, secteur du bâtiment) et 3% des femmes sont ouvrières (secteur du nettoyage, couture, chimie, laboratoire). Environ 22% des femmes contre 6% des hommes sont sans profession.

8% des femmes et 9% des hommes sont au chômage. En comparaison, en 2020, en RBC, le taux de chômage était de 25% chez les femmes et de 32% chez les hommes (IBSA, 2010-2021). 6% des femmes et 2% des hommes sont au CPAS. 2% des hommes et des femmes sont à la mutuelle.

Si on additionne les catégories de personnes inactives (chômeurs, pensionnés, sous mutuelle, CPAS, invalides, sans profession), 50% des femmes et 30% des hommes passent la majorité de leur temps chez eux. Ces chiffres se rapprochent de ceux du baromètre social qui indique que 59% des femmes et 71% des hommes sont sur le marché du travail (baromètre social, 2020), soit 41% des femmes et 29% des hommes sont sans emploi. L'impact d'une mauvaise qualité de l'air intérieur sur la santé sera d'autant plus important pour ces personnes.



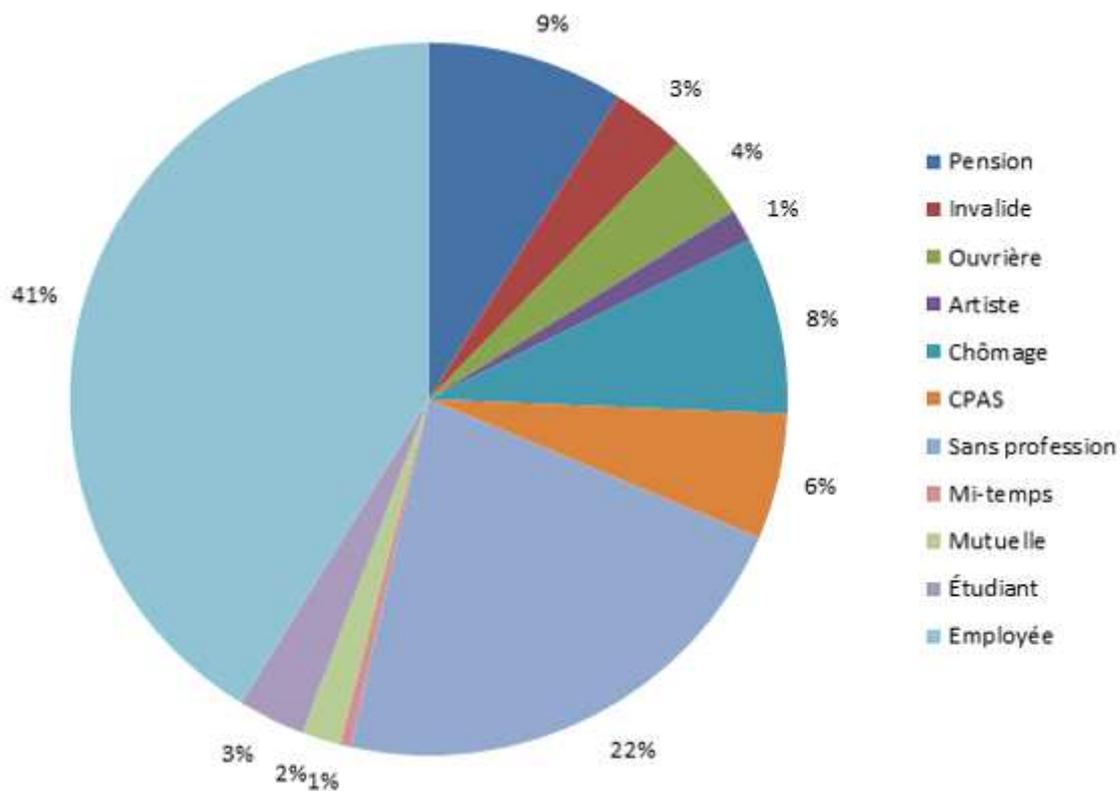


Figure 13 : Répartition du statut social chez les **femmes** adultes (période 2000-2015)

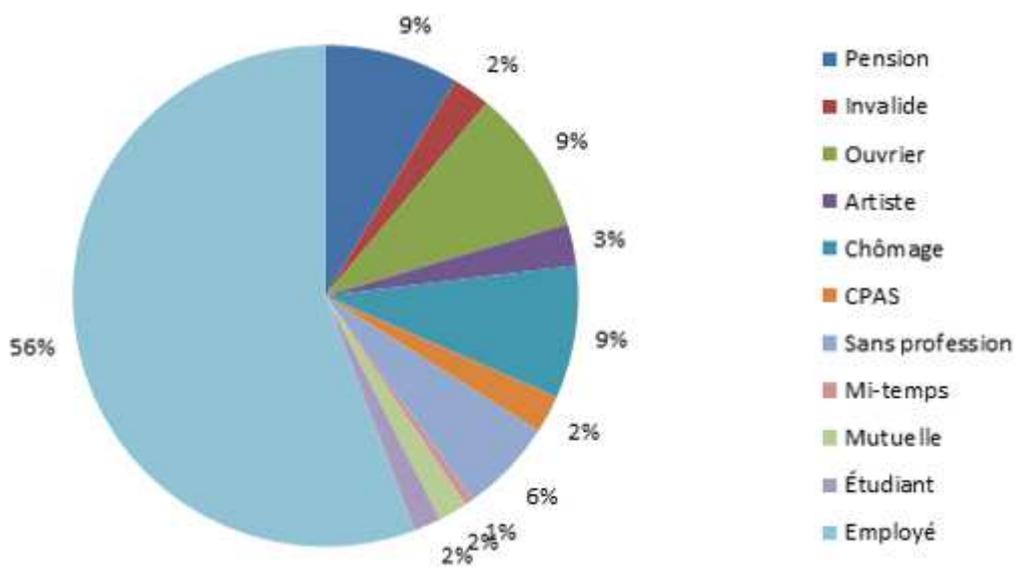


Figure 14 : Répartition du statut social chez les **hommes** adultes (période 2000-2015).



### 3.3. Tabagisme

Selon les chiffres encodés dans la base de données depuis 2016, il n'y a pas de fumeurs dans 75% des logements visités, 1 fumeur dans 21% des habitations, 2 fumeurs dans 4% et minimum 3 fumeurs dans moins d'1% des logements analysés (figure 15). Dans les 25% de logements visités avec fumeurs, la majorité des gens fument à l'extérieur, ce qui est une nette amélioration par rapport à ce qu'on observait au début de l'activité CRIPI. La cigarette électronique est apparue ces dernières années dans les logements mais elle reste très peu utilisée. Ses conséquences sur la qualité de l'air n'ont pas encore été évaluées.

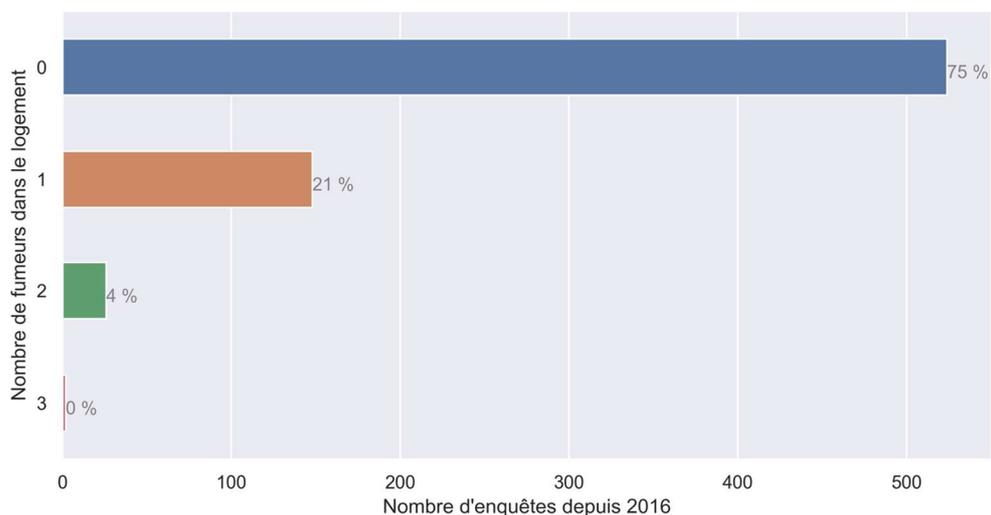


Figure 15 : Nombre de fumeurs dans le logement (données 2016-2020)



#### 4. DONNEES CONCERNANT LE MEDECIN PRESCRIPTEUR

1568 médecins ont introduit des demandes d'analyse de logement en 20 ans. La majorité de ces médecins sont des généralistes (1048). Viennent ensuite les pédiatres (194) puis les pneumologues (98), les ORL (80), les dermatologues (27) et les gynécologues (15). La catégorie "autres" reprise dans le graphique ci-dessous (figure 16) reprend toutes les autres spécialités de médecin ayant fait appel au service (cardiologue, médecin interne, endocrinologue, oncologue, neurologue, psychiatre, etc)

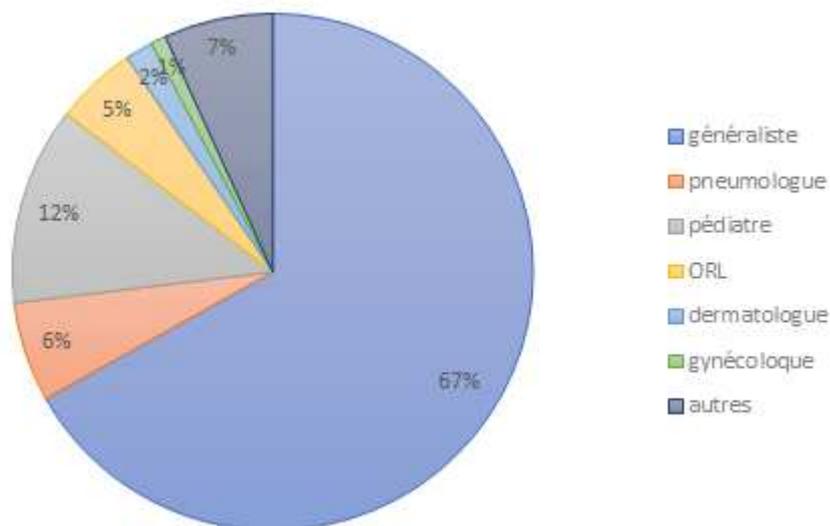


Figure 16 : Catégories de médecins ayant fait appel au service CRIPI de 2000 à 2020

Il semble logique que ce soient les médecins généralistes qui introduisent le plus souvent des demandes d'intervention au CRIPI car ils effectuent un suivi plus régulier de leur patient et quel que soit la catégorie de problème de santé. De plus, ils peuvent déceler plus facilement des problèmes de pollution intérieure lorsqu'ils font des visites à domicile. Cependant, pour certains médecins, elles se font de plus en plus rares, mais les analyses leur permettent de mieux comprendre l'environnement de leur patient. A cet effet, les photos prises sur place pour illustrer le logement jouent un rôle important.

2 médecins ont introduit des demandes à plus de 70 reprises, 2 autres ont fait appel au service CRIPI pour 60 à 70 patients, et 3 médecins à plus de 35 reprises. Notons que sur ces 7 médecins ayant fréquemment demandé l'intervention du CRIPI, 5 médecins sont pédiatres ou pneumologues mais spécialisés en allergologie.

917 médecins (soit 58% des médecins prescripteurs), toutes spécialités confondues, ont fait appel 1 seule fois au service, généralement à la demande de leur patient.



## 5. TYPE DE PROBLEMES DE SANTE

### 5.1. Problèmes de santé évoqués par le médecin prescripteur

Les médecins introduisent le plus fréquemment des demandes d'intervention CRIPI suite à des problèmes ORL et des voies aériennes basses (42% pour chaque catégorie). Les problèmes ORL regroupent les sinusites, otites, rhinites et conjonctivites ainsi que les problèmes de toux, éternuements, écoulement, démangeaisons, picotements, obstruction, sécheresse et affections ORL en général. Les problèmes des voies basses regroupent les bronchiolites, bronchites, pneumonies, sarcoïdoses, alvéolites, aspergillose, emphysème, BPCO, asthme et affections des voies aériennes inférieures en général ainsi que les difficultés respiratoires et l'oppression. L'asthme compte pour 24% des maladies rapportées.

Dans une moindre mesure (13%), des problèmes généraux (fibromyalgie, dépression, mucoviscidose, affections générales ou maux de tête, vertiges, fatigue, angoisses, douleurs, insomnies, malaises atypiques, gêne olfactive, fièvre, hypersensibilité chimique) sont également mentionnés. Ensuite viennent les problèmes dermatologiques (5%) (psoriasis, mycoses, eczéma, dermatite, affections dermatologiques en général, urticaire, œdèmes, démangeaisons, plaques, peau sèche, piqûres, érythème) et ophtalmiques (3%) (écoulements, picotements, démangeaisons rougeurs et affections oculaires en général). Mais très rarement, le médecin fait appel au service pour des troubles digestifs.

Dans la catégorie des 0 à 6 ans (134 enfants de 2016 à 2020), les pathologies les plus courantes rapportées sont similaires à celles des adultes avec les infections des voies respiratoires basses (42%) et les infections ORL (42%). 19% des enfants seraient asthmatiques.

Très rarement l'enfant souffre de problèmes dermatologiques ou généraux (4% dans chaque catégorie) et 1 seul enfant souffrait d'atteintes digestives. Aucune demande n'a concerné des problèmes ophtalmiques.

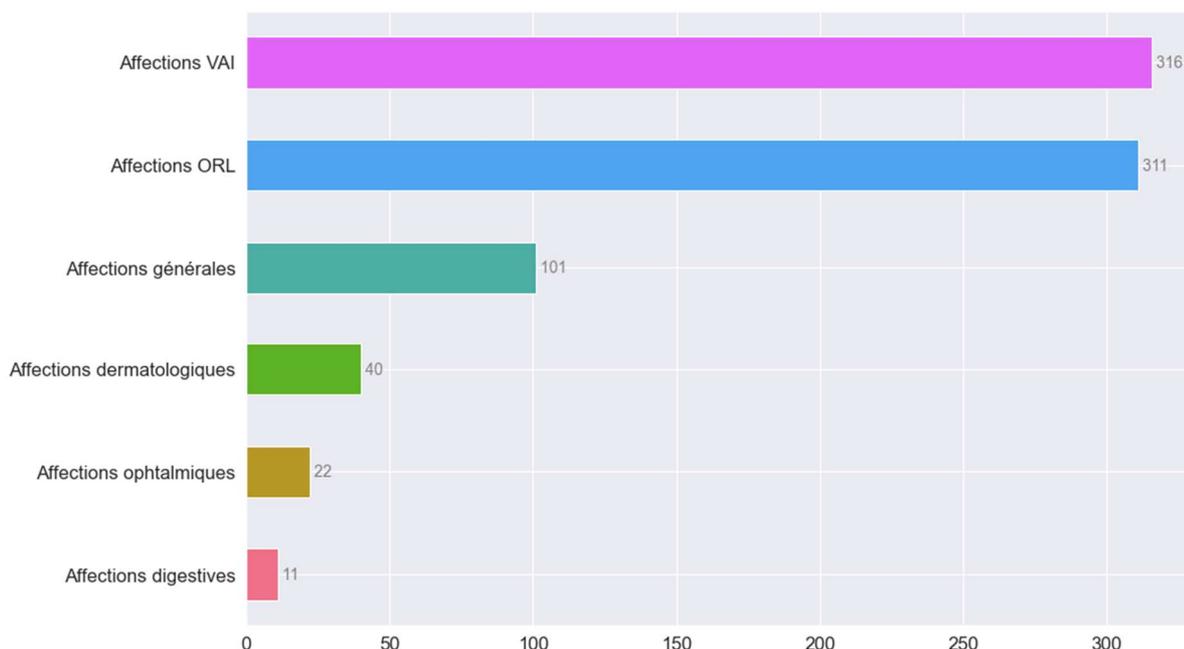


Figure 17 : Symptômes et pathologies mentionnés par le médecin prescripteur de 2016 à 2020



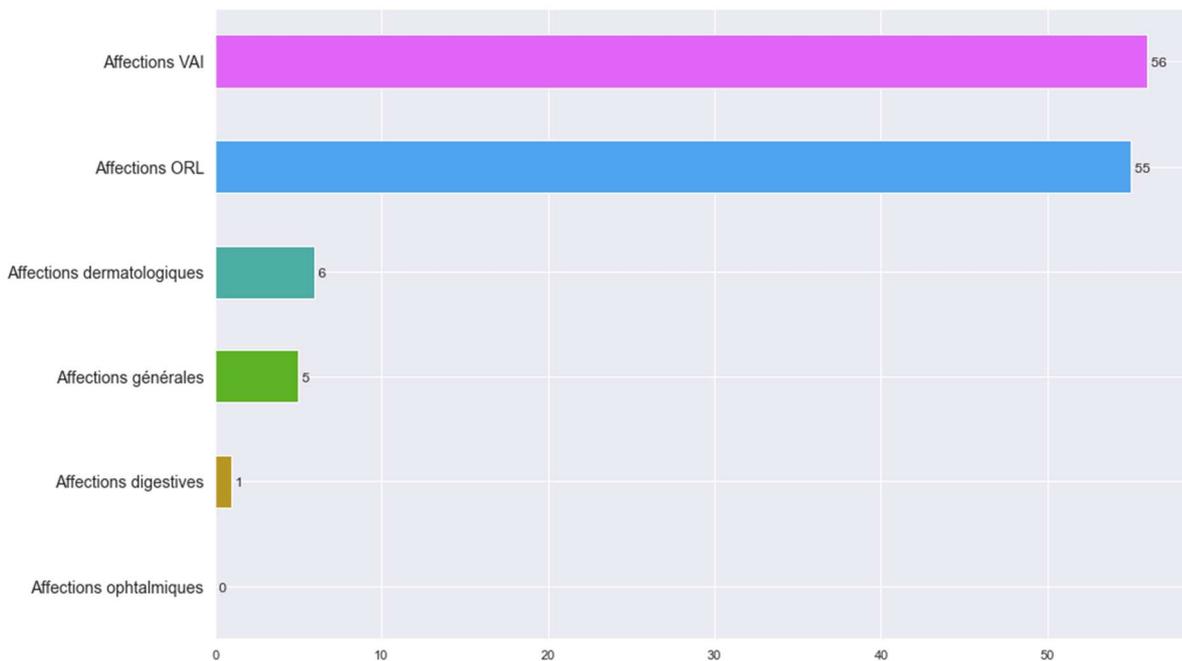


Figure 18 : Symptômes et pathologies mentionnés par le médecin prescripteur pour les enfants de 0 à 6 ans, de 2016 à 2020

Au niveau des allergies, il y a pratiquement autant de demandes médicales pour des patients allergiques aux moisissures que des pour des personnes allergiques aux acariens (9% pour chaque catégorie). Ces chiffres ne correspondent pas au nombre total de patients allergiques car ce n'est pas une information obligatoire à mentionner dans la demande médicale et que les tests d'allergie ne sont pas systématiquement faits avant notre visite. Ces valeurs sont donc sous-estimées. Quelques cas d'allergies au chat, au chien ou au cafard ont été mentionnés.

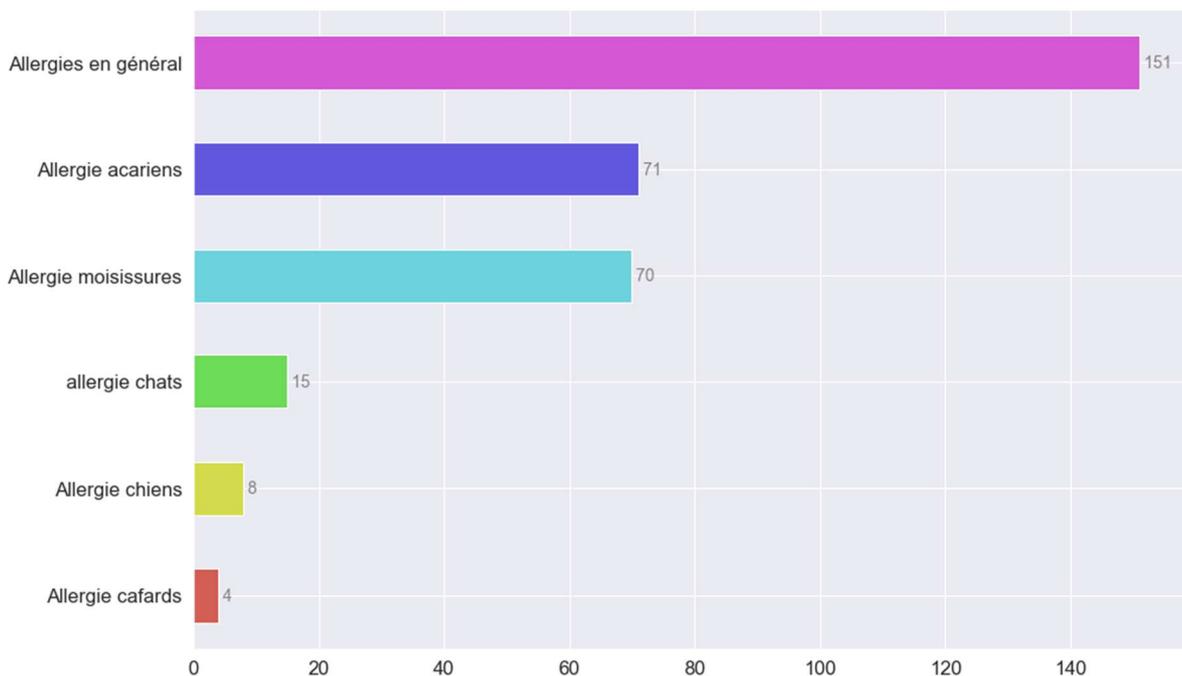


Figure 19 : Types d'allergies mentionnés par le médecin prescripteur de 2016 à 2020



## 5.2. Problèmes de santé évoqués par le patient

Lorsque le volet "Santé" du questionnaire est complété avec les patients, 82% de ceux-ci mentionnent avoir des problèmes ORL (sinusites, rhinites, etc) et 66% des affections des voies aériennes basses (bronchites, asthme, etc). Par rapport aux informations fournies par le médecin, beaucoup plus de patients signalent souffrir de symptômes généraux tels que maux de tête, vertiges, ... (68%). Les problèmes dermatologiques et ophtalmiques impactent le.la patient.e dans respectivement 37 et 35% des cas. Ce sont les atteintes digestives qui sont les moins citées avec 23% (figure 20).

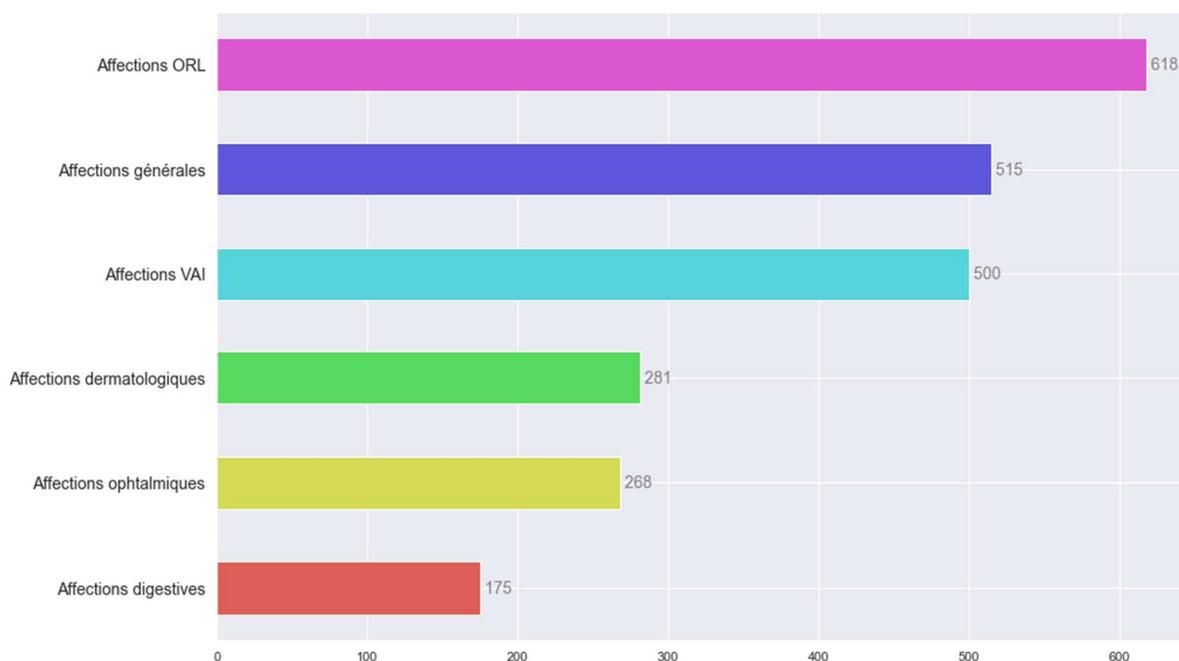


Figure 20 : Symptômes et pathologies mentionnés par le.la patient.e de 2016 à 2020

Les patients signalent souffrir principalement d'allergies aux acariens (32%) et pour 19% d'allergies aux moisissures, mais souvent également d'allergies aux poils d'animaux ou à la poussière (respectivement 16 et 14%).



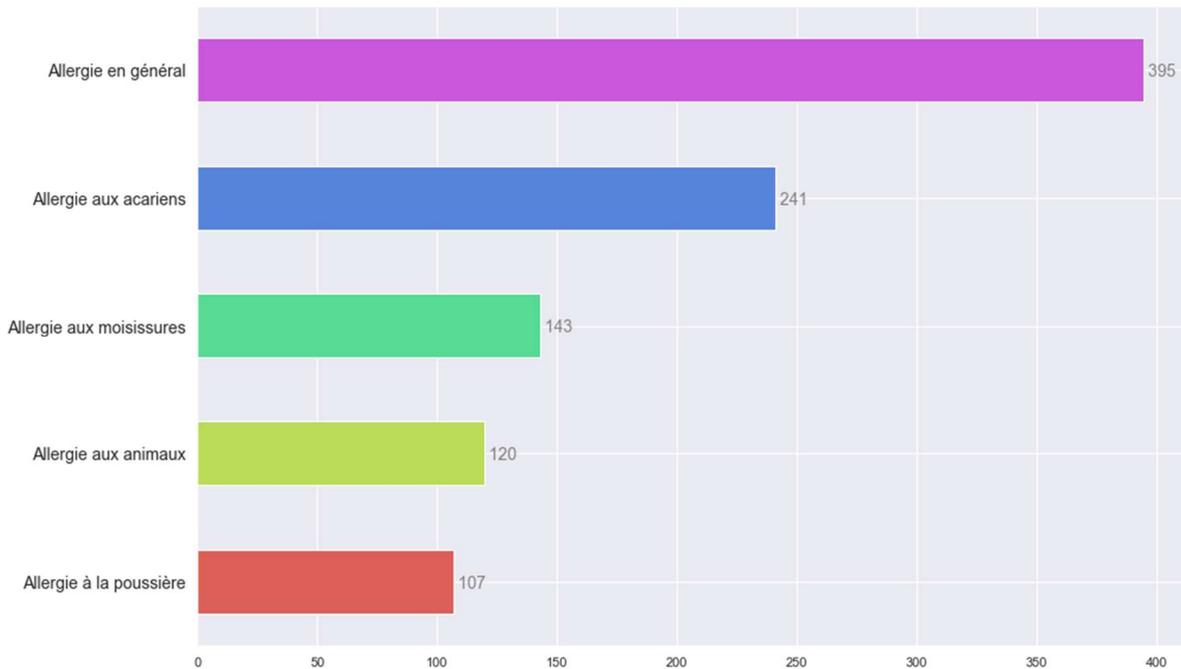


Figure 21 : Types d'allergies mentionnés par le.la patient.e de 2016 à 2020

### 5.3. Analyses statistiques des données de santé

Des analyses statistiques<sup>2</sup> sur l'ensemble des données de santé selon l'avis du médecin et l'avis du.de la patient.e ont été réalisées pour les enquêtes s'étant déroulées de 2001 à 2017. Plusieurs paramètres ont été étudiés: l'influence des saisons, l'âge du.de la patient.e, le tabagisme

En général, le profil des problèmes de santé reste stable à travers les saisons. En été, les patients se plaignent un peu moins de problèmes de santé sauf pour l'éternuement. Entre octobre et mars, ils indiquent un peu plus de difficultés respiratoires et d'infections chroniques des voies aériennes inférieures (figure 22).

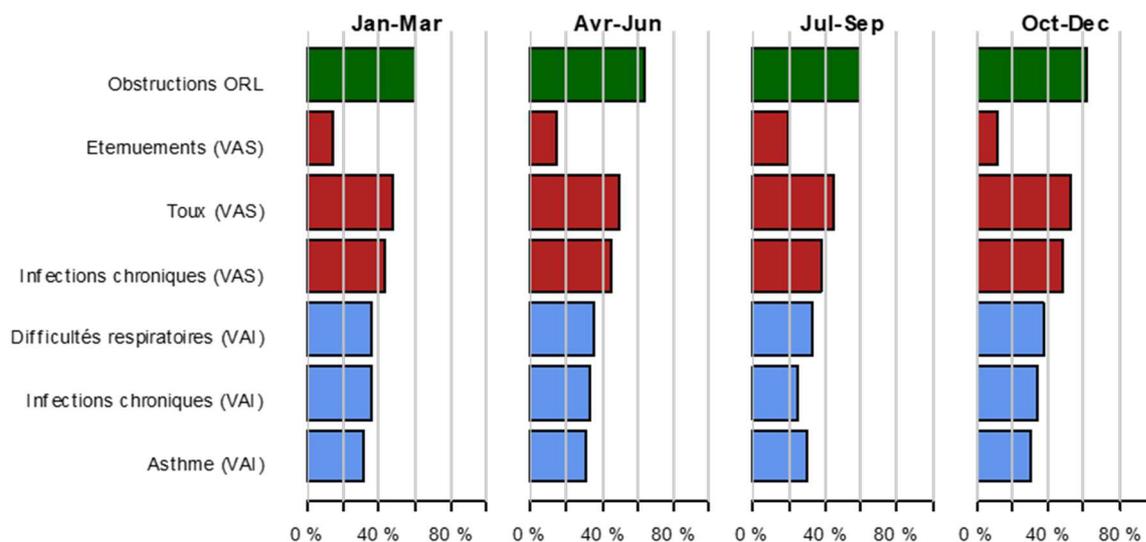


Figure 22 : Fréquence des pathologies par période des saisons (selon le.la patient.e).

<sup>2</sup> Les méthodes statistiques utilisées étaient pour les variables explicatives qualitatives : le test statistique d'indépendance du chi<sup>2</sup> de Pearson ainsi que la régression logistique univariée avec l'odd-ratio, et étaient pour les variables explicatives quantitatives : le test de Kruskal-Wallis, le test de Mann-Whitney-Wilcoxon, l'ANOVA, le test t de Student et le modèle linéaire généralisé.



La distribution détaillée des problèmes de santé du/de la patient.e en fonction de son âge est la suivante: les patients de plus de 6 ans ont tendance à présenter plus d'éternuements, de difficultés respiratoires, et d'asthme et moins d'obstructions ORL, de toux, et d'infections chroniques des voies aériennes inférieures (figure 23). Les jeunes patients (0-6 ans) ont plus d'infections chroniques des voies aériennes inférieures et de la toux mais moins d'asthme, maladie qui se développe plus tard dans la vie. Le choix de séparer la population en groupes d'âge : 0-6 ans et > 6 ans fait suite à une classification de l'OMS.

Lors du croisement des données de santé avec l'indication d'être fumeur ou pas par le/la patient.e, les chiffres montrent que la fréquence des problèmes de santé est légèrement supérieure chez les fumeurs et fumeurs passifs.

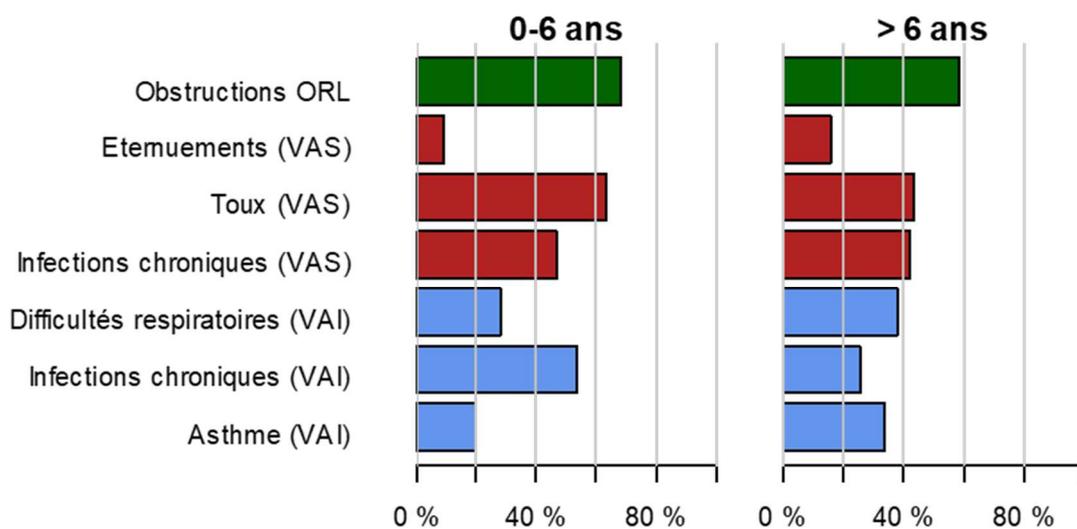


Figure 23 : Distribution des problèmes de santé par groupe d'âge (selon les patients).



## POLLUANTS CHIMIQUES

Initialement, et pendant les 15 premières années de fonctionnement du service, lorsqu'une enquête CRIPI était réalisée, un protocole complet de recherche de polluants intérieurs aussi bien biologiques que chimiques était réalisé au domicile du/de la patient.e. Il s'agissait principalement d'analyser l'air du logement, le matelas de la ou des personne.s malade.s ainsi que la présence de plomb dans les peintures. Ensuite, le protocole d'enquête s'est allégé. Depuis 2016, une visite CRIPI sera ciblée sur les polluants en lien avec le type de pathologie mais également suivant la problématique suspectée (odeur, humidité visible, moisissures, ...). Dans les cas où aucune piste de polluant n'est suspectée, un protocole complet sera appliqué (recherche de polluants chimiques et biologiques). Dans tous les cas, les mesures de paramètres physiques telles que température ambiante et humidité relative, seront réalisées, ainsi que la mesure de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).

Pour les composés chimiques, le protocole complet initial a permis l'obtention de données qui ont fait l'objet d'analyses statistiques et dont les conclusions sont présentées dans ce chapitre.

Les polluants chimiques pouvant être analysés par la CRIPI sont les suivants:

- composés organiques volatils (COV)
- formaldéhyde
- plomb dans les peintures
- plomb dans l'eau
- particules fines
- monoxyde de carbone
- dioxyde de carbone

Ce sont des polluants assez typiques de l'air intérieur. Ils peuvent différer des polluants dont on parle en air extérieur et qui sont principalement émis par le trafic routier, les systèmes de chauffage, etc.

En air intérieur, les normes de référence ou valeurs guide sont très peu nombreuses. Certains pays ont leurs propres normes pour des polluants courants ou ayant un intérêt sanitaire. Des normes existent également au niveau européen ou de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Etant donné qu'au niveau belge les valeurs de référence sont rares, les polluants analysés ci-dessous seront discutés en termes de percentiles.

Le percentile X est la valeur telle que X% des données lui sont inférieures et, inversement, (100-X)% des données, lui sont supérieures. Les mesures ont essentiellement été réalisées dans les principales pièces de vie: Living (A), Cuisine (B), Chambre des parents (C), Chambre des enfants (D), Salle de bains (F) et l'extérieur (E).

Un prélèvement d'air extérieur permet de vérifier si tout polluant trouvé dans l'air intérieur proviendrait d'une source extérieure. Cependant, il faut indiquer qu'on demande aux patients de fermer leurs fenêtres à partir de la veille de l'enquête.

Les chiffres ci-dessous portent sur l'analyse de 2429 enquêtes chimiques menées de 2000 à 2020.

### 1. COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS TOTAUX

Les prélèvements d'air se font par diffusion passive radiale à l'aide de système Radiello avec du Tenax comme adsorbant, permettant l'adsorption de composés organiques volatils (COVs). Les composés retenus sur la cartouche seront ensuite désorbés thermiquement et quantifiés par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-MS).

Le temps de prélèvement est d'environ 1 heure. Les résultats sont exprimés en µg/m<sup>3</sup>.





Photo 1 : Radiello pour l'analyse des COVs (Source : CRIPI)

La valeur des COV totaux correspond à la somme de tous les composés organiques volatils quantifiés en laboratoire. Il s'agit d'une liste de 39 composés ([annexe 2](#)).

La gamme de confort pour les concentrations en COV totaux recommandée aux Etats-Unis est de 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La valeur de la médiane dans les 5 principales pièces de vie se situe à 81  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ce qui est bien en deçà de la valeur de 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  recommandée par les Etats-Unis (Mølhave, 1986). Toutefois, la valeur de 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  est dépassée dans un peu plus de 13% des habitations visitées par CRIPI. La valeur médiane à l'extérieur des habitations est à 36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La valeur moyenne à l'intérieur se situe à 113  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  alors qu'elle est de 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à l'extérieur.

Les concentrations moyennes et médianes en COV totaux sont donc plus élevées à l'intérieur qu'à l'extérieur des habitations. Cela veut donc dire que, pour cette catégorie de polluants mesurés, l'air intérieur est plus pollué que l'air extérieur. Par contre, on n'observe pas de différences significatives entre les différentes pièces de l'habitation.

Nous nous sommes attardés sur certains composés organiques volatils pour lesquels les concentrations mesurées étaient les plus importantes. Il s'agit du benzène, du toluène, des terpènes (limonène et pinène).

### 1.1. Benzène

Le benzène est une substance cancérigène généralement émise par la fumée de tabac, les produits d'entretien, les peintures, les désodorisants pour l'air, certains pesticides, les processus de combustion, les matériaux de construction et d'ameublement, les produits de bricolage, ... Le benzène peut également provenir de l'air extérieur (trafic, pompes à essence à proximité, zone industrielle, ...).

Le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSPHF, 2007) préconise 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  comme valeur de qualité de l'air intérieur. L'OMS ne recommande aucune valeur guide pour le benzène car ce composé est reconnu comme cancérigène. En comparaison, la norme européenne est de 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour l'air extérieur (Directive Benzène, 2000).

La concentration médiane à l'intérieur des habitations est de 3,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (calculé sur l'ensemble des pièces). Elle est de 1,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à l'extérieur des habitations. La moyenne à l'intérieur des habitations sur les 5 principales pièces de vie est de 5,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Elle est de 2,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à l'extérieur (figure 24).



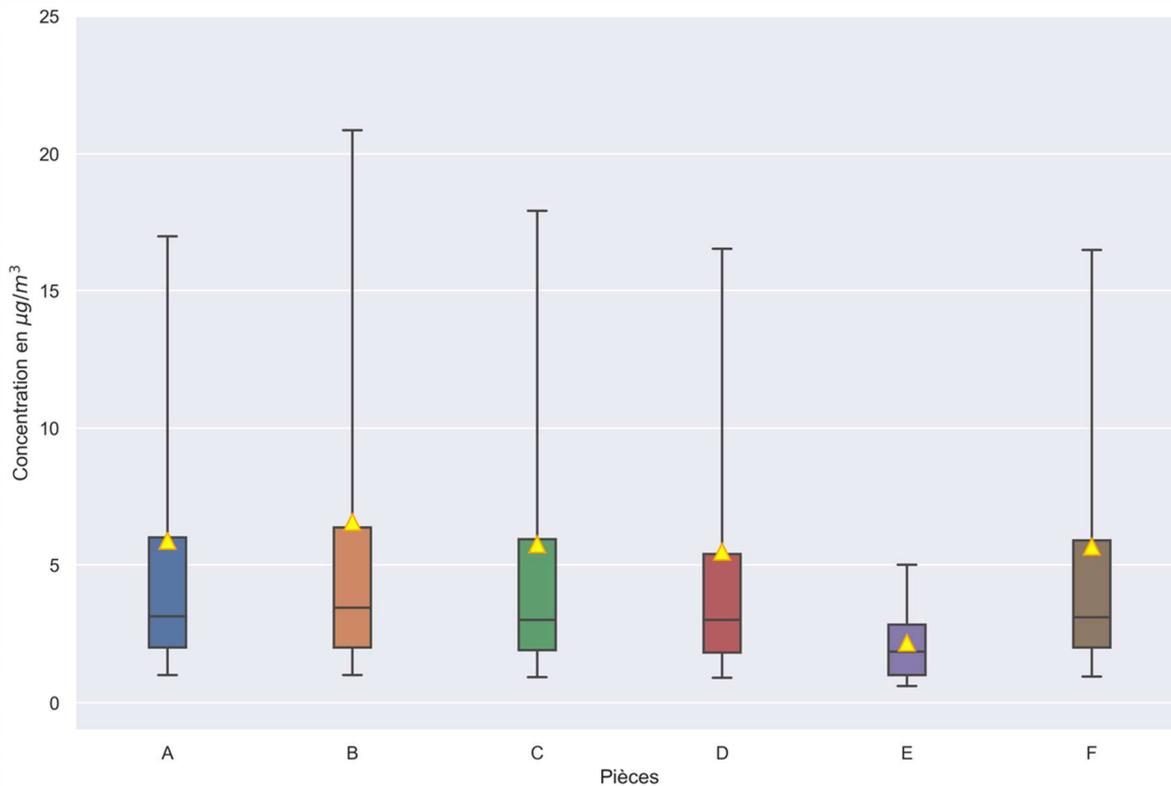


Figure 24 : Concentrations en benzène dans les living (A), cuisines (B), chambres parents (C), chambres enfants (D), extérieur (E) et salles de bain (F) (Données de 2000 à 2020). Le trait en milieu de boîte à moustache correspond à la valeur médiane et le triangle jaune à la valeur moyenne. Le trait supérieur équivaut à la valeur du Percentile 95 et le trait inférieur à celle du percentile 5.

Les concentrations moyennes et médianes en benzène sont donc plus élevées à l'intérieur qu'à l'extérieur des habitations.

Les concentrations en benzène sont légèrement supérieures dans les cuisines par rapport aux autres pièces de l'habitation. La fumée de tabac, l'utilisation de produits d'entretien, les peintures, ... pourraient expliquer des concentrations plus élevées en benzène dans les cuisines.

Si on analyse les données obtenues sur les différents mois de l'année, les concentrations en benzène à l'intérieur des habitations sont plus faibles pendant les mois d'été, principalement pendant les mois de juillet et d'août.

Concernant l'effet de la température : la concentration médiane en benzène à l'intérieur est un peu plus élevée lorsque la température à l'extérieur est inférieure à 10°C. Si l'on tient compte de la marge d'erreur sur la mesure et des taux mesurés relativement bas (< 5 µg/m³), la différence de concentration ne semble pas être significative. La concentration médiane en benzène à l'extérieur est aussi un peu plus élevée lorsque la température à l'extérieur est inférieure à 10°C.

On observe donc les mêmes tendances à l'intérieur et à l'extérieur pour les concentrations en benzène en fonction de la température à l'extérieur.

## 1.2. Toluène

Le toluène trouve sa source dans de nombreux solvants (peinture, vernis, colles, laques, ...), détergents, parfums, certains traitements du bois, cires pour bois, désinfectants, adhésifs, moquettes, tapis, vapeurs d'essence, ...

L'OMS recommande de ne pas dépasser 260 µg/m³ en moyenne sur une semaine (OMS Toluène, 1987). À l'intérieur, la valeur de la médiane est de 12 µg/m³, cela représente près du double de la valeur médiane de 5.6 µg/m³ observée à l'extérieur. La moyenne sur les 5 principales pièces de vie est de 20 µg/m³. La moyenne à l'extérieur est de 8 µg/m³.

Comme pour le benzène, les concentrations moyennes et médianes en toluène sont donc plus élevées à l'intérieur qu'à l'extérieur des habitations (figure 25). Par contre, on n'observe pas de différence statistiquement significative entre les différentes pièces du logement, sauf lorsque des garages ont été analysés. Ceux-ci



montraient généralement des valeurs en toluène plus élevées, du fait de la présence de véhicules dans le garage et/ou du stockage de produits de bricolage.

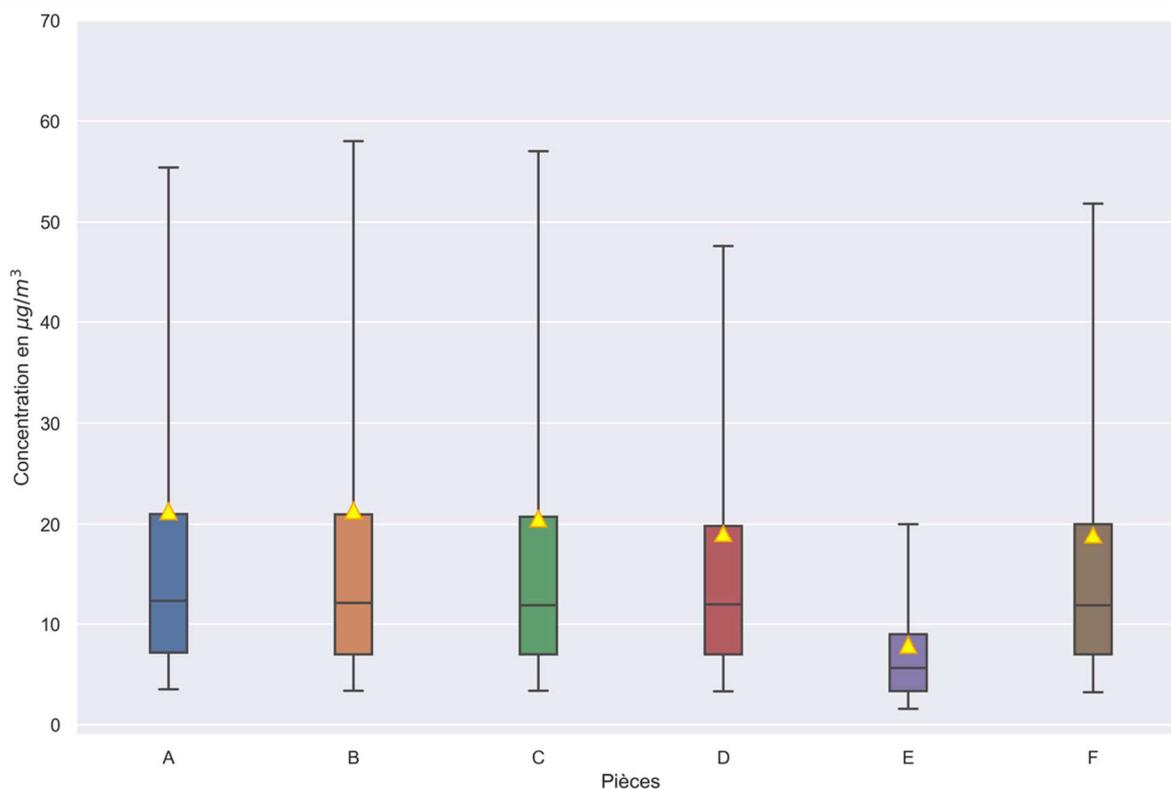


Figure 25 : Concentrations en toluène dans les living (A), cuisines (B), chambres parents (C), chambres enfants (D), extérieur (E) et salles de bain (F). Le trait en milieu de boîte à moustache correspond à la valeur médiane et le triangle jaune à la valeur moyenne. Le trait supérieur équivaut à la valeur du Percentile 95 et le trait inférieur à celle du percentile 5.

Les concentrations en toluène à l'intérieur ne suivent pas une tendance particulière au cours des mois de l'année. Les concentrations médianes en toluène sont les plus élevées aux mois de juin et de septembre et les plus faibles aux mois de mars et de juillet. Une évolution similaire de concentration en fonction des mois est observée pour les concentrations en toluène mesurées à l'extérieur, mais avec des concentrations plus faibles.

La température extérieure influence la concentration en toluène de la même manière pour l'air extérieur et l'air intérieure.

La concentration en toluène est faiblement plus élevée lors de la présence d'un garage attenant à l'habitation.

### 1.3. Terpènes

Le limonène et l' $\alpha$ -pinène font partie de la famille des terpènes. Le limonène est une substance naturelle retrouvée absolument partout dans l'atmosphère terrestre, aussi bien en milieu naturel, urbain qu'à l'intérieur des habitations. En effet, le limonène est spontanément produit et émis par certains végétaux. Arbres, plantes, fruits le diffusent dans les airs. Le pinène est très volatil, il est émis par les forêts de pins en quantité importante.

En milieu intérieur, limonène et pinène sont utilisés principalement dans les parfums d'intérieurs, les huiles essentielles, les désodorisants, les produits ménagers, les cires pour les meubles, les peintures naturelles ou écologiques, les meubles en bois et autres matériaux en bois ou dérivés du bois, ...

Aucune valeur guide n'existe actuellement pour ces 2 substances que l'on retrouve très fréquemment comme composés prédominants dans les habitations. En Autriche, la valeur guide pour la somme des terpènes (limonène +  $\alpha$ -pinène + carène + ...) est de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Schleibinger et al., 2002). Des études montrent qu'ils auraient un effet irritant et sensibilisant.



### 1.3.1.Limonène

La médiane à l'intérieur est de 18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  alors qu'elle est de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à l'extérieur. La moyenne à l'intérieur est de 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  alors qu'elle est de 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à l'extérieur.

Comme pour les précédents polluants, les concentrations moyennes et médianes en limonène sont plus élevées à l'intérieur qu'à l'extérieur des habitations. On n'observe pas de différences statistiquement significatives entre les différentes pièces de l'habitation (figure 26).

Les concentrations médianes en limonène à l'intérieur des habitations sont les plus élevées pendant les mois d'hiver et les plus faibles pendant les mois d'été de juillet, d'août et de septembre. On observe une diminution importante de la concentration en limonène entre le mois de janvier et le mois d'août suivi d'une augmentation relativement importante jusqu'au mois de décembre. Les concentrations médianes en limonène sont 3 fois plus élevées en hiver pendant les mois de décembre à février que pendant l'été de juillet à septembre. Le fait de ne pas aérer davantage les logements l'hiver que l'été contribue certainement à ce constat.

À l'extérieur, si l'on étudie les valeurs minimales et maximales des médianes sur l'ensemble des mois, la concentration maximale médiane en limonène en janvier est 1,8 fois plus élevée que la concentration minimale médiane en limonène en août.

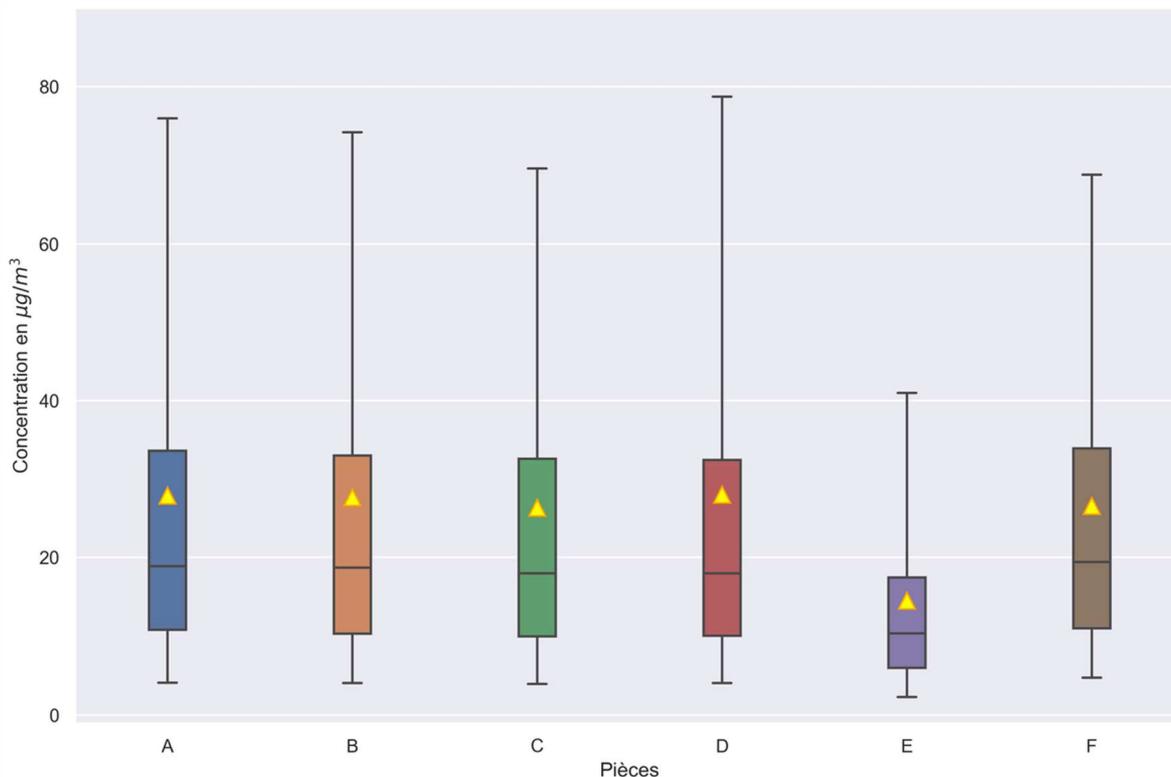


Figure 26 : Concentrations en limonène dans les living (A), cuisines (B), chambres parents (C), chambres enfants (D), extérieur (E) et salles de bain (F). Le trait en milieu de boîte à moustache correspond à la valeur médiane et le triangle jaune à la valeur moyenne. Le trait supérieur équivaut à la valeur du Percentile 95 et le trait inférieur à celle du percentile 5.

Les différences de concentration en limonène à l'intérieur et à l'extérieur sont les plus faibles du mois de juin à septembre. L'effet de la ventilation et de l'aération plus importante en été qu'en hiver dans les habitations pourrait expliquer cette différence.

La concentration médiane en limonène à l'intérieur des habitations pour des températures en extérieur inférieures à 10°C est presque 2 fois plus élevée que celle observée lorsque les températures en extérieur sont supérieures à 17°C. La diminution de l'aération des habitations en hiver peut expliquer l'augmentation de la concentration à cette période de l'année.



La concentration médiane en limonène à l'extérieur des habitations ne change pas significativement en fonction des gammes de températures. Les sources de limonène à l'extérieur semblent donc être quasi constantes quelle que soit la température.

### 1.3.2. $\alpha$ -pinène

La valeur médiane de l'  $\alpha$ -pinène à l'intérieur est de 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  alors qu'elle est de 2,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à l'extérieur. La moyenne à l'intérieur des habitations sur les 5 principales pièces de vie est de 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  alors qu'elle est de 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à l'extérieur (figure 27).

Comme pour les précédents polluants, les concentrations moyennes et médianes en  $\alpha$ -pinène sont donc plus élevées à l'intérieur qu'à l'extérieur des habitations. Les concentrations en  $\alpha$ -pinène sont légèrement supérieures dans les chambres enfant par rapport aux autres pièces de l'habitation.

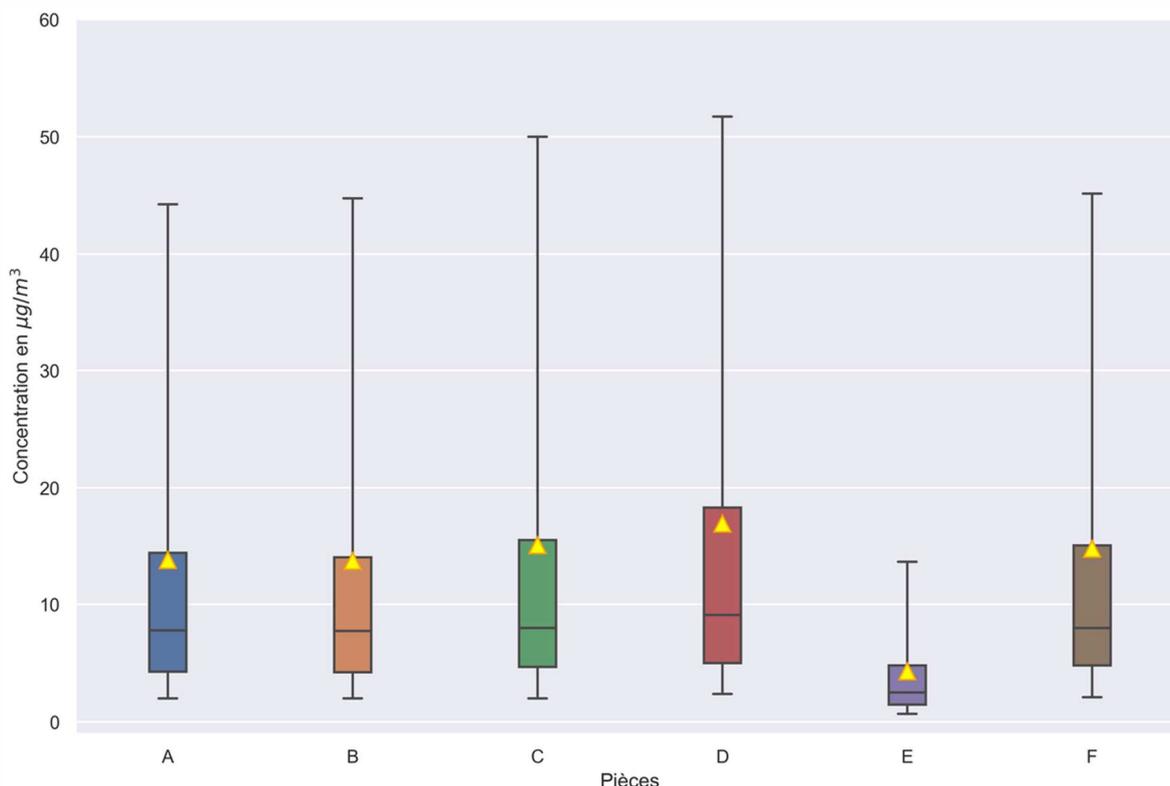


Figure 27 : Concentrations en  $\alpha$ -pinène dans les living (A), cuisines (B), chambres parents (C), chambres enfants (D), extérieur (E) et salles de bain (F). Le trait correspond à la valeur médiane et le triangle jaune à la valeur moyenne.

L'évolution des concentrations médianes en  $\alpha$ -pinène à l'extérieur des habitations au cours des mois est similaire à l'évolution des concentrations médianes en  $\alpha$ -pinène à l'intérieur des habitations. On trouve à l'extérieur des concentrations médianes plus élevées en juin, en juillet, en octobre et lorsque les températures sont supérieures à 17°C. Cette augmentation des concentrations est peut-être due à la floraison des plantes et à l'augmentation de production de  $\alpha$ -pinène durant ces mois et lorsque la température est supérieure à 17°C.

L'influence des concentrations en limonène et en  $\alpha$ -pinène peut provenir de l'utilisation de désodorisants pour l'air. A ce titre, 49% des habitations visitées par CRIPI contiennent et/ou utilisent des parfums d'ambiance. Les différentes formes de désodorisants sont : les sprays (utilisés dans 24% des cas), bougies (pour 11% des habitations), encens, diffuseurs liquides (9% pour ces 2 catégories) et huiles essentielles (8% des patients en font usage).



## 2. FORMALDEHYDE

Le formaldéhyde est un composé organique volatil qui peut être émis par la colle utilisée dans les bois agglomérés, mais aussi par les produits d'entretien, peintures, désinfectants, parfums d'ambiance, ...

Le formaldéhyde peut provoquer des irritations des yeux, du nez et des voies respiratoires. En 2004, il a été classé cancérigène de type 1 (CIRC).

Le formaldéhyde a été mesuré au moyen d'un analyseur portable Interscan, modèle 4160 avec cellule électrochimique.



Photo 2 : Appareil Interscan pour la mesure du formaldéhyde (Source : CRIPI)

Une valeur guide de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur une durée de 30 minutes est recommandée par l'OMS (OMS Formaldéhyde, 2010) pour empêcher une irritation sensorielle dans la population en général. La valeur médiane se situe à  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La valeur guide de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  n'est dépassée que dans un peu plus de 3% des logements (avec minimum une pièce  $>100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). En France, L'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation) recommande des concentrations de formaldéhyde de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à court terme (sur 2 heures) et de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à long terme ( $>1\text{an}$ ). La valeur à long terme est dépassée dans plus de 97% des logements (minimum 1 pièce  $>10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

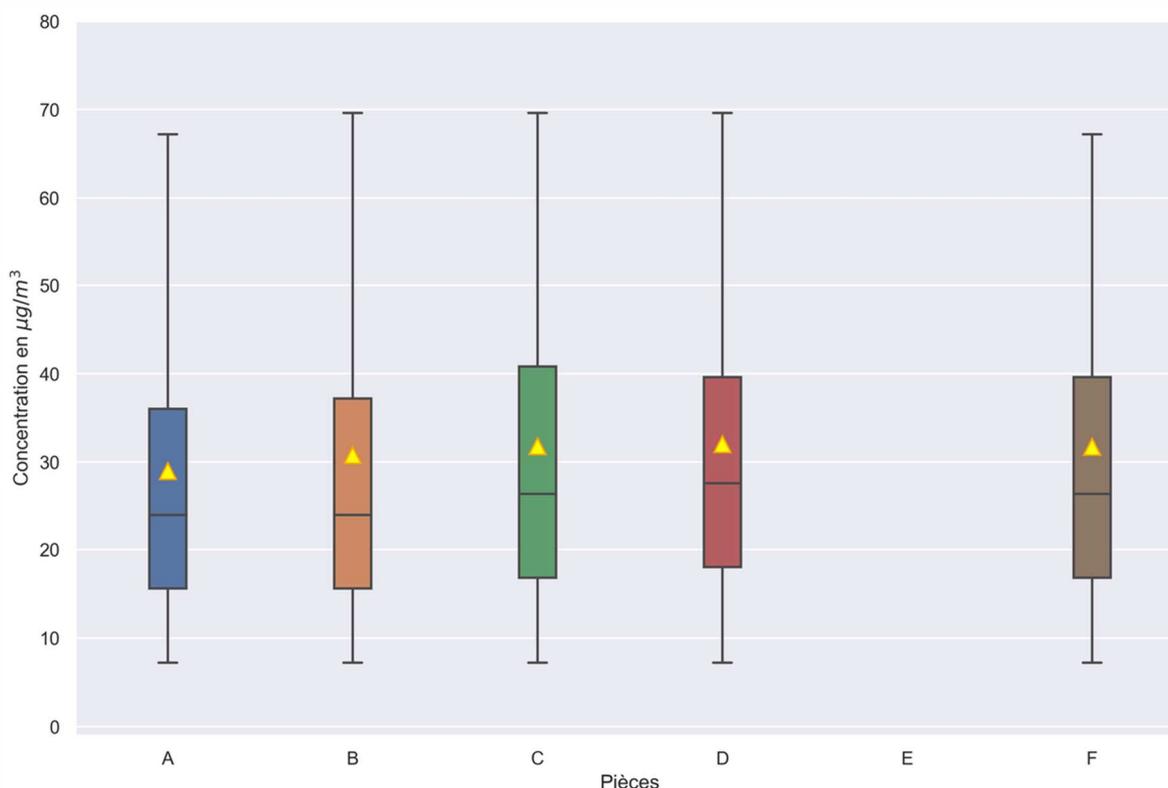


Figure 28 : Concentrations en formaldéhyde dans les living (A), cuisines (B), chambres parents (C), chambres enfants (D), extérieur (E) et salles de bain (F). Le trait en milieu de boîte à moustache correspond à la valeur médiane et le triangle jaune à la valeur moyenne. Le trait supérieur équivaut à la valeur du Percentile 95 et le trait inférieur à celle du percentile 5.

Les concentrations moyennes ( $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et médianes ( $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en formaldéhyde mesurées dans les différentes pièces de l'habitation sont proches (figure 28). On observe que les concentrations en formaldéhyde sont faiblement plus élevées dans la chambre des enfants (D), la chambre des parents (C), et la salle de bains (F) par rapport aux concentrations en formaldéhyde mesurées dans le living (A). Le formaldéhyde n'a pas été mesuré dans l'air extérieur car ce n'est pas relevant.



### 3. INDICE CHIMIQUE

Sur base des données obtenues et afin de pallier au manque de normes en milieu intérieur, un indice global de pollution intérieur a été établi. Il est basé sur les valeurs des percentiles P20, P50, P70 et P95 calculées sur les données des enquêtes CRIPI 2000 à 2020, et représentant une moyenne sur toutes les pièces de l'habitat (living, cuisine, chambre parents, chambre enfants, salle de bains).

6 catégories de valeurs ont été répertoriées, l'indice variant d'"excellent" à "exécrable", et ce pour les 6 polluants les plus fréquemment rencontrés dans l'habitat (benzène – toluène – trichloréthylène – tétrachloroéthylène – limonène – formaldéhyde) et également pour la somme des composés organiques volatils mesurés (TVOC figure 29).



Figure 29 : Exemple d'indice global de pollution intérieure qualifié de « bon » pour l'ensemble des composés organiques volatils mesurés en air intérieur par CRIPI.

Dans le cas d'une contamination par un polluant particulier (haute concentration observée pour l'un des 6 polluants principaux – figure 30), un indice de pollution chimique spécifique à ce polluant a été calculé selon le même principe. Cela permet d'ajouter une information à l'indice global en indiquant l'indice du polluant spécifique, qui peut être qualifié par exemple de "mauvais" alors que l'indice global est "bon", uniquement parce que sa contribution au calcul des COVs totaux n'influence pas suffisamment la valeur totale en COVs.



Figure 30 : Exemple d'un indice qualifiant l'habitat de « mauvais » dans le cas du limonène.

Cet outil permet d'illustrer la qualité chimique soit de l'air du logement (indice global), soit pour un polluant chimique (indice par polluant). Cette visualisation rend la lecture directe et aisée aussi bien pour le médecin que pour le patient.e.

### 4. PLOMB

Les vieilles peintures contenant du plomb sont dangereuses quand elles s'écaillent ou qu'elles sont réduites en poussière. L'exposition au plomb survient surtout chez les jeunes enfants qui avalent ces poussières ou écailles de peintures. Les conséquences peuvent être graves sur le système nerveux central, les reins et la moelle épinière. Une intoxication aiguë ou chronique par le plomb est appelée saturnisme.

En Belgique, une loi interdit la céruse au plomb dans les peintures pour l'intérieur depuis 1926. Depuis 1977, le fabricant doit signaler la présence de plomb dans une peinture à partir d'une concentration de 0,5% et mentionner que cette peinture ne peut pas être utilisée sur des objets qu'un enfant peut sucer. En 1993, cette concentration à partir de laquelle il faut signaler la présence de plomb a été ramenée à 0,15%. En France, le code de la santé publique - mesures d'urgence contre le saturnisme - estime qu'il y a un risque d'intoxication au plomb si des surfaces dégradées (écaillées) contiennent une concentration de plomb supérieure à 1000 µg/cm<sup>2</sup> (Décret Plomb, 1999) (XRF). Datant d'août 2008, une évaluation du risque d'exposition au plomb doit être annexée à tout contrat de location et de vente d'un logement ancien (datant d'avant 1949) afin de limiter le saturnisme. En Belgique, il n'y a pas d'équivalent à cette législation.

Le plomb est mesuré dans les couches de peinture superficielles à l'aide d'un appareil portable à fluorescence X, modèle XL2.



Depuis 2014, des mesures de plomb ont été jugées nécessaires dans 455 enquêtes sur un total de 1126. Les mesures se font généralement au niveau des murs, des portes, des chambranles, des cages d'escaliers et des châssis de fenêtre. 106 logements avaient minimum 1 mesure positive, soit supérieure à 1000  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ . Ce sont les cages d'escaliers qui, avec 64%, présentent le plus souvent des taux élevés en plomb dans la peinture recouvrant les rampes, les barreaux, les marches et les limons. Ensuite les portes et les chambranles contiennent du plomb dans la peinture de 11% des supports analysés. Viennent alors les moulures sur les murs et les châssis de fenêtre dans 3% des cas environ.



Photo 3 : Appareil Niton pour la mesure du plomb (Source : CRIPI)

## 5. MONOXYDE DE CARBONE - CO

L'intoxication au CO, gaz incolore, inodore et très diffusible, peut entraîner des problèmes chroniques (maux de tête, fatigue, nausée, vertige, troubles psychiques, ...). A forte concentration, il est responsable de 20 à 30 décès par an en Belgique. Ces intoxications augmentent particulièrement entre octobre et avril au moment de l'utilisation des appareils à combustion et lorsque la ventilation du logement est réduite pour éviter les pertes de chaleur.

Des mesures de monoxyde de carbone sont effectuées lorsqu'un appareil de production d'eau chaude ou de chaleur est présent dans le logement (chauffe-eau, convecteur au gaz, chaudière) et est susceptible d'émettre du monoxyde de carbone (doute sur le bon fonctionnement ou sur la bonne évacuation de gaz brûlés). L'appareil utilisé pour la mesure est le Delta Ohm HD21ABE17.

Sur un total de 114 enquêtes avec mesure de monoxyde de carbone, 20 appareils (dont 13 chauffe-eaux) dégagent un taux de CO supérieur ou égal à 25 ppm (recommandé par l'OMS comme valeur à ne pas dépasser sur une période d'1 heure, OMS CO, 2000). 11 mesures dépassent la valeur de 90 ppm, recommandée sur une période de 15 minutes maximum. La valeur maximale atteinte est de 1250 ppm pour un chauffe-eau de 5 litres sans évacuation extérieure placé dans une cuisine.

Avec l'apparition de plus en plus fréquente des chaudières individuelles avec détecteur de CO intégré, le nombre de situations problématiques concernant le CO a diminué. Depuis la généralisation du chauffage central, la présence de convecteurs au gaz a fortement diminué. La disparition des chauffe-eaux de 5 litres au gaz aide également à l'amélioration de la problématique du CO.

Notons que l'appareil Delta Ohm est utilisé à chaque visite pour les mesures de température ambiante et humidité relative. Nous avons donc un contrôle systématique des concentrations en monoxyde de carbone dans les logements visités et les taux obtenus sont généralement de 0 voire 1ppm.

## 6. PARTICULES FINES

En milieu extérieur, le seuil recommandé par l'OMS pour les PM10 a été ramené en 2021 de 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle, et 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière (OMS PM, 2010). La valeur limite européenne (qui ne tient pas compte de l'aspect santé) est moins stricte, avec 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en valeur annuelle (Directive PM, 2015).

Pour les PM 2,5, l'OMS recommande de ne pas dépasser 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle (25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 24h). Dans un objectif de protection de la santé publique, la directive européenne 2008/50/CE impose que la concentration moyenne annuelle en PM2.5 ne dépasse pas les 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Pour les particules liées au trafic et à l'industrie, les effets sur la santé se marquent surtout au niveau du système respiratoire (inflammations chroniques, crises d'asthme, épisodes aigus de bronchites chroniques) et cardiovasculaire. Plus les particules sont fines, plus elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et plus leur temps de séjour dans les voies aériennes est important (figure 31).



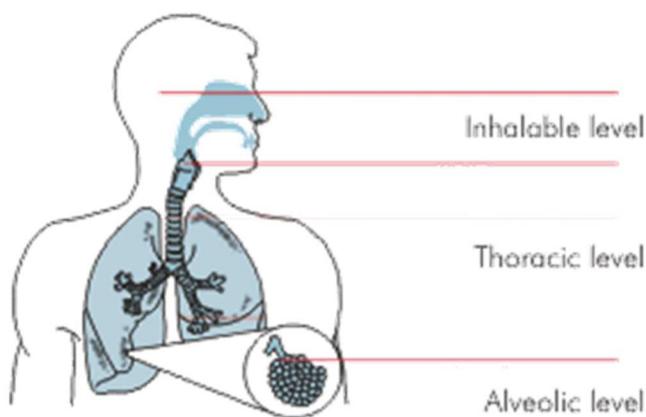


Figure 31 : Schéma du trajet des particules dans le système respiratoire  
 Source : <http://www.grimm-aerosol.com/html/fr/products/occupational-11xxfr.htm>

Afin de pallier au manque de données dans la littérature, surtout en ce qui concerne la mesure des particules fines en air intérieur, nous nous sommes d'abord intéressés à recueillir un maximum de données pour le living, la cuisine et la chambre du patient, tout habitat confondu, afin de pouvoir calculer des valeurs moyennes. Les résultats sont présentés au tableau 2. Ensuite (à partir de 2011) ces mesures n'ont été réalisées que sur plainte du patient ou à la demande spécifique du médecin : empoussièrément anormal signalé, tabagisme important, circulation automobile intense à proximité du logement, ...

Nous nous sommes focalisés sur les PM 10 et PM2.5. Le tableau ci-dessous illustre les valeurs mesurées dans les différentes pièces à l'aide d'un appareil DustTrak™ DRX Aerosol Monitor Model 8534. PM est l'acronyme de *Particulate Matter* et dans le cas des PM10, cela signifie que toutes les particules de diamètre inférieur à 10 microns sont prises en compte sans distinction de composition chimique ou d'aspect physique.

Médiane ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM1	PM2.5	PM10
Living	29	63	102
Cuisine	7	16	29
Chambre patient	19	36	71
Air extérieur – moyenne annuelle	/	5	15
Air extérieur – moyenne journalière	/	25	45

Tableau 2 : Valeurs médianes mesurées par CRIPI dans l'habitat bruxellois (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de 2006 à 2011 (76 mesures)

Par rapport aux mesures en air extérieur, on remarque que les valeurs sont plus élevées dans l'air intérieur. La valeur maximale atteint  $1038 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM1,  $1112 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM2.5 et  $1204 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM10.



Il faut également tenir compte de la nature des particules, qui diffère entre l'air intérieur et l'air extérieur. A l'intérieur, les particules proviennent principalement de la fumée de tabac, des activités liées à la cuisine, de la remise en suspension (textile), ... Les particules fines mesurées à l'extérieur proviennent, elles, de la combustion de diesel et d'essence des véhicules automobiles, les combustibles domestiques solides (charbon, lignite, biomasse), les activités industrielles, le transport routier, les activités agricoles ou minières, les travaux d'excavation.



Photo 4 : Appareil Niton pour la mesure du plomb (Source : CRIPi)

Notons également que les analyses sont faites en l'absence d'activités et donc de nombreuses particules ne sont pas remises en suspension (par ex. les poussières de matelas).

## 7. BLACK CARBON

Le *black carbon* est la fraction carbonée des particules fines résultant d'une combustion incomplète. Il se présente sous forme de particules dont le diamètre se situe entre 10 et 150 nm lors de l'émission, voire plus grand si il se présente sous forme agrégée à d'autres composés présents dans l'atmosphère. En région bruxelloise, le *black carbon* est émis principalement par le transport (moteur diesel) et le chauffage des bâtiments.

Il n'existe pas de valeurs guides en milieu intérieur.

Depuis 2019, des mesures de *black carbon* à l'aide d'un aethalomètre portable Aethlab AE51 ont été réalisées au domicile de 4 patients durant 1 semaine en continu.

Deux mesures ont été effectuées suite à des craintes concernant la présence d'un axe routier fort fréquenté de jour comme de nuit et sur lequel les pièces de vie du logement donnaient. Les concentrations moyennes de *black carbon* dans l'air intérieur des appartements étaient globalement satisfaisantes, avec des valeurs moyennes sur une journée toujours bien inférieures à  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , excepté à certains moments de la journée qui pourraient correspondre à l'ouverture des fenêtres.

Dans les deux autres domiciles, les patients suspectaient une pollution provenant de fumées de cheminée de restaurants de grillade ou de boulangerie dont les sorties se trouvaient à proximité directe de leur logement.

Une étude a été entreprise sur plusieurs jours. Des concentrations élevées en *black carbon* ont été mesurées à certains moments des trois premières journées. Lors de la deuxième série de prélèvement (1 mois plus tard), deux appareils ont été placés : un premier dans la chambre du patient et le second à l'extérieur afin d'identifier une potentielle source extérieure (cheminée du voisin? cheminée de la boulangerie?). Lors de ces mesures, on voit nettement que l'air extérieur influence l'air intérieur. Les concentrations sont toutefois plus élevées à l'intérieur qu'à l'extérieur.

Quant aux sorties de cheminées des restaurants, il n'a pas été possible de mettre en évidence l'effet d'une pollution localisée.



## 8. PARAMETRES D'AMBIANCE

### 8.1. Température ambiante et humidité relative

La température et le taux d'humidité sont systématiquement mesurés, et ce, à l'aide d'un appareil portatif Delta Ohm HD21ABE17. Les mesures ont été effectuées dans chaque pièce du logement analysée, ainsi qu'en extérieur (figures 32 et 33).

Les valeurs médianes de température et d'humidité relative, toutes pièces confondues, sont de 21°C et 57%, dans les 2 cas. La gamme de température recommandée est de 16 à 20°C (22°C maximum en dehors des périodes estivales). L'humidité relative doit idéalement être comprise entre 40 et 60% (70% dans les pièces d'eau comme la cuisine, la salle de bain et la buanderie). Si les températures mesurées au cours des enquêtes sont généralement satisfaisantes, l'humidité relative est souvent trop élevée puisque près de 50% des mesures dépassent les 60% recommandés. Quelques cas d'humidité trop basse dans les logements sont également recensés (moins de 15%) avec des taux compris entre 20 et 30%.

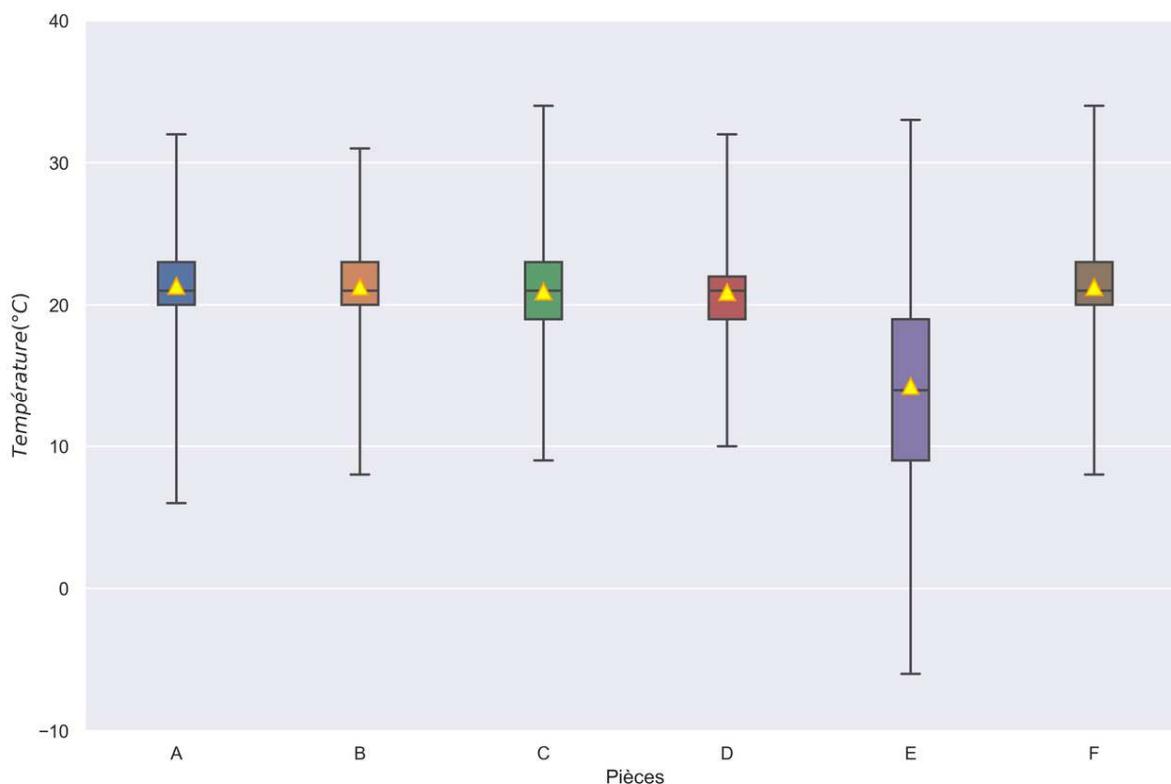


Figure 32 : Mesures de la température ambiante dans les living (A), cuisines (B), chambres parents (C), chambres enfants (D), extérieur (E) et salles de bain (F) de 2000 à 2020. Le trait en milieu de boîte à moustaches correspond à la valeur médiane et le triangle jaune à la valeur moyenne. Le trait inférieur correspond à la valeur minimale et le trait supérieur à la valeur maximale.

On remarque que l'humidité relative est souvent plus élevée en air extérieur. L'air intérieur est généralement plus humide dans les salles de bain.

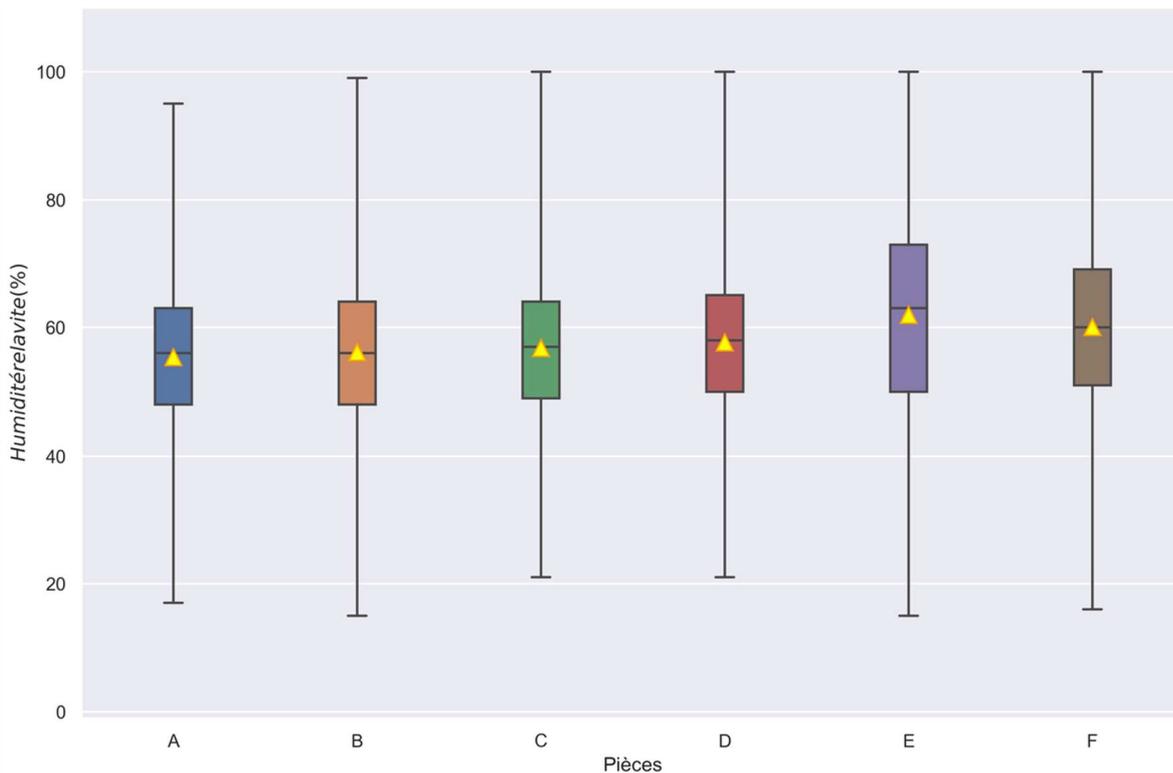


Figure 33 : Mesures de l'humidité relative dans les living (A), cuisines (B), chambres parents (C), chambres enfants (D), extérieur (E) et salles de bain (F) de 2000 à 2020; Le trait en milieu de boîte à moustaches correspond à la valeur médiane et le triangle jaune à la valeur moyenne. Le trait inférieur correspond à la valeur minimale et le trait supérieur à la valeur maximale.

## 8.2. Dioxyde de carbone - CO<sub>2</sub>

Le taux de dioxyde de carbone est mesuré à l'aide d'un appareil portable Delta Ohm HD21ABE17. Les mesures ont été effectuées dans chaque pièce du logement analysée, ainsi qu'en extérieur depuis 2017.

Ce gaz, appelé également CO<sub>2</sub>, est produit par la respiration et par tout processus de combustion. Il n'est pas un polluant toxique mais, à partir de 1000 ppm dans l'air, des problèmes de céphalées et de baisses de concentration ont été signalés. Le CO<sub>2</sub> peut en effet provoquer maux de tête, nausées, sensation de fatigue, difficultés de concentration et perte d'efficacité.

Ce polluant est un très bon indicateur du taux de renouvellement d'air. En France, le Règlement Sanitaire Départemental Type (Guide CO<sub>2</sub>, 2007) recommande de ne pas dépasser 1000 ppm, soit 1800 mg/m<sup>3</sup> dans les établissements accueillant des enfants.

En Belgique, la législation impose depuis 2016 une concentration maximale en CO<sub>2</sub> de 800 ppm sur les lieux de travail. Une révision du code a eu lieu en 2019 (AR CO<sub>2</sub>, 2019) et prévoit :

- une analyse de risque Qualité de l'air intérieur,
- des exigences de base Indoor Air Quality (soit un maximum de 900 ppm de CO<sub>2</sub> ou un débit de ventilation minimum de 40m<sup>3</sup>/h.pers avec une dérogation au choix de maximum 1200 ppm de CO<sub>2</sub> ou un débit de ventilation minimum de 25m<sup>3</sup>/h.pers)
- un plan d'action pour les bâtiments existants.

Cette réglementation est difficile à respecter sans ventilation mécanique, et d'autant plus dans les logements surpeuplés. Des relevés sont effectués au cours des enquêtes CRIPI depuis 2017. La valeur médiane mesurée dans les différentes pièces des logements est de 1060 ppm par rapport à 444 ppm dans l'air extérieur. La valeur moyenne en air intérieur est de 1278 ppm pour 479 ppm en air extérieur. 25% des mesures dépassent 1540 ppm, avec un maximum de 5034 ppm (figure 34).



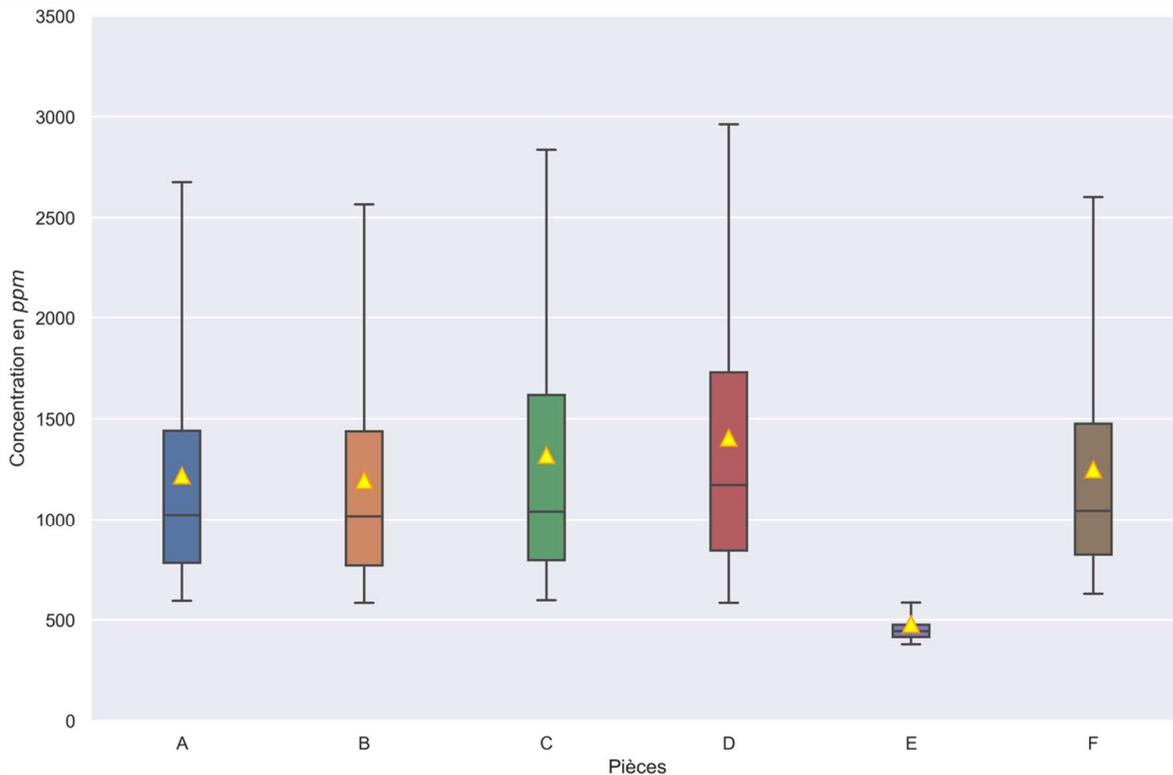


Figure 34 : Concentrations en dioxyde de carbone dans les living (A), cuisines (B), chambres parents (C), chambres enfants (D), extérieur (E) et salles de bain (F) de 2017 à 2020. Le trait en milieu de boîte à moustache correspond à la valeur médiane et le triangle jaune à la valeur moyenne. Le trait supérieur équivaut à la valeur du Percentile 95 et le trait inférieur à celle du percentile 5.

Ces chiffres doivent être relativisés du fait qu'il est demandé aux patients de fermer portes et fenêtres depuis la veille au soir du jour de la visite. Cela implique donc des valeurs en CO<sub>2</sub> plus élevées que les taux habituellement présents dans le logement, mais n'explique pas les concentrations de plus de 1500 ppm. Le manque de ventilation des pièces est la première cause de concentrations en dioxyde de carbone élevées, avec également une influence du surpeuplement des logements.

Ce sont les chambres, et plus particulièrement les chambres d'enfants qui montrent les concentrations en dioxyde de carbone les plus élevées.

## 9. POLLUANT PHYSIQUE: LE RADON

La CRIPI participe depuis 2016 à la campagne de mesures du radon "Action Radon <sup>3</sup>" organisée par l'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire (AFCN) en collaboration avec les provinces wallonnes, la région bruxelloise et la communauté germanophone. Cette campagne se déroule chaque année du 1er octobre au 31 décembre. L'objectif est d'inciter les citoyens belges à mesurer le taux de radon dans leur habitation.

Le radon est un gaz radioactif naturellement présent dans les sols et les roches. Incolore, inodore et insipide, il peut s'infiltrer à partir du sous-sol dans tout type de bâtiment via les fissures présentes dans les dalles de sols et dans les murs, les passages des canalisations sanitaires et de chauffage, etc. Une fois inhalé, le radon peut être à l'origine de problèmes de santé majeurs. En effet, après le tabac, le radon est la deuxième cause de cancer du poumon dans notre pays.

Pour des raisons liées à la composition du sous-sol (présence de schiste et de calcaire karstique), on retrouve plus de radon dans le sud du pays que dans le nord. Et, sa concentration peut varier fortement d'une commune à l'autre et même d'un bâtiment à l'autre.

<sup>3</sup> [www.actionradon.be](http://www.actionradon.be)



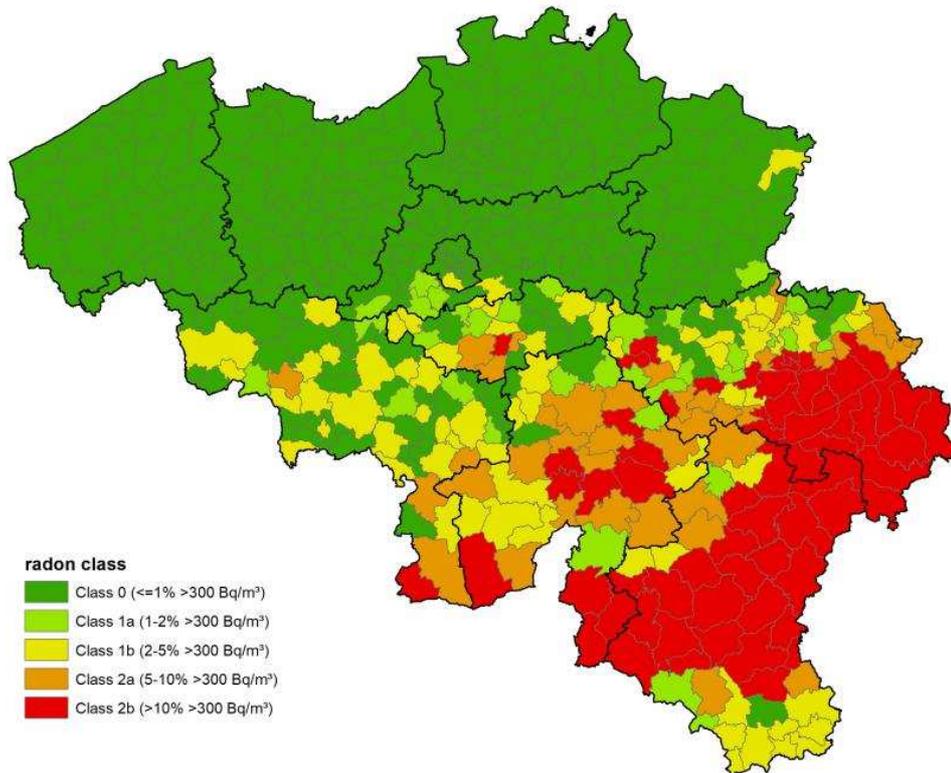


Figure 35 : Carte de la Belgique représentant les différents niveaux de radon mesurés

Source : <https://afcn.fgov.be/fr/dossiers/radon-et-radioactivite-dans-votre-habitation/radon/quel-est-le-taux-de-radon-moyen-dans>

Depuis 2016, 275 ménages bruxellois ont commandé un détecteur de radon. Le niveau de référence de 300 Bq/m<sup>3</sup> (becquerel/m<sup>3</sup>) n'a été dépassé dans aucun logement. 20 logements ont eu des valeurs comprises entre 100 et 200 Bq/m<sup>3</sup> et 3 logements des valeurs entre 200 et 300 Bq/m<sup>3</sup>, ces valeurs étant en-dessous du niveau limite de 300 Bq/m<sup>3</sup> dans les constructions existantes (100 Bq/m<sup>3</sup> pour les constructions neuves). En aucun cas, des mesures correctives ou des remédiations n'ont été conseillées (AFCN, 2010) .

## POLLUANTS BIOLOGIQUES

Hormis les polluants chimiques, nombreux sont les micro-organismes présents dans l'air intérieur. C'est notamment le cas des spores fongiques, dont l'origine naturelle peut être extérieure. Leur concentration et nature varient de manière plus ou moins importante selon les saisons. Ces spores fongiques présentes dans l'environnement extérieur peuvent être introduites dans l'environnement intérieur et s'accumuler dans la poussière déposée. Les moisissures, comme les bactéries, peuvent également avoir une origine découlant de diverses activités anthropogéniques en plein air telles que la construction / démolition de bâtiments, les centres de compostage ou de tri des déchets ...<sup>4</sup>

Les moisissures peuvent provenir de sources intérieures, dont l'origine est à mettre en lien avec la présence d'humidité. Elles peuvent apparaître suite à un dégât des eaux, des infiltrations ou fuites d'eau, de l'humidité ascensionnelle, des ponts thermiques, ou encore de la condensation généralement liée à l'activité humaine couplée à une aération insuffisante (nettoyage du logement, respiration, cuisine, prise d'une douche).

Autre micro-organisme présent dans les logements : les acariens. Ils peuvent être présents sur des taches de moisissures car ces dernières servent de substrat pour les acariens, mais aussi dans les matelas, les tapis, fauteuils, ou encore dans la nourriture.

<sup>4</sup> <https://www.sciensano.be/fr/sujets-sante/moisissure>



Au cours de chaque enquête, une évaluation de la présence d'humidité et de moisissures est faite dans le logement. En cas de moisissures visibles, des prélèvements par ruban adhésif (tapes) sont réalisés et analysés par microscopie directe (colorés au bleu de lactophénol). Cette méthode est également utile pour observer la présence d'acariens sur les surfaces moisies.

Lorsqu'il n'y a pas de moisissures visibles dans la pièce, ou si les surfaces moisies ne sont pas très étendues (ces situations représentant la majorité des cas), un prélèvement d'air est réalisé à l'aide d'un impacteur RCS+ (Biotest®, 80 litres), couplé à un prélèvement de poussières par empreinte gélosée sur meuble haut.

Pour les dépôts de poussières sur les meubles hauts, des boîtes RODAC remplies d'une gélose sélective sont appliquées sur différentes surfaces horizontales telles que des meubles hauts. Cette méthode simple permet d'évaluer les spores de moisissures thermophiles (45°C, 2 jours), un bon indicateur pour apprécier l'accumulation de poussière en raison de leur longue survie dans des conditions sèches.

En complément à ces analyses, le matelas du.de la patient.e est systématiquement analysé pour recherche de moisissures et acariens. En effet, la moquette, les vieux fauteuils et surtout les matelas peuvent constituer un réservoir idéal pour la survie et la réplication de micro-organismes. Les moisissures, les levures et les acariens sont parmi les mieux représentés et constituent un facteur connu pour avoir un impact sur la santé. Ils ne peuvent être négligés lors d'une enquête sanitaire et environnementale.

Dans le cas de certaines pathologies ou maladies, il peut être avisé de prélever d'autres types de micro-organismes. Si le.la patient.e a un système immunitaire affaibli, il est conseillé de prélever également les moisissures et bactéries thermotolérantes (37°C). S'il y a une suspicion de pneumopathie d'hypersensibilité, pour laquelle non seulement les moisissures mais aussi les bactéries peuvent être responsables, il convient de rechercher également la présence de bactéries. Dans le cas d'autres maladies pulmonaires spécifiques, comme l'aspergillose broncho-pulmonaire allergique, qui est généralement causée par la moisissure thermophile *Aspergillus fumigatus gr.*, il est conseillé d'effectuer des mesures fongiques dont les milieux sont ensuite incubés à 45°C.

Les allergènes de moisissures peuvent provoquer des réactions allergiques respiratoires, telles que la rhinite allergique, l'asthme allergique, la pneumonie d'hypersensibilité, ainsi que des dermatites. Certaines moisissures peuvent, dans certaines conditions, produire des mycotoxines (= substances toxiques). L'exposition aux mycotoxines peut provoquer de graves problèmes de santé chez n'importe qui, quel que soit le système immunitaire sous-jacent. Toutefois ce phénomène est (pour l'instant) davantage connu suite à une ingestion, c'est-à-dire de l'absorption par la bouche, et moins par inhalation.

Les moisissures peuvent émettre des substances organiques volatiles. La présence de ces substances est connue sous la forme d'une odeur caractéristique de moisi. Cette odeur peut être une source de nuisance importante, tandis que les propriétés potentiellement irritantes de ces composés organiques volatils peuvent provoquer des nausées et des maux de tête. Certaines moisissures peuvent également provoquer des infections, particulièrement invasives et dangereuses pour la santé des personnes dont le système immunitaire est affaibli.

## 1. EVALUATION DE LA SITUATION

Lors de chaque enquête CRIPI, une évaluation visuelle de la surface d'humidité et de moisissures visibles est réalisée pour chaque pièce analysée. Cette estimation se base sur l'échelle suivante :

<b>Indice</b>	<b>Humidité visible</b>	<b>Moisissures visibles</b>
0	Pas d'humidité visible	Pas de moisissures visibles
1	Surface <0.3m <sup>2</sup>	Surface<0.3m <sup>2</sup>
2	0.3m <sup>2</sup> <surface<3m <sup>2</sup>	0.3m <sup>2</sup> <surface<3m <sup>2</sup>
3	Surface >3m <sup>2</sup>	Surface >3m <sup>2</sup>

Tableau 3 : Indices en fonction des surfaces d'humidité et/ou de moisissures visibles





Photo 5 : Zones humides visibles (Source : CRIPi)



Photo 5 : Moisissures visibles (Source : CRIPi)

Les résultats présentés ci-dessous portent sur les années 2001-2015, les données ayant été encodées par Sciensano pour cette période.

### 1.1. Indice d'humidité visible maximal

L'indice de contamination fongique visible maximal par habitation est défini comme l'indice maximal de l'une des pièces de l'habitation (sur l'ensemble de l'habitation). Cet indice est défini de la même façon pour l'humidité visible.

Pour les années de 2001 à 2015 (2078 logements étudiés), il n'y avait aucune trace d'humidité visible dans 50% des habitations visitées. 12% des logements contenaient au moins 1 pièce avec minimum 30cm<sup>2</sup> d'humidité visible (indice 1). 21% contenaient une humidité visible comprise entre 30cm<sup>2</sup> et 3m<sup>2</sup> (indice 2) et 17% des habitations visitées avaient de gros problèmes d'humidité avec plus de 3m<sup>2</sup> d'humidité visible (indice 3) (figure 36).

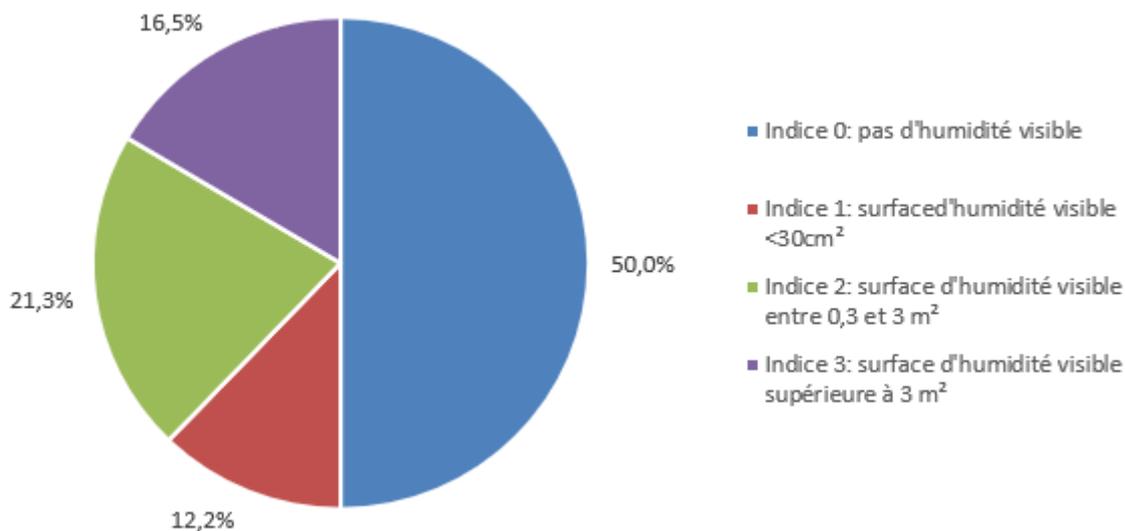


Figure 36 : Indices d'humidité visible maximale dans minimum une pièce du logement pour 2078 logements en RBC (données 2000-2015).

## 1.2. Indice de moisissures visibles maximal

Concernant les moisissures visibles, pour les années 2000 à 2015, 36% des habitations n'ont pas de contamination fongique visible (indice 0), 20% des habitations ont une surface de contamination fongique visible maximale inférieure à 0,3 m<sup>2</sup> dans l'une des pièces (indice 1), 24% des habitations ont une surface de contamination fongique visible maximale comprise entre 0,3 et 3 m<sup>2</sup> (indice 2), et 20% des habitations ont une surface de contamination fongique visible maximale supérieure à 3 m<sup>2</sup> (indice 3) (figure 37). Ces normes s'inspirent de ce qui existe au Canada<sup>5</sup>, avec la recommandation de traiter les surfaces moisies de plus de 3m<sup>3</sup> avec l'aide d'un professionnel.

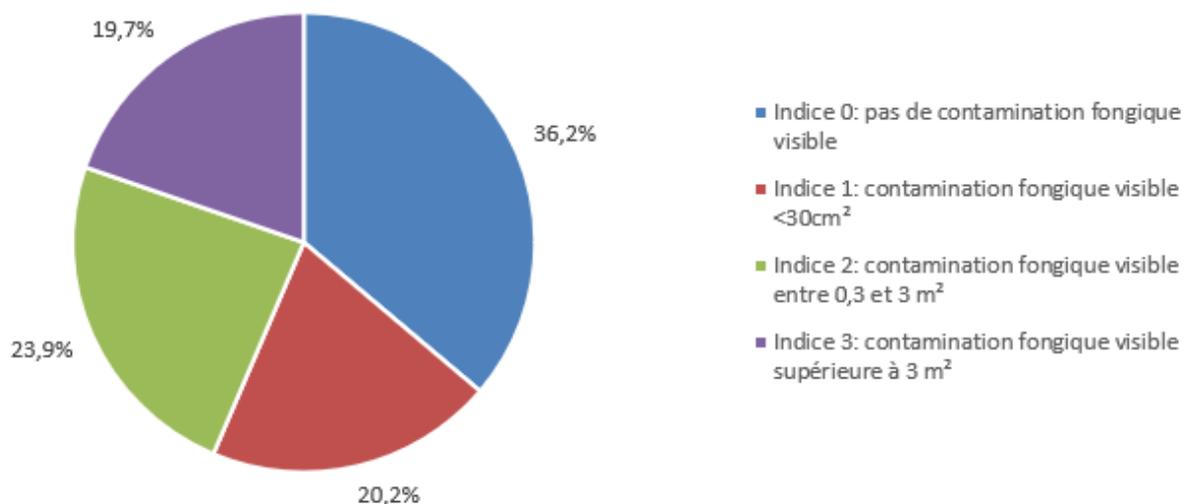


Figure 37 : Indices de contaminations fongiques visibles maximales pour 1972 logements en RBC

Si on regarde en détails le type de pièce du logement qui est le plus souvent contaminé (figure 38), les chambres à coucher ont le taux le plus fréquent de moisissures visibles, et ensuite les salles de bain. Viennent après les vivings et cuisines en proportions similaires.

<sup>5</sup> <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/qualite-air/contaminants-air-interieur/reduisez-humidite-et-moisissures.html>



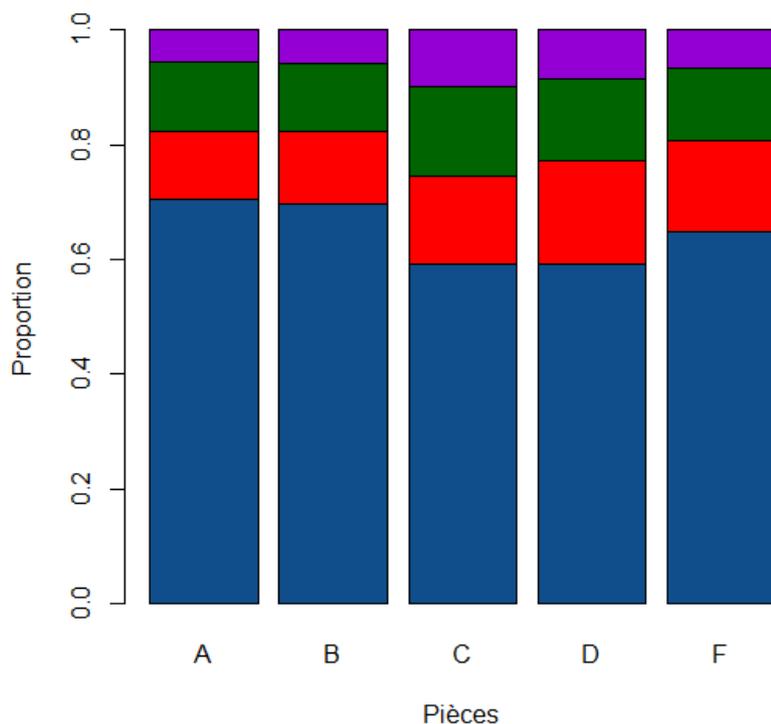


Figure 38 : Proportion d'enquêtes en fonction de l'indice de contamination fongique visible pour les années 2000 à 2015 (8773 pièces). En bleu : indice de contamination fongique visible 0, en rouge : indice de contamination fongique visible 1, en vert : indice de contamination fongique visible 2, en mauve : indice de contamination fongique visible 3. Légende : A = living, B = cuisine, C = chambre des parents, D = chambre des enfants et F = salle de bain.

### 1.3. Indice de contamination fongique visible maximal en fonction de l'indice d'humidité visible maximal

Si on compare les indices d'humidité visible avec les indices de moisissures visibles (figure 39), il ressort que les logements présentant les pires problèmes d'humidité sont également ceux qui présentent les problèmes de moisissures les plus visibles. Et vice-versa, les logements avec le moins d'humidité visible sont ceux qui n'ont pas de moisissures visibles, ce qui paraît logique.



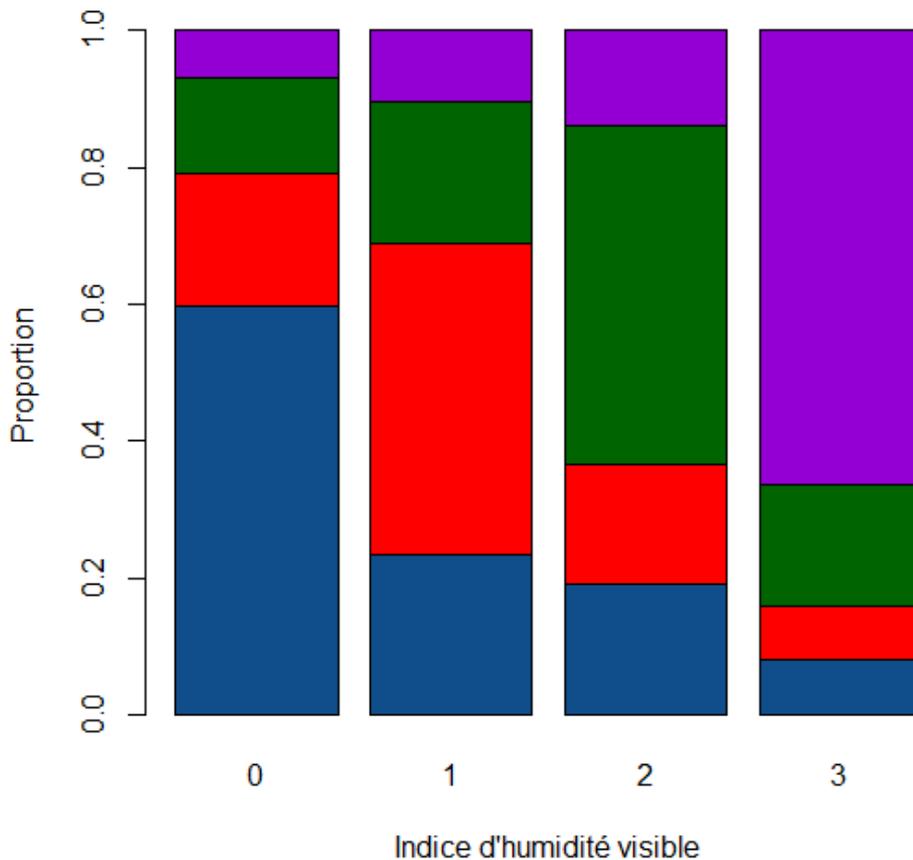


Figure 39 : Indice d'humidité visible maximal en fonction de l'indice de contamination fongique visible maximal par logement (1972 logements, 2000 à 2015). En bleu : indice de contamination fongique visible 0. En rouge : indice de contamination fongique visible 1. En vert : indice de contamination fongique visible 2. En mauve : indice de contamination fongique visible 3.

#### 1.4. Indice de contamination fongique visible maximal en fonction de l'année de construction

Presque la moitié des logements visités construits avant 1900 ou construits entre 1970 et aujourd'hui n'ont pas de contamination fongique visible (indice = 0) (figure 40).

Pour les bâtiments construits entre 1900 et 1950 et entre 1950 et 1970, il y a autant de logements avec des surfaces de moisissures visibles d'indices 1, 2 ou 3.

Les logements datant de 1900 à 1970 sont les plus contaminés par les moisissures visibles, en tenant compte du fait que, statistiquement, les données sur les bâtiments d'avant 1900 sont moins nombreuses car ils sont moins fréquents à Bruxelles.



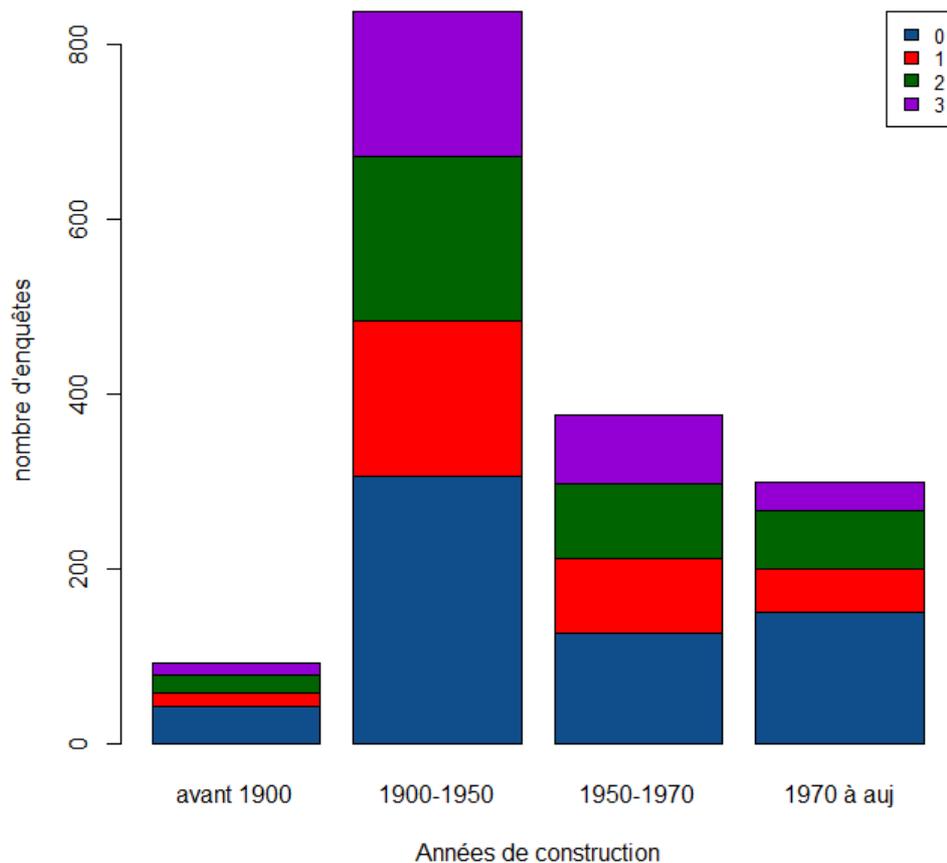


Figure 40 : Nombre d'enquêtes par indice de contamination fongique visible maximal en fonction de l'année de construction pour les années 2000 à 2014 (1757 enquêtes).

### 1.5. Indice de contamination fongique visible maximal en fonction du type de logement

Ce sont les logements occupés par les propriétaires qui ont la plus grande proportion d'absence de moisissures visibles (56%) par rapport à 30% chez les locataires et 20.5% dans les logements appartenant à des sociétés de logements (figure 41).

Les logements appartenant à des sociétés de logements sont les logements les plus contaminés en moisissures visibles.



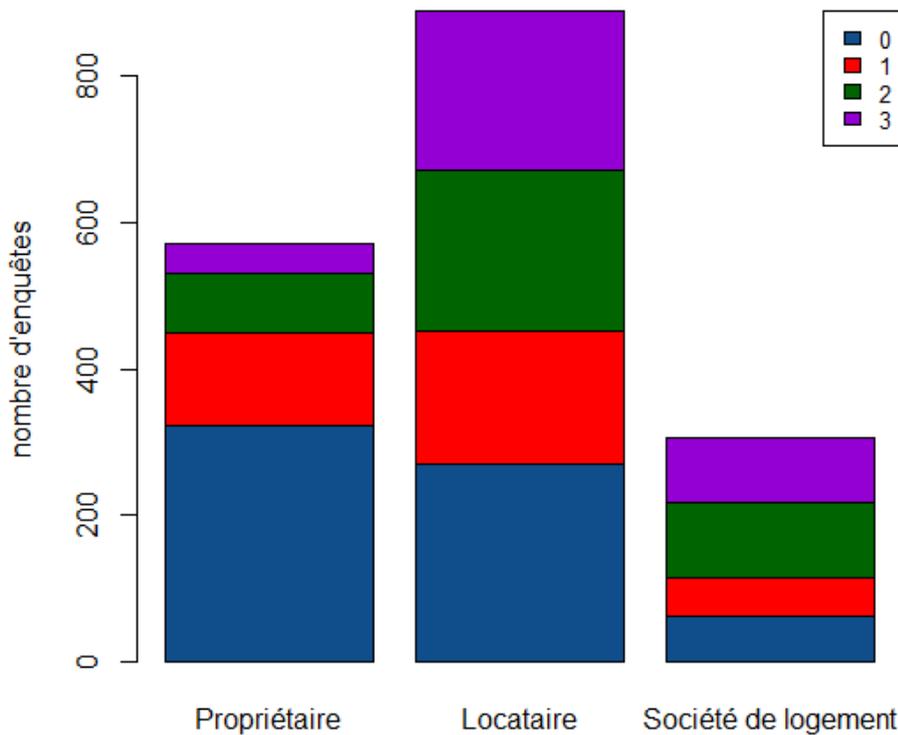


Figure 41 : Nombre d'enquêtes par indice de contamination fongique visible maximal en fonction du type de logement pour les années 2000 à 2014 (1768 enquêtes). En bleu : indice de contamination fongique visible 0. En rouge : indice de contamination fongique visible 1. En vert : indice de contamination fongique visible 2. En mauve : indice de contamination fongique visible 3.

## 2. ANALYSE DE L'AIR

Des prélèvements d'air intérieur sont réalisés dans les enquêtes où une exposition à des moisissures est soupçonnée ou si la pathologie ou les symptômes du/de la patient.e peuvent être liés à une exposition microbiologique. Un prélèvement extérieur est systématiquement couplé à ces analyses afin de comparer air intérieur et air extérieur et s'assurer que la source des moisissures provient bien du logement lui-même.

Les prélèvements sont réalisés à l'aide d'un impacteur RCS+ (Biotest 80L) utilisant des languettes souples, remplies de milieu Rose bengal chloramphenicol agar Agar (« HS »). A la suite du prélèvement, les bandes sont incubées à 25°C pendant 5 jours pour isoler et identifier les moisissures hygrophiles mésophiles.



Photo 7 : Impacteur RCS+ (Source : CRIPI)

Entre 2005 et 2020, presque 11000 échantillons d'air intérieur et extérieur ont été analysés. Les types de moisissures les plus fréquentes sont présentés à la figure 42. Bien que certaines moisissures aient été trouvées dans des échantillons d'air intérieur, les types les plus fréquents provenaient principalement de l'air extérieur (sous l'influence d'un flux d'air de l'extérieur vers l'intérieur) et non d'une origine intérieure : *Cladosporium herbarum* gr. (et *Cladosporium cladosporioides* gr., dans une moindre mesure par rapport à *Cladosporium herbarum* gr.), *Aspergillus fumigatus* gr., *Alternaria* species et *Botrytis* species. Les spores de *Cladosporium herbarum* gr., *Cladosporium cladosporioides* gr. et *Alternaria* species proviennent généralement de plantes. *Cladosporium herbarum* gr. et *Cladosporium cladosporioides* gr. peuvent parasiter des plantes mais, le plus

souvent, ces moisissures sont de nature saprophytes (c.à.d. de plantes fanées ou de toutes sortes de matières organiques). *Alternaria* et *Botrytis* sont plutôt connus comme des agents pathogènes, par exemple des céréales (*Alternaria*) et des légumes ou raisins (*Botrytis*). Comme ces moisissures sont principalement issues des plantes, leurs concentrations sont les plus élevées pendant les mois de printemps et d'été. *Aspergillus fumigatus* gr. étant une moisissure thermophile, elle est souvent retrouvée dans l'air extérieur à la campagne, près d'une ferme ou d'un site de compostage mais aussi à cause du processus de compostage à plus petite échelle à la maison. Le mycélium stérile a également une origine principalement extérieure, provenant des spores fongiques qui ne se développent pas sur nos milieux nutritifs sélectionnés pour l'environnement intérieur et qui proviennent généralement de matériel végétal.

Les 2 moisissures qui présentent une origine intérieure plus probable sont : *Aspergillus versicolor* gr., et *Cladosporium sphaerospermum* gr.. *Aspergillus versicolor* gr. peut potentiellement produire des allergènes et des mycotoxines (des stérigmatocystines cancérigènes). *Cladosporium sphaerospermum* gr. peut produire des allergènes pouvant induire des réactions allergiques. Ensuite, les deux espèces fongiques, typique à l'intérieur des logements très humides sont *Stachybotrys chartarum* et *Chaetomium* species. En effet, l'humidité disponible ( $a_w$  – facteur de disponibilité de l'eau) minimale de ces moisissures pour qu'ils se développent est très élevée (> 0,90). Ces espèces sont capables de produire des mycotoxines et des allergies pouvant affecter la santé.

*Penicillium*, un genre très large dans lequel il y a beaucoup d'espèces (d'où la fréquence très élevée (cfr figure 41), est présent aussi bien dans l'air intérieur que dans l'air extérieur. À l'extérieur, *Penicillium* est principalement détecté comme saprophyte de plantes. À l'intérieur, les problèmes causés par *Penicillium* ne sont pas seulement liés au bâtiment, mais peuvent également provenir de l'altération des aliments tels que le pain et les fruits, du linge accumulé, des poubelles pleines ou la poubelle de compost. Certaines espèces de *Penicillium* (entre autres *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium brevicompactum* et *Penicillium crustosum*) sont responsables de l'émission de protéines allergéniques et de mycotoxines, pouvant affecter les humains.

Outre les moisissures mentionnées ci-dessus, des colonies de levures sont également souvent présentes dans l'air intérieur des habitations bruxelloises. Des levures (comme *Candida*) peuvent causer des candidoses mais peuvent également provoquer des réactions allergiques chez des patients sensibilisés, comme la dermatite atopique par *Malassezia furfur* et *Saccharomyces cerevisiae*.

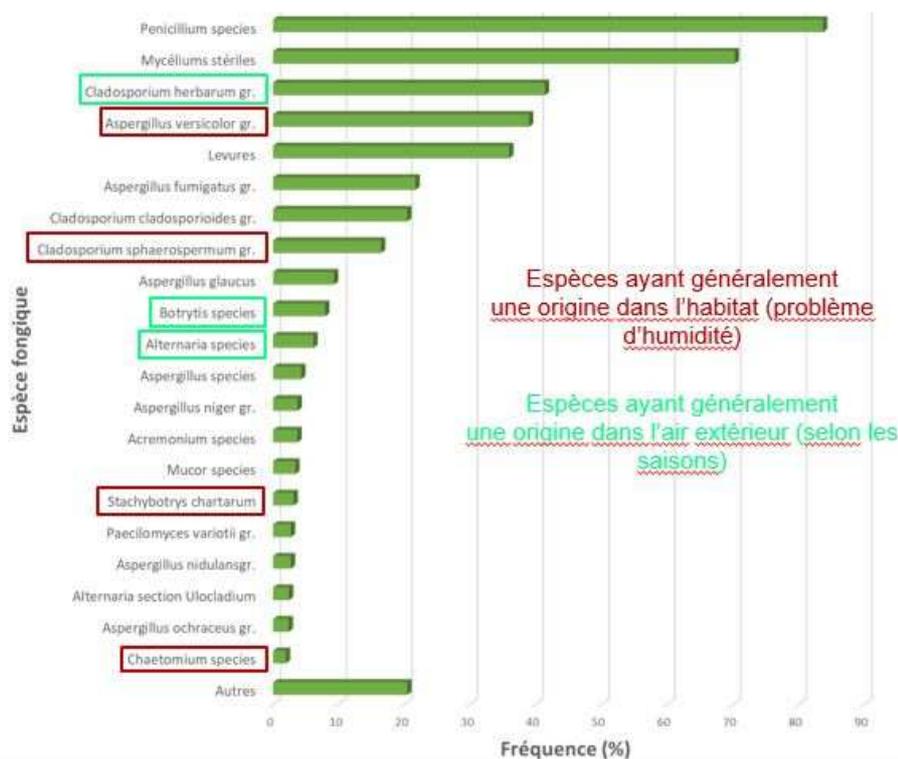


Figure 42 : Moisissures les plus fréquentes échantillonnées (HS, 25°C) au cours des enquêtes CRIPI (2005-2020) dans l'air intérieur et dans l'air extérieur, (Données sur ± 11000 prélèvements, ± 2700 logements)



### 3. ANALYSE DE SURFACES

Les tapes (rubans adhésifs) sont appliquées systématiquement lorsque des surfaces de moisissures sont visibles. Un total de 6905 tapes a été examiné au microscope. Le genre de moisissure *Cladosporium* présente la plus haute proportion, avec 56% (figure 43).

La technique simple des tapes montre aussi l'importance de la présence d'acariens (28% des échantillons), de débris inertes (14% des échantillons), d'*Acremonium* species (14%) dans les surfaces des moisissures visibles. *Aspergillus* est le troisième genre de moisissures le plus souvent trouvé dans les tapes avec une fréquence de 13%. Les autres espèces de moisissures sont présentes à moins de 10%.

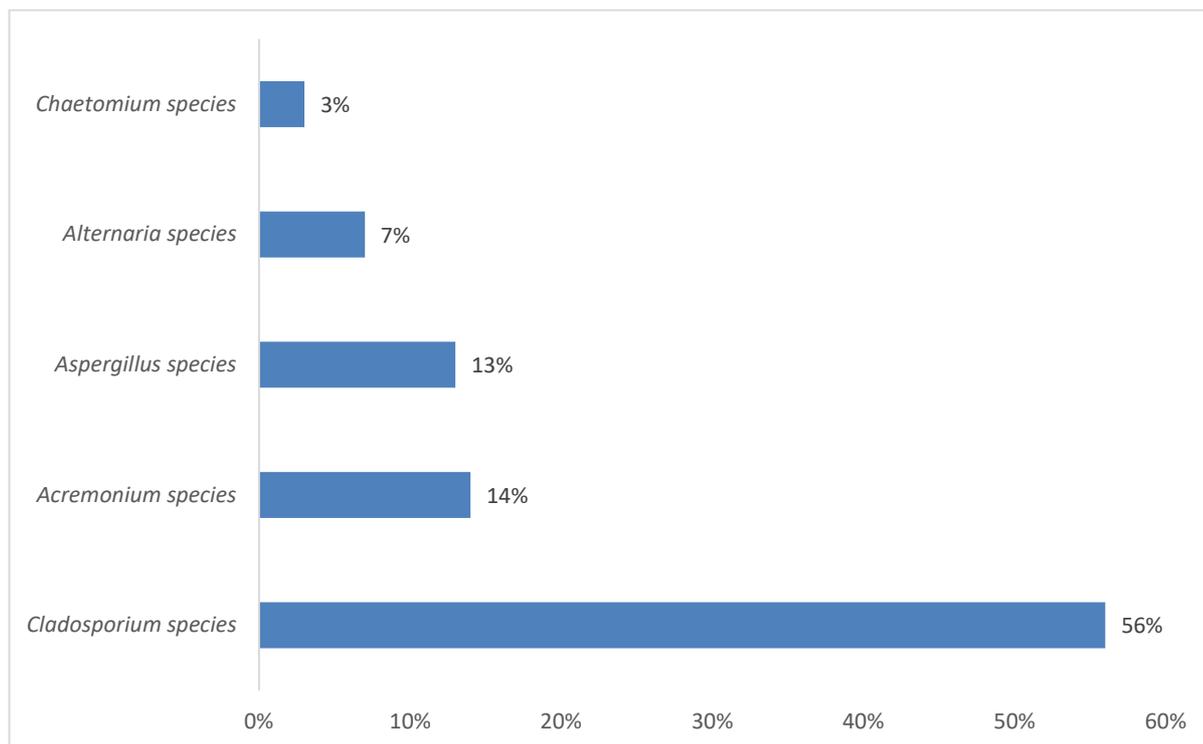


Figure 43 : Examen microscopique des tapes échantillonnées sur des surfaces de moisissures visibles dans les logements

Les moisissures présentes dans les poussières déposées dans 11300 boîtes de contact RODAC remplies de MEA Chloramphenicol, incubées à 45°C ont été examinées entre 2005 et 2020. L'espèce de moisissure thermophile *Aspergillus fumigatus* gr. est l'espèce la plus rencontrée (65%). La recherche de cette moisissure thermophile (à 45°C) est réalisée pour son caractère allergisant et opportuniste, mais elle peut aussi servir comme un indicateur général d'empoussièrément et de la présence possible d'espèces non thermophiles (comme *Alternaria* et *Cladosporium herbarum* gr.).

Les autres espèces identifiées sont deux espèces thermophiles du genre *Aspergillus*: *Aspergillus niger* gr. et *Aspergillus nidulans* gr. ainsi que *Penicillium* est présent dans moins de 20% des boîtes de contact analysées (figure 44). Les moisissures provenant de l'air intérieur semblent donc peu présentes dans les poussières déposées sur les surfaces horizontales, bien que cela soit évidemment dû à la température plus élevée à laquelle les boîtes RODAC sont incubées (45°C) par rapport aux échantillons d'air (25°C).

La catégorie « autres espèces » reprend les espèces dont chaque pourcentage de présence est inférieur à 1%. On n'observe pas de différence statistiquement significative de la valeur d'*Aspergillus fumigatus* (CFU (Unités Formant Colonies) /25 cm<sup>2</sup>) en fonction de l'état de propreté de l'habitation (basé sur une estimation subjective par l'équipe CRIPI du degré d'entretien du logement sur une échelle de 1 à 3).



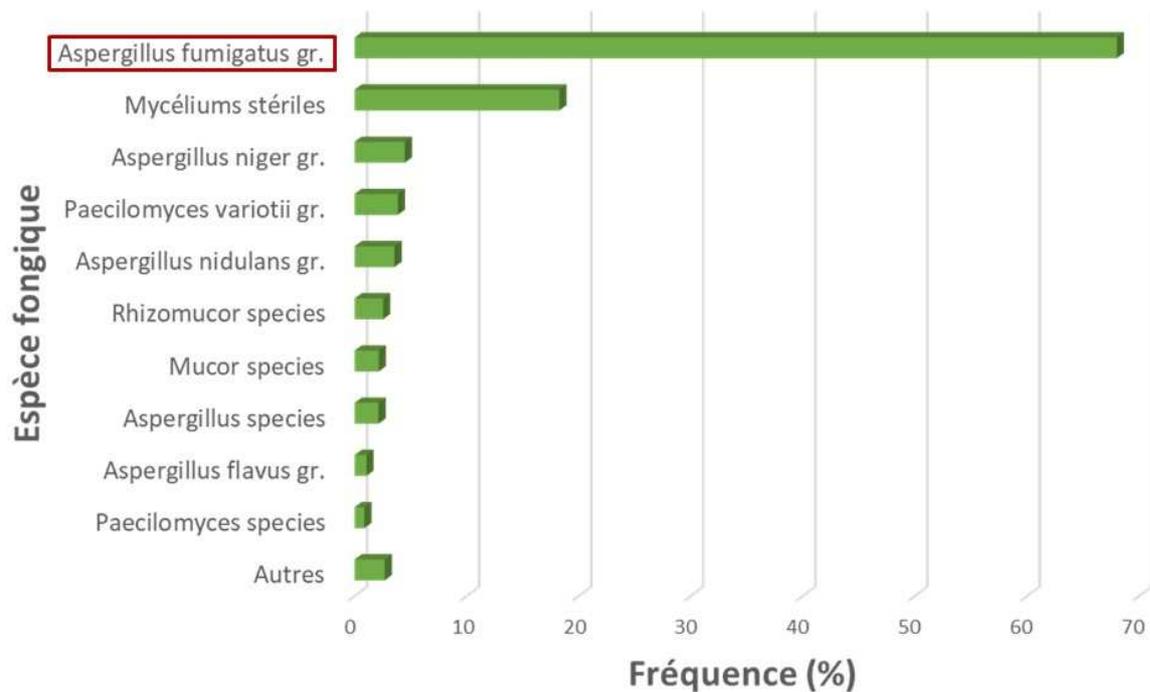


Figure 44 : Moisissures les plus fréquentes échantillonnées (Malt Chloramphenicol agar, 45°C) au cours des enquêtes CRIPI (2005-2020) dans la poussière déposée, ± 11300 prélèvements, ± 2500 logements

#### 4. ANALYSE DE LA POUSSIÈRE ASPIRÉE

Lors des enquêtes CRIPI, les poussières des matelas des patients (et éventuellement les matelas d'autres membres de la famille ayant des problèmes de santé) sont aspirées et analysées pour identification de leur contenu fongique (moisissures) et d'acariens. Un aspirateur (1200W) équipé d'un adaptateur de filtre spécial et d'un filtre "3M filtrete" est utilisé. Les poussières sont aspirées sur une surface de 1 m<sup>2</sup> pendant 2 minutes. Au laboratoire, un premier filtre est mis en suspension dans une solution physiologique avec du tween 80 (0,02%) et, après dilution, plaquée sur 2 milieux de culture différents pour les moisissures hygrophiles et pour les moisissures xérophiles.



Photo 8 : Échantillonnage de poussières de matelas (Source : CRIPI)

La poussière du second filtre est testée avec le test *Acarex* (Allergopharma) jusqu'en 2015. Le test *Acarex*® se base sur l'estimation semi-quantitative de la guanine contenue dans les excréments des acariens en utilisant une technique colorimétrique. Les résultats sont interprétés en 4 classes de 0 à 3 en fonction de l'intensité de la réaction. La guanine est le principal métabolite produit dans le tube digestif des acariens de la poussière de maison. Sa détermination est corrélée avec le principal allergène du *Dermatophagoïdes pteronyssinus*.

Après 2015, le test *Ventia* a remplacé l'*Acarex*-Test. Le test allergénique *Ventia* est un test rapide et facile pour la détection quantitative des allergènes d'acariens. Il s'agit d'un test immunochromatographique (comme les autotests COVID-19 rapides actuels et les tests de grossesse).

#### 4.1. Moisissures dans les matelas, tapis, divans, etc

Les résultats de moisissures présentes dans les matelas, tapis, divans, etc concernent l'analyse de 3200 échantillons de 2005 à 2020 (figure 45). Les moisissures xérophiles parmi lesquelles le genre *Penicillium* et l'espèce *Aspergillus versicolor* gr. sont des moisissures particulièrement fréquentes et abondantes dans la poussière aspirée avec des pourcentages de respectivement 32% et 14%. Ces moisissures peuvent atteindre des concentrations très élevées dans la poussière aspirée (*Penicillium* : max = 56800 CFU/mg de poussière et *Aspergillus versicolor* gr. : max = 28000CFU/mg de poussière). Les mycéliums stériles sont aussi très présents dans les matelas (32%, max = 88000 CFU/mg de poussière). Viennent ensuite les levures, présentes dans 20% de la poussière aspirée (max = 19100 CFU/mg de poussière). Les autres espèces, moins fréquentes, peuvent aussi atteindre de très hautes concentrations dans la poussière, par exemple pour *Cladosporium sphaerospermum* (3%), avec un record de 26200 CFU/mg de poussière.

95,4% des échantillons analysés contenaient au moins une colonie fongique. Cela ne veut pas dire pour autant que ces matelas, divans, tapis, etc sont considérés comme contaminés.

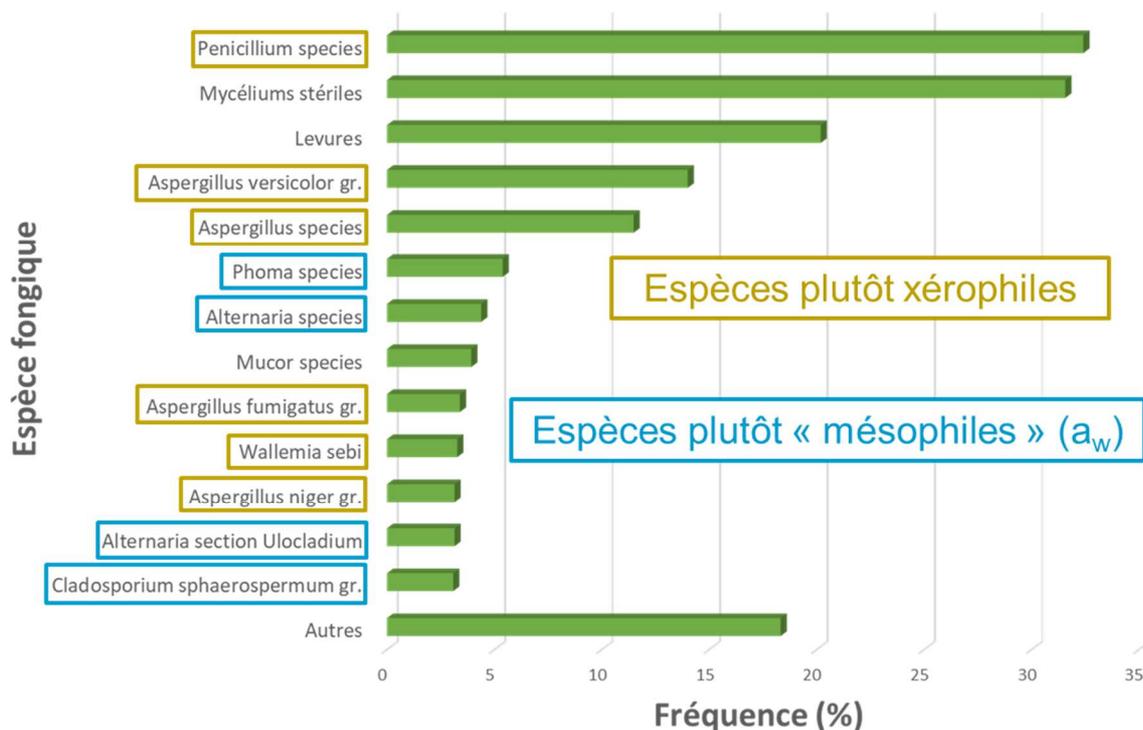


Figure 45: Moisissures les plus fréquentes échantillonnées (Malt Chloramphenicol agar, 25°C et M40Y + NaCl, 25°C) au cours des enquêtes CRIPI (2005-2020) dans la poussière aspirée sur les matelas, tapis divans etc, ± 3200 prélèvements, ± 2430 logements

Un matelas contenant des poussières avec une variation d'espèces fongiques en concentration limitée est préférable à un matelas avec une seule espèce fongique dans la poussière, mais en concentration très élevée.



Photo 9 : Matelas moisi (Source : CRIPI)

Les espèces fongiques mésophiles (en lien avec le facteur de disponibilité de l'eau ( $a_w$ ), et non par rapport à la température), présentes dans un matelas (dont *Phoma*, *Alternaria* et *Cladosporium*) peuvent indiquer des problèmes d'humidité dans l'habitation (figure 44). On parle d'activité de l'eau (valeur  $a_w$ , variant de 0 à 1), qui représente la présence d'humidité disponible dans un produit. Selon le type de moisissures, un paramètre  $a_w$  compris entre 0.7 et 1 est une condition nécessaire au développement des moisissures.

En ce qui concerne les moisissures xérophiles (dont *Penicillium*, *Aspergillus versicolor* gr., *Aspergillus fumigatus* gr., *Wallemia sebi* et *Aspergillus niger* gr.) (figure 45), elles indiquent un problème lié au matelas (par exemple de la transpiration d'une personne) plutôt qu'un problème d'humidité dans l'environnement intérieur.

#### 4.2. Acariens dans les matelas

Les résultats des enquêtes CRIPi avec dosage des allergènes d'acariens concernent l'analyse de 1749 matelas entre 2000 et 2014 : 2% d'échantillons présentent la réaction la plus haute (classe 3) avec le test *Acarex*® et 5% une réaction moyenne (classe 2), 19% une réaction faible (classe 1) (figure 46). 66% des échantillons de poussières de matelas ne présentent pas de réaction (classe 0). Il y a 8% des échantillons qui avaient trop peu de poussière pour réaliser les analyses.

130 mesures d'allergènes d'acariens ont également été réalisées dans des divans, des tapis, des moquettes, des oreillers, des canapés, des banquettes, des chaises et des fauteuils. L'analyse de ces résultats sera présentée dans un prochain rapport.

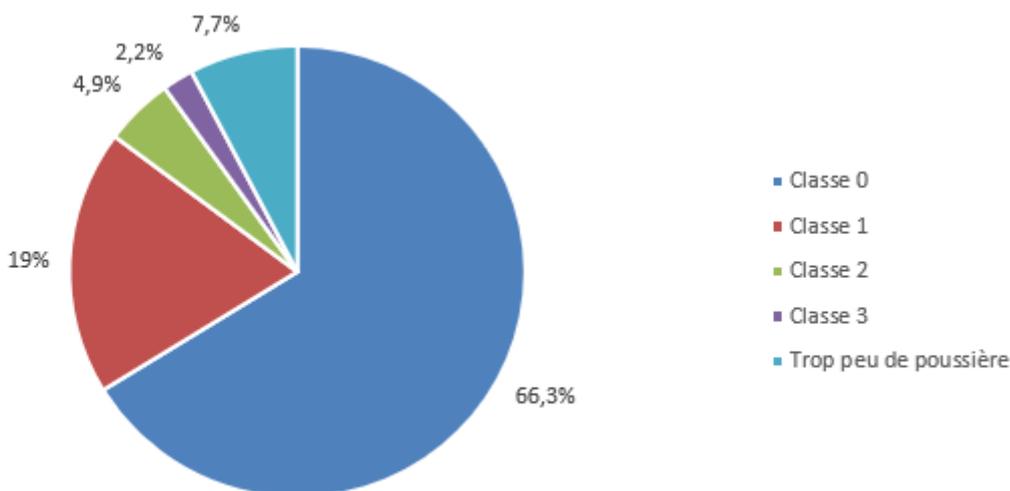


Figure 46 : Résultats du test *Acarex*® sur des échantillons de poussières de 1749 matelas.

Entre 2011 et 2012, une diminution brutale du pourcentage de la classe 0 dans les résultats *Acarex* et une augmentation importante d'échantillons avec trop peu de poussières ont été observées, probablement liées à un problème avec le test *Acarex*® lui-même. Ce test a par la suite été abandonné au profit du test *Ventia*.

Les résultats de 2016 obtenus à partir du test *Ventia* sont présentés à la figure ci-dessous (figure 47). En comparaison avec les résultats obtenus à partir de l'*Acarex*-test, il y a plus de matelas fortement contaminés (7% des matelas analysés). 19% des matelas sont moyennement contaminés par les allergènes d'acariens et 61% des matelas sont sains du point de vue acarologique.



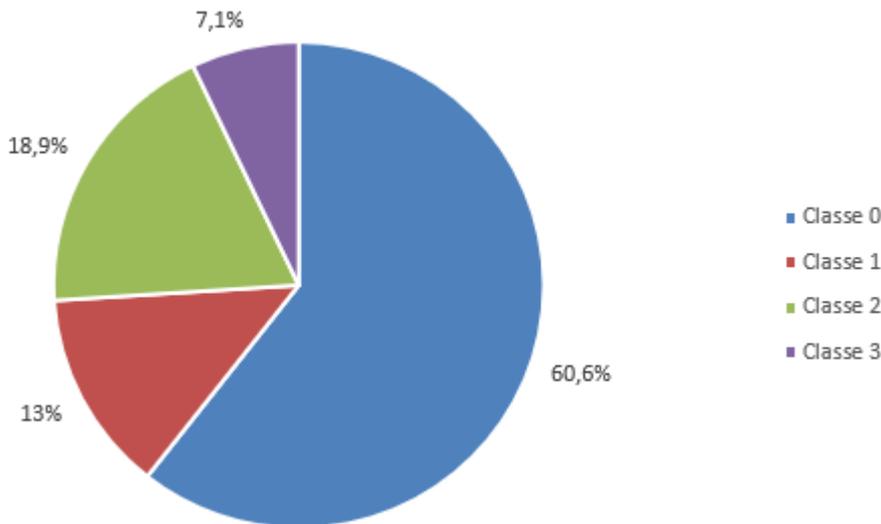


Figure 47 : Résultats du test *Ventia* sur des échantillons de poussières de 2016

## 5. ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES DE MICROBIOLOGIE

Une analyse statistique a été menée sur les données CRIPi de 2001 à 2017, avec pour objectif l'étude de l'effet de la contamination microbiologique présente à l'intérieur des logements sur la santé respiratoire (Heene en Bogaert, 2017 en 2018).

En analysant les données de santé avec les données des indices de surfaces moisies visibles (modèle de régression linéaire), on observe un effet de l'indice de surface moisie visible (indice 1, 2 ou 3) sur l'asthme, sur les infections chroniques des voies aériennes inférieures, sur la toux, sur les obstructions ORL. Cet effet est d'autant plus marqué que la taille des surfaces de moisissures est importante dans le cas des difficultés respiratoires, de la toux et des obstructions ORL.

Les cas d'asthme pour les patients âgés de plus de 6 ans augmentent lorsqu'une surface moisie visible est identifiée dans le logement du/de la patient.e, mais pas lorsque des acariens sont identifiés sur les surfaces moisies. Ces derniers ne semblent pas augmenter l'effet des cas d'asthme.

Ces constats confirment les études de Fisk et al., 2007 et 2010, Mendell et al., 2011.

Cependant, lorsque l'indice de surface moisie visible est nul, c'est-à-dire en absence de surfaces moisies visibles dans la chambre du/de la patient.e, on observe une légère association entre des résultats de moisissures élevées dans les matelas ou dans l'air de la pièce, traitées de façon indépendante, et la présence accrue de problèmes de santé respiratoire.

Les analyses statistiques ne montrent pas d'effets différents sur la santé respiratoire en fonction des diverses espèces de moisissures.

Dans la littérature, l'article de Meng et al. (2012) a indiqué que *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium* species, ainsi que d'autres espèces de moisissures étaient plus souvent trouvées dans des habitations avec présence d'au moins un asthmatique que dans les habitations sans asthmatique, même après ajustement des concentrations de spores dans l'air extérieur (méthode d'analyse des espèces de moisissures par culture). Une autre étude basée sur l'analyse des moisissures de l'air récoltées par des échantillonnages gravimétriques en utilisant des boîtes de Pétri ouvertes (contenant du PDA (Potato Dextrose Agar) et du glycérol d'agar dichloran-18%) a indiqué qu'il y aurait plus de personnes malades en présence de *Cladosporium* et d'*Ulocladium* (Saijo et al., 2005). Enfin, l'étude de Gent et al. (2002) a montré que chez des jeunes enfants avec des risques d'asthme, un niveau plus élevé de *Penicillium* était associé à des taux plus élevés de respiration sifflante et de toux persistante.

Finalement, il reste donc très important de détecter et de traiter les surfaces moisies visibles. Si l'on souhaite éclaircir d'autres relations entre des moisissures ou des acariens et les problèmes de santé respiratoires, il est nécessaire de poursuivre la collecte des données encore pendant quelques années et de standardiser davantage la collecte de ces données.



## 6. INDICE POUR L'ÉVALUATION MICROBIOLOGIQUE

Comme pour l'indice chimique, des indices ont été développés pour les polluants biologiques de l'air et des poussières déposées, basés également sur les valeurs percentiles obtenues.

Ces indices permettent d'identifier les anomalies environnementales qui constituent autant de pistes à investiguer par le médecin, par exemple à partir de tests immunologiques spécifiques. Le médecin peut également évaluer l'impact des mesures d'assainissement de l'environnement proposées par CRIPI sur la santé de ses patients.

### 6.1. Indice de l'air

L'évaluation du risque lié à la présence de moisissures dans les environnements intérieurs se heurte à plusieurs difficultés. Tout d'abord, la diversité des méthodes rend difficile l'obtention d'un consensus sur l'utilisation des valeurs de référence. Une autre raison est la définition des normes de référence. Les valeurs limites sont définies comme la concentration en dessous de laquelle le polluant atmosphérique en question ne devrait pas avoir d'effets nocifs sur la santé de la population générale. D'autres valeurs limites sont utilisées sur le lieu de travail et sont basées sur les données cliniques, épidémiologiques et toxicologiques disponibles, la durée d'exposition sur le lieu de travail étant un concept plus précis. De telles valeurs limites existent pour de nombreux polluants chimiques, mais pas pour les biocontaminants. Il était donc nécessaire de développer un outil qui puisse aider à l'interprétation des résultats. L'indice est le premier développé pour les moisissures en suspension dans l'air (Chasseur et al, 2015). L'indice est basé sur des valeurs percentiles calculées à partir de données obtenues dans des situations similaires. Ces valeurs percentiles ne sont pas corrélées à un risque de santé, mais sont très utiles pour interpréter les résultats d'une étude microbiologique. Au plus les valeurs sont élevées, au plus on s'écarte d'un environnement considéré comme sain. Ce sont autant de pistes à explorer par le médecin, ainsi que des informations permettant de proposer un assainissement spécifique du logement. Il varie de "très bas" à "très haut" à travers 5 catégories (Tableau 4). Nos résultats concernant les moisissures en suspension dans l'air montrent combien il est pertinent de considérer en priorité 3 taxons, *Aspergillus versicolor* gr., *Cladosporium sphaerospermum* gr., et *Penicillium* species. Pour chaque espèce de moisissure et genre fongique, différentes valeurs d'alerte ont été calculées : 75-200 CFU/m<sup>3</sup> pour *Aspergillus versicolor* gr., 38-88 CFU/m<sup>3</sup> pour *Cladosporium sphaerospermum* gr., 338-828 CFU/m<sup>3</sup> pour *Penicillium* species. Seules des valeurs de 13 et 25 CFU/m<sup>3</sup> ont été relevés pour *Chaetomium* species et *Stachybotrys chartarum* respectivement.

Les derniers deux taxons cellulolytiques puissants, sont moins fréquents dans l'air des habitations bruxelloises car leurs spores ont beaucoup de mal à survivre dans l'air (pas assez d'humidité disponible) mais leur impact intérieur est important.

Cette méthode a cependant des limites. L'échantillonnage microbiologique de l'air avec un RCS+ n'est effectué que pendant une courte période (2 à 4 minutes).

Percentiles	0-P75	P75-P85	P85-P90	P90-P95	P95-P99	>P99	Origin	Main substrates
<i>A. versicolor</i>	0-25	25-38	38-75	75-200	200-2550	>2550	Frequent indoor and high amplification potential on damp building materials	Plaster, wood, tissue
<i>C. sphaerospermum</i>	0	0-25	25-38	38-88	88-765	>765	Frequent indoor and high amplification potential on various substrate	Plaster, wood, tissue, leather, but also fruits, cheese, ...
<i>Penicillium</i> spp.	0-113	113-225	225-338	338-838	838-2550	>2550	Important natural or anthropogenic outdoor origin (Thermophilic species.)	Garden soil and potting, compost, natural humus.
<i>A. fumigatus</i>	0-6	6	6-13	13-19	19-44	>44		
	Very Low	Low	Medium	High	Very High			
<i>C. herbarum</i> , <i>C. cladosporioides</i> , <i>Alternaria</i>	Not to be taken into account						Important natural outdoor origin, with important seasonal variations (highest in June-September)	Plants for the most part.
<i>Sterile mycelia</i>	0-50	50-75	75-100	100-138	138-288	>288	Fungus not able to sporulate on synthetic media. Often epiphytic fungus.	Plants for the most part
Yeasts	0-13	13-25	25-38	38-63	63-250	>250	Epiphytes for the most part, but also some dermatophytes, intestinal or drug related	Plants for the most part, but also diverse origins
Other species	0	0	0	13	13-75	>75	Special indoor contamination or anthropogenic one?	/
	Very Low	Low	Medium	High (to investigate)				
<i>Chaetomium</i> spp.	0	0	0	0	0-13	>13	Less frequent but with high amplification potential on cellulose	Damp paper (wallpaper, books, archives, cardboard box, ...)
<i>S. chartarum</i>	0	0	0	0	0-25	>25		
	Absence				High (to investigate)			

Source: Chasseur C., Bladt S., Wanlin M., 2015: Index of Indoor Airborne Fungal Spores Pollution in Brussels habitat. Healthy Buildings 2015, Eindhoven. Modified (2018)

Tableau 4 : Percentiles pour les taxons prioritaires dans l'air intérieur



## 6.2. Indice des poussières déposées

Compte tenu de l'instabilité de l'air et donc de la charge en contaminants, il était prudent d'ajouter des investigations complémentaires lors de l'enquête. La poussière déposée sur le mobilier est le résultat des jours précédant l'enquête. Elle est aussi le reflet de la qualité de l'entretien des logements. Pour CRIPI, les boîtes RODAC appliquées sur le mobilier ont permis le calcul d'un autre indice. Il concerne *Aspergillus fumigatus* gr., une espèce thermophile d'origine extérieure. A 45°C, la compétition entre les espèces est limitée sur la boîte RODAC. L'accumulation de cette espèce dont la survie des spores est élevée, est une méthode facile pour évaluer objectivement les niveaux d'accumulation de poussière, avec un niveau d'alerte autour de 15 CFU/25cm<sup>2</sup> (tableau 5).

Pour des investigations complémentaires, les moisissures mésophiles (25°C) peuvent être prises en compte, mais un indice est difficile à calculer en raison des fréquentes confluences de colonies.

Percentiles	Values	Tolerance margin (CFU/25cm <sup>2</sup> )	
C5	0	0-1	Very low
C25	0		
	1		
C75	4	2-4	Low
C90	9	5-9	Medium
C95	15	10-14	High
C99	36	>15	Very High
Max	93		

Tableau 5 : Percentiles pour les RODAC horizontales 45°C (poussière déposée), pour *Aspergillus fumigatus* gr.

## 6.3. Indice des poussières de matelas, tapis, divans, etc

En ce qui concerne la poussière de matelas, le niveau d'alerte pour les moisissures totales de 100 CFU/mg doit être considéré. Dans les matelas, il est également important de prendre en compte en priorité certains taxons spécifiques. Par exemple, les espèces xérophiles (les « premiers colonisateurs ») telles que *Penicillium* species, *Aspergillus* species et *Wallemia sebi* sont considérées comme des contaminants fréquents (Chasseur *et al*, 2015, figure 45). Sous ce niveau d'alerte, la présence de ces espèces peut anticiper un développement élevé dans un futur proche.

### POUSSIERES DE MATELAS/FAUTEUIL/TAPIS PLAIN (Sciensano)

- Fonge mésophile/xérophile <100 CFU/mg de poussière (pour mélange d'espèces courantes)
- Allergène d'acariens
  - Niveau de sensibilisation: 2 µg/g de poussière (*Ventia* ++)
  - Niveau de réponse allergique chez les personnes sensibilisées: 10 µg/g de poussière (*Ventia* +++)

Table 6: Indices utilisés pour l'interprétation des résultats microbiologiques de poussières de matelas, tapis, divans etc.



## REMEDICATIONS

Après analyse des prélèvements chimiques et/ou biologiques, des conseils ciblés sur les polluants identifiés sont proposés au patient.e pour améliorer la qualité de l'air du logement. L'infirmière sociale reprend alors contact oralement avec celui.celle-ci pour lui expliquer les résultats mais également pour le .la conseiller sur la façon de maintenir un logement le plus sain possible.

### 1. TYPE DE CONSEILS PRECONISES

En fonction des résultats d'analyses obtenus, des conseils ciblés sont proposés au patient. Une liste des conseils principaux a été établie et sert de base aux remédiations, en les adaptant au cas par cas. La figure 48 reprend la récurrence de ces conseils génériques. L'intitulé complet de ces conseils figure à l'[annexe 3](#)

La prévalence de ces conseils a été encodée pour la période de 2017 à 2020, soit pour 570 enquêtes. Le conseil le plus souvent donné aux patients concerne l'aération et la ventilation du logement. En effet, ce conseil est valable pour tout type de polluants présents aussi bien pour des problèmes chroniques que pour des problèmes ponctuels. La bonne aération d'une habitation a un effet préventif dans l'apparition de problèmes liés aux polluants biologiques et aux polluants chimiques. C'est un conseil qui est aussi fortement recommandé lors de concentrations élevées en CO<sub>2</sub>.

On remarque que la catégorie de conseils la plus fréquemment recommandée concerne les problèmes d'humidité et de moisissures. Viennent ensuite les conseils pour les personnes allergiques aux acariens et enfin les conseils pour prévenir ou diminuer la présence de polluants chimiques.

Dans la catégorie des polluants biologiques, il est couramment rappelé aux patients comment nettoyer de petites taches de moisissures afin que celles-ci ne prennent pas trop d'ampleur (=conseil "moisissures conseils généraux" pour 412 d'enquêtes, soit 72%). Un procédé d'assainissement pour les surfaces de moisissures plus importantes est expliqué dans l'[annexe 3](#) (= conseil "moisissures Type 2") et est associé à la recommandation d'avant tout comprendre et résoudre l'origine du problème d'humidité. Dans 136 cas, il a été conseillé de faire appel à une société spécialisée pour traiter les problèmes de moisissures car les surfaces concernées dépassaient 3m<sup>2</sup> dans une ou plusieurs pièces. L'équipe CRIPI n'ayant pas de formation technique concernant le bâti, la recherche de l'origine des problèmes d'humidité doit être faite par des spécialistes du bâtiment (architectes, entrepreneurs, sociétés spécialisées dans les problèmes d'humidité,...).

53% des visites ont nécessité la recommandation de limiter le taux d'humidité à 60% dans les pièces de vie et à 70% ans les pièces d'eau (cuisine, salle de bains).

En fonction des résultats mycologiques obtenus, il est proposé au médecin de faire une analyse sérologique du.de la patient.e basée sur le type de moisissures et d'acariens identifiés dans son logement. En cas de résultat positif, cela confirme l'impact que peut avoir le logement sur la santé du.de la patient.e.

Pour les personnes allergiques aux acariens, les conseils pour l'entretien de la literie sont importants. En effet, cette allergie nécessite un entretien spécifique de l'environnement intérieur que les médecins n'ont pas toujours l'occasion de détailler à leurs patients. Un rappel et un document écrit sur le sujet leur permet d'adapter leurs habitudes. 144 résultats d'analyses de matelas ont nécessité le remplacement de celui-ci.

Le service est plus souvent appelé pour des problèmes d'humidité car ceux-ci sont visibles, contrairement aux problèmes de pollution chimique. Pour cette raison, des conseils spécifiques aux polluants typiquement chimiques sont moins souvent donnés aux patients. Ils sont donnés le plus fréquemment pour le formaldéhyde (127 fois) et ensuite pour les terpènes (généralement par rapport à l'usage des produits d'entretien (105 fois)) car les solutions aux autres problèmes chimiques doivent généralement être adaptés au cas par cas et ne font pas partie de la catégorie des conseils génériques.

Dans le cadre de la lutte contre les problèmes d'humidité, un des conseils les plus compliqués à transmettre est la nécessité d'aérer et de ventiler quotidiennement le logement ainsi que de chauffer les pièces de vie.

La problématique de la surpopulation, mais aussi de la dégradation et du manque d'entretien de beaucoup de bâtiments, accentue également ces problèmes. Sans compter les aspects financiers qui sont également un frein à l'amélioration des problèmes d'humidité.



Dans 99 cas (17%), aucun polluant n'a été identifié et dans 77 logements (13%), il a été conseillé de faire appel à la Direction de l'Inspection Régionale du logement pour des problèmes d'insalubrité.

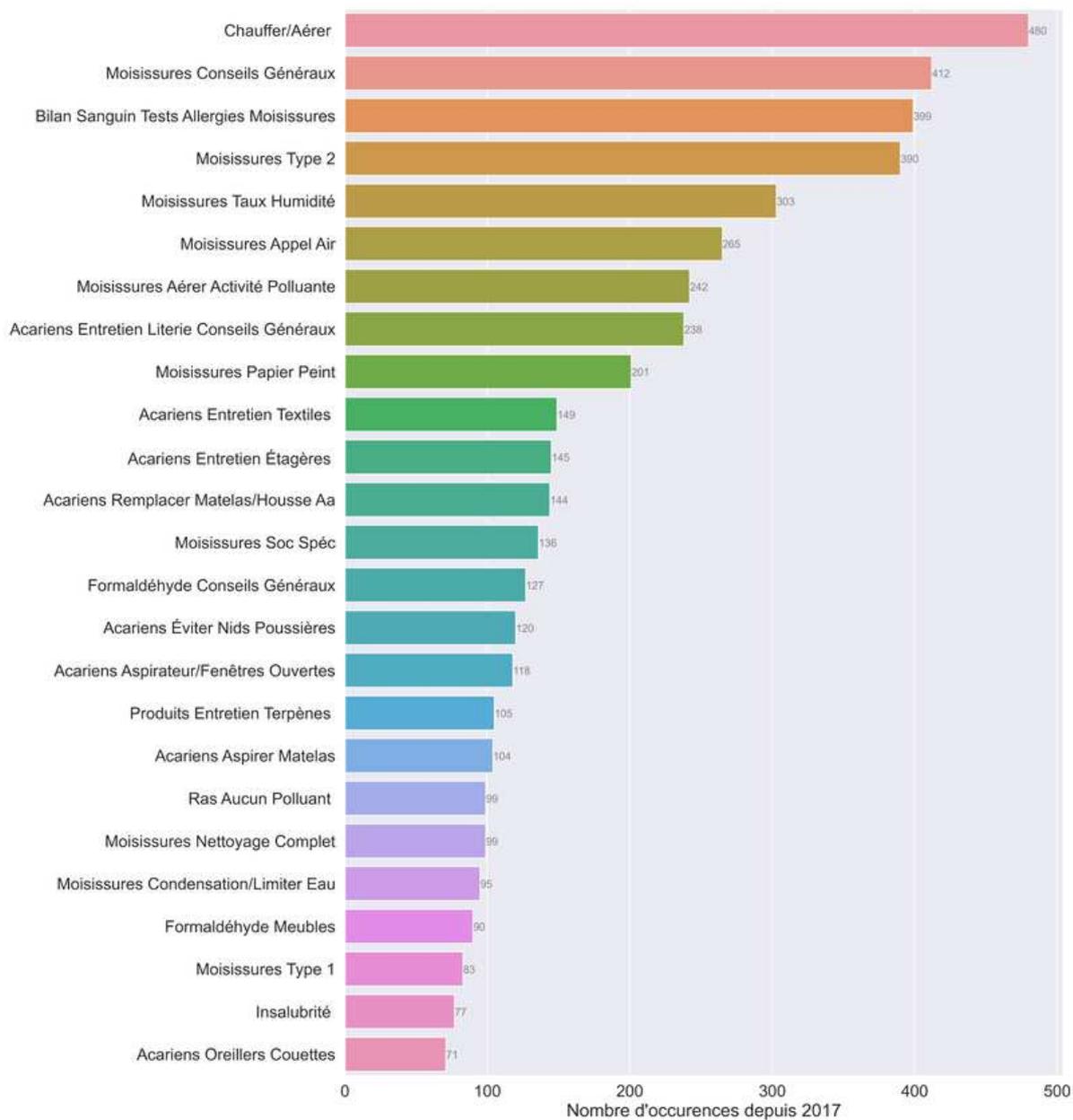


Figure 48 : Fréquences des différents conseils donnés lors des remédiations (concerne 570 visites de 2016 à 2020)



## 2. CONSTATS ET DIFFICULTES

Durant les premières années de fonctionnement du service, les remédiations se faisaient systématiquement à domicile, ce qui permettait plus de précision et d'adaptation des conseils. Lors de cette seconde visite les occupants du logement avaient souvent déjà mis en place certaines actions proposées lors de la première visite.

La charge de travail et les temps de trajets ne permettent plus de donner ces conseils sur place, ceux-ci sont donc transmis par téléphone. Pour de nombreuses personnes, ces informations sont capitales et aident vraiment à une prise de conscience de la problématique identifiée et du besoin d'améliorer la qualité de l'air intérieur à long terme dans leur logement. Pour d'autres, qui souhaitent uniquement un autre logement et qui ne voient pas en quoi leur comportement est responsable de l'état de leur logement, les conseils sont inutiles. Dans ces cas, si l'intervention CRIPI n'aboutit pas à un changement de logement, il n'y aura pas d'amélioration de l'état de santé des habitants du logement.

## 3. AUTRES SERVICES D'AIDE AU PATIENT

Les locataires habitant un logement présentant de grands manquements en termes de salubrité et/ou de sécurité sont invités à faire appel à la Direction Régionale d'Inspection du Logement afin que pression soit faite sur le propriétaire pour qu'il réalise les travaux nécessaires à la mise en conformité du logement selon le Code du Logement Bruxellois<sup>6</sup>. Les services d'hygiène de certaines communes sont également très actifs dans la défense des locataires de logements problématiques.

En cas de litige avec le propriétaire, des conseils juridiques et un soutien social peuvent être obtenus auprès du Syndicat des Locataires. D'autre part, ce service recommande également le service CRIPI auprès de leurs bénéficiaires qui ont des problèmes de pollution intérieure.

Concernant les ondes électromagnétiques, la Division Inspectorat de Bruxelles Environnement est un précieux allié pour cette problématique complexe. Leur expertise dans le domaine provenant des mesures faites à proximité des antennes GSM permet également d'aider les particuliers qui ont des problèmes dans leur logement pour lesquels on suspecte un lien avec la présence de champs électromagnétiques.

En cas de nuisances sonores détectées lors des visites, les habitants sont dirigés vers le service Bruits de Bruxelles Environnement qui effectue des mesures sur plusieurs jours.

Lorsque des difficultés sociales sont constatées, le service CRIPI veille toujours à ce que l'habitant bénéficie d'un suivi continu par un-e assistant-e social-e du CPAS, de la mutuelle, de la commune, ...

CRIPI collabore régulièrement avec des associations d'aide au logement, que ce soit pour des dossiers suivis en commun, pour des formations ou pour travailler sur des thématiques spécifiques.

Homegrade est un intervenant de choix pour CRIPI lorsque l'état de l'habitation nécessite quelques conseils pour limiter les pertes d'énergie. Inversement, lorsque Homegrade détecte d'éventuels problèmes de pollution intérieure, il recommande aux habitants de faire appel au service CRIPI.

Lors des visites, les bénéficiaires interrogent régulièrement sur le choix des produits d'entretien et/ou de bricolage. Les fiches techniques d'Eco-conso asbl<sup>7</sup> sont alors conseillées pour ces différentes thématiques.

---

<sup>6</sup> <https://logement.brussels/code-bruxellois-du-logement/>

<sup>7</sup> <https://www.ecoconso.be/>



## EVALUATION DES INTERVENTIONS CRIPI

Chaque année, à plusieurs reprises, un questionnaire d'évaluation est envoyé au médecin prescripteur et au patient (formulaires en [annexe 4](#)). Les questionnaires portent sur l'impact de la CRIPI sur la santé du/de la patient.e mais aussi sur la mise en place de mesures pour l'assainissement de son logement. Ils comportent également un volet sur l'évaluation du service CRIPI. Les évaluations sont réalisées depuis la création du service (figures 49 et 53 ci-dessous) mais ne sont discutées dans cette section qu'à partir des données 2014, date de l'adaptation du questionnaire en vue d'une uniformisation avec les autres services d'analyses de milieux intérieurs (SAMI), sauf pour certaines données où les résultats depuis 2003 ont pu être comptabilisés.

Les évaluations de 2020 ne font pas partie de ce rapport d'activités.

Afin d'améliorer le nombre de retours de questionnaires, une enveloppe préimprimée est jointe au questionnaire d'évaluation.

### 1. ÉVALUATION SELON LES MEDECINS

#### 1.1. Réponses reçues

En moyenne, les médecins répondent à l'évaluation dans 36% des cas.

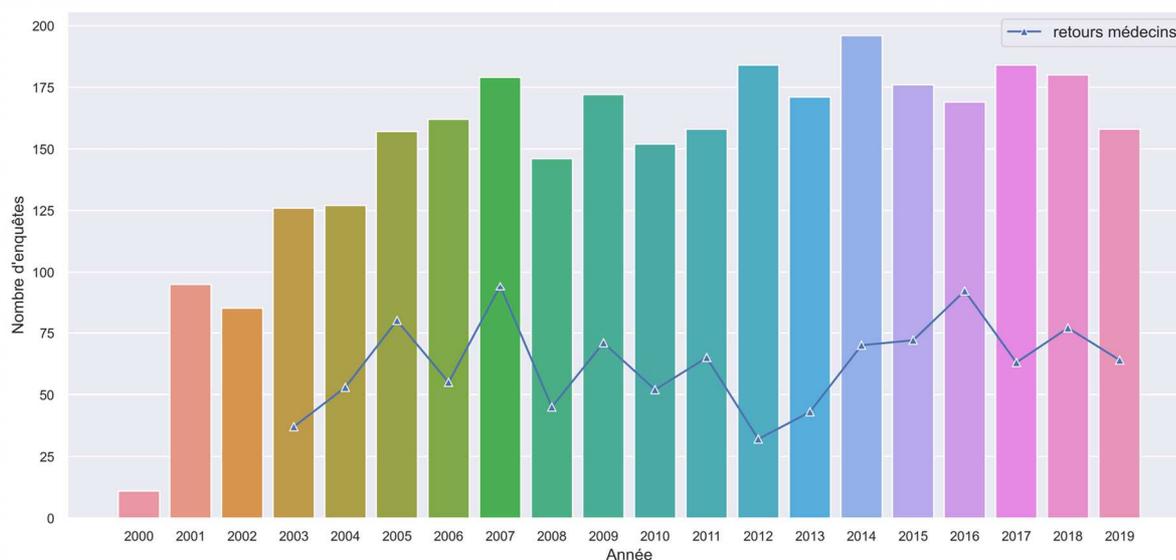


Figure 49 : Courbe illustrant le nombre de réponses reçues par les médecins suite aux questionnaires d'évaluations envoyés de 2000 à 2019 (les bâtonnets représentent le nombre d'enquêtes réalisées sur l'année)

#### 1.2. Effet sur la santé

Selon les réponses des médecins (figure 50), 57% des patients vont mieux 1 an après l'intervention CRIPI, dont 18% nettement mieux. 8 % n'ont observé aucune amélioration de leur état de santé et pour 35%, le médecin n'a pas répondu à la question. Cette absence de réponse est souvent due au fait qu'ils n'ont pas revu leur patient. Il se peut donc qu'une partie de ces personnes se sentent mieux et n'ont plus eu besoin de consultation médicale.



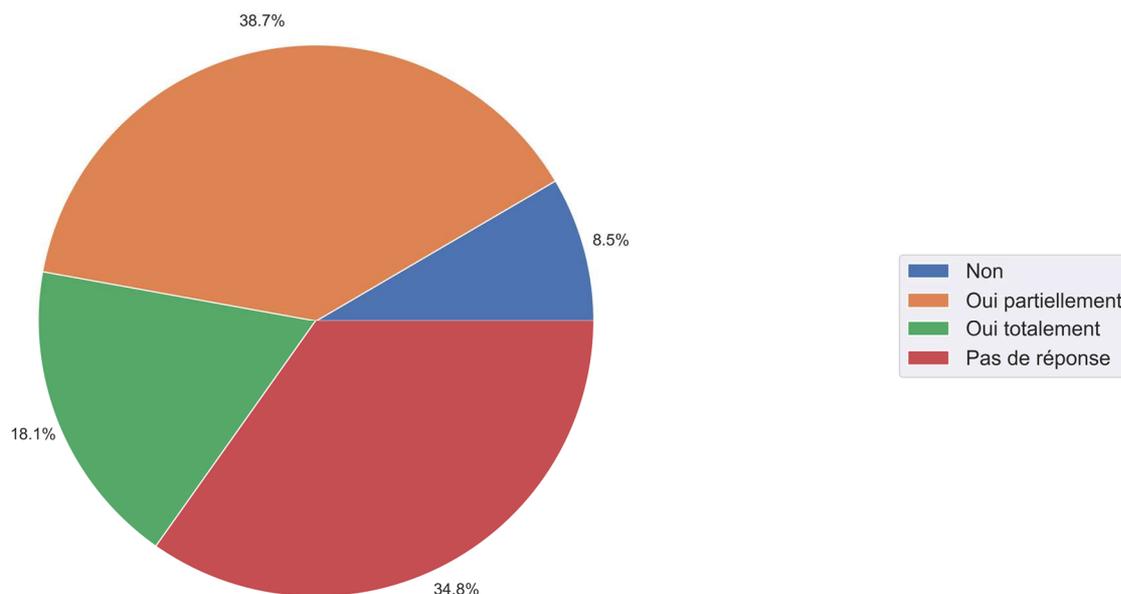


Figure 50 : Amélioration de l'état de santé du/de la patient.e selon l'avis du médecin (2014-2019)

### 1.3. Evaluation du service selon le médecin

À la question "l'intervention de CRIPi répond-elle à votre attente?" (figure 51), 83% des médecins sont totalement satisfaits et 6% partiellement satisfaits. Seuls 1% ne sont pas convaincus de l'utilité du service (10% n'ayant pas répondu à la question).

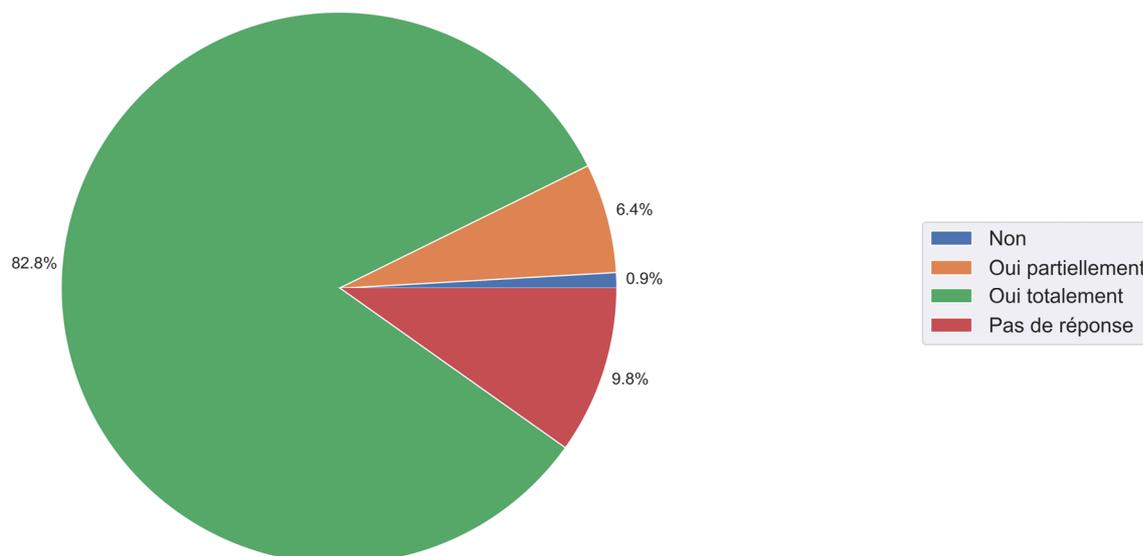


Figure 51 : Evaluation du service CRIPi selon l'avis des médecins: efficacité du service (2014-2019)

À la question "Les conseils de remédiation donnés à votre patient ont-ils été suivis?" (figure 52), les médecins répondent "oui" dans 62% des cas et "non" dans 6% des cas. Près de 32% des médecins n'ont pas répondu (souvent à nouveau car ils n'ont pas revu le/la patient.e).



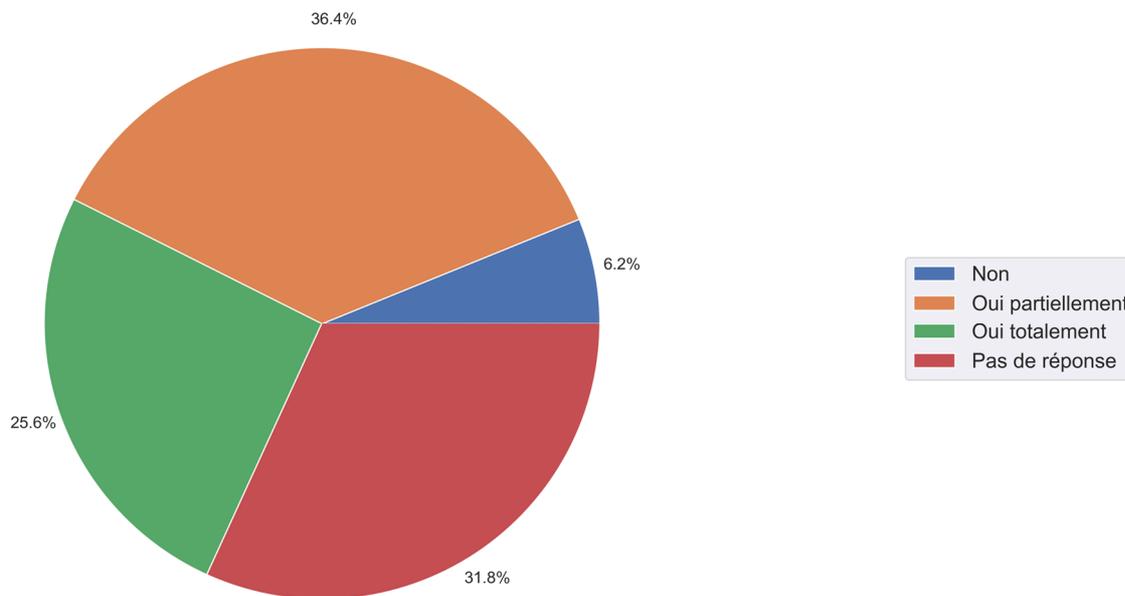


Figure 52 : Evaluation du service CRIPI selon l'avis des médecins : suivi des conseils par les patients (2014-2020)

Les médecins ont l'occasion de mentionner des commentaires concernant le service lui-même et/ ou concernant le suivi de leur patient.

À propos de leurs patients, ils signalent de fréquents déménagements suite aux résultats des analyses, avec souvent une perte du contact avec le patient. Il y a malheureusement un nombre important de problèmes qui restent non résolus notamment de par l'immobilisme des propriétaires ou de la non-compliance du patient. La difficulté d'évaluer l'origine du problème de pollution intérieure et donc la responsabilité du propriétaire ou du locataire, principalement dans les problématiques d'humidité, entravent également l'amélioration de la situation. Le rôle du comportement de l'habitant dans les problématiques d'humidité est difficile à faire comprendre et de ce fait les conseils sont peu suivis dans ces situations. L'aspect financier joue également un rôle dans l'assainissement du logement, qui ne peut pas toujours être pris en charge par le locataire ou le propriétaire. Les patients sont parfois réticents d'utiliser le rapport CRIPI comme moyen de pression car ils craignent que leur logement soit jugé insalubre et ne puissent trouver d'autres logements à un loyer équivalent vu leurs situations financières précaires.

Pour d'autres situations, une évaluation positive de la qualité de l'air du logement permet d'orienter les recherches médicales vers d'autres causes des problèmes de santé.

Les tests d'allergie proposés en fonction des types de moisissures identifiés permettent de conforter un lien entre l'environnement intérieur et les symptômes ou de les exclure (en cas de tests d'allergie négatifs aux moisissures par exemple).

A propos des **améliorations** à apporter, on peut lire dans les commentaires des médecins:

- Les délais pour l'obtention des résultats (minimum 3 mois) sont problématiques pour la prise en charge médicale des patients (NDLR : point à améliorer car souvent cité)
- avoir une valeur légale du rapport pour faire pression sur le propriétaire
- un encadrement des patients plus intensifs, avec des conseils plus concrets
- explications trop abstraites

Parmi les **suggestions**, on y trouve:

- avoir une cartographie des polluants mis en évidence, permettant d'identifier des zones problématiques (NDLR : cela nous semble peu parlant étant donné que les polluants intérieurs sont fortement liés au comportement des occupants);



- faire mieux connaître le service auprès des associations de médecins généralistes de Bruxelles
- faire la part des choses entre responsabilité du locataire et responsabilité du propriétaire
- donner des conseils plus pratiques en estimant le coût des travaux suggérés ou avoir un suivi par un organisme compétent pour l'assainissement des logements, avec des moyens réalistes.
- faire des dosages d'allergènes par technique Elisa pour un screening plus large.
- avoir des recommandations plus contraignantes pour le propriétaire
- recevoir les résultats plus rapidement
- séparer le rapport avec une fiche assez sommaire "Actions/améliorations que l'habitant doit entreprendre" et une fiche "Actions que le Docteur devrait prendre" ou avoir un résumé des mesures à prendre
- encourager les patients/ la famille à revenir en consultation pour le suivi (NDRL : ce qui est fortement recommandé lors de la transmission du rapport au patient)
- refaire un contrôle après assainissement

#### Les **Points forts** du service:

- collaboration très importante de CRIPi avec les médecins dans la prise en charge diagnostique et thérapeutique dans le cas des allergies
- CRIPi est une aide considérable à l'objectivation de la pollution intérieure et permet d'améliorer les situations
- prise de conscience de la gravité de la situation du logement et son impact potentiel sur la santé du patient.e
- intervention judicieuse, rapide, pertinente, travail didactique
- intervention utile, aidante et l'existence du service est fondée
- permet d'objectiver des éléments parfois chargés d' "émotionnel"

En résumé, le service est perçu comme utile et apportant un soutien au diagnostic, au traitement et à la prise en charge des patients, mais il devrait être plus rapide dans la transmission des résultats avec des conseils plus pratiques. Un envoi du rapport en version électronique (plateforme e-health) les aiderait, notamment pour ajouter le rapport au dossier médical électronique du patient.e.

## 2. ÉVALUATIONS SELON LE LA PATIENT.E

### 2.1. Réponses reçues

Après envoi des questionnaires d'évaluation au patient (ou parent du patient.e), 33% des questionnaires ont été complétés et renvoyés au service CRIPi.

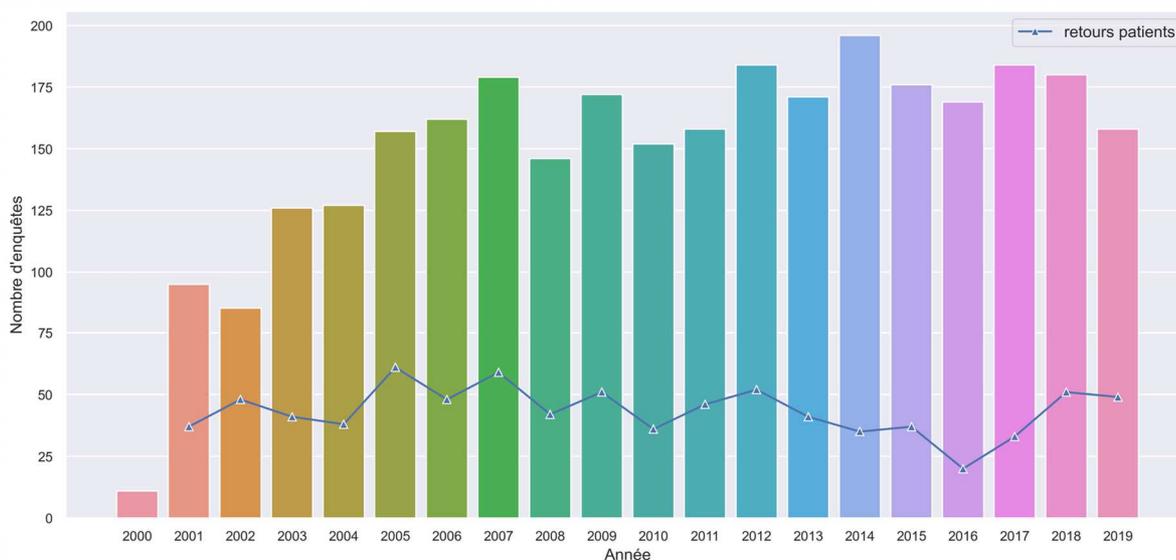


Figure 53: Courbe illustrant le nombre de réponses reçues par les patients suite aux questionnaires d'évaluations envoyés (les bâtonnets représentent le nombre d'enquêtes réalisées sur l'année, donc le nombre de questionnaires envoyés)



## 2.2. Effet sur la santé

De 2014 à 2019, 57% des patients ont vu un impact positif de l'application des conseils donnés suite aux résultats CRIPI sur leur santé. 32% ne vont pas mieux, soit parce que rien n'a été mis en évidence par notre service dans leur logement, soit parce qu'il n'y a pas encore eu de travaux d'assainissement du logement qu'ils estiment devoir être réalisés par le propriétaire, soit encore parce qu'ils n'ont pas les moyens de les réaliser. 10% des patients n'ont pas répondu à la question (figure 54).

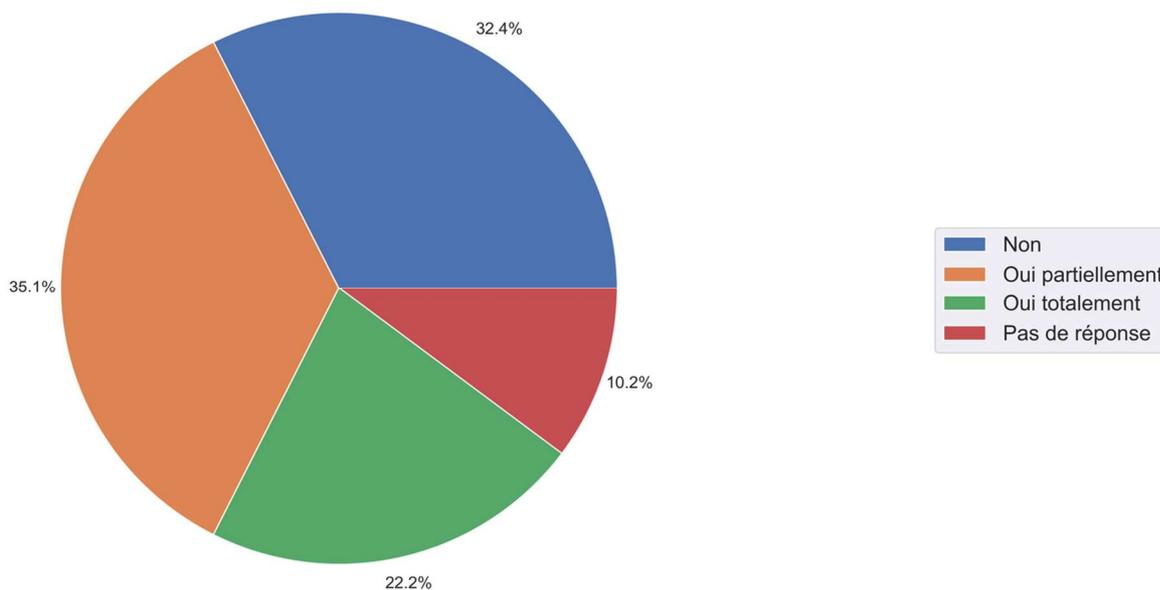


Figure 54 : Evaluation de l'état de santé des patients selon leur avis (2014-2019)

## 2.3. Remarques (conseils appliqués, bloqués, ...)

A la question "Avez-vous appliqué les conseils à la suite des résultats d'analyse de votre logement?" (figure 55), 82% des patients ont appliqué partiellement ou totalement les conseils pour la période 2014-2019 (sur 219 réponses reçues). Beaucoup ont pris conscience de l'importance d'aérer son logement ou de faire un usage raisonnable des produits d'entretien, sans en abuser et sans avoir un nombre important de produits stockés chez eux.

7% n'ont pas suivi les conseils et 11% n'ont pas répondu.

Parmi les conseils les mieux suivis, les patients ont cité le nettoyage des moisissures dans 67 cas, le changement de matelas dans 33 cas et le déménagement car la situation leur paraissait trop impactante sur la santé dans 25 cas. L'aération a été un point d'attention dans 27 cas.

Certains patients ont réalisé des travaux d'isolation, des extracteurs d'air ont été placés.

Les personnes sensibles au formaldéhyde ont éliminé les meubles où les taux étaient trop élevés.

Au niveau des acariens, un changement de draps plus régulier et/ou le nettoyage de textiles à 60°C sont les conseils qui ont été les plus suivis.

Les conseils non réalisés sont principalement justifiés par un déménagement (28 cas) ou par un manque d'argent pour réaliser des travaux d'assainissement. Les patients expliquent également que le propriétaire est peu sensible à l'impact du logement sur la santé des occupants. Les conflits avec les assurances sont également des arguments évoqués pour justifier le retard dans les travaux.



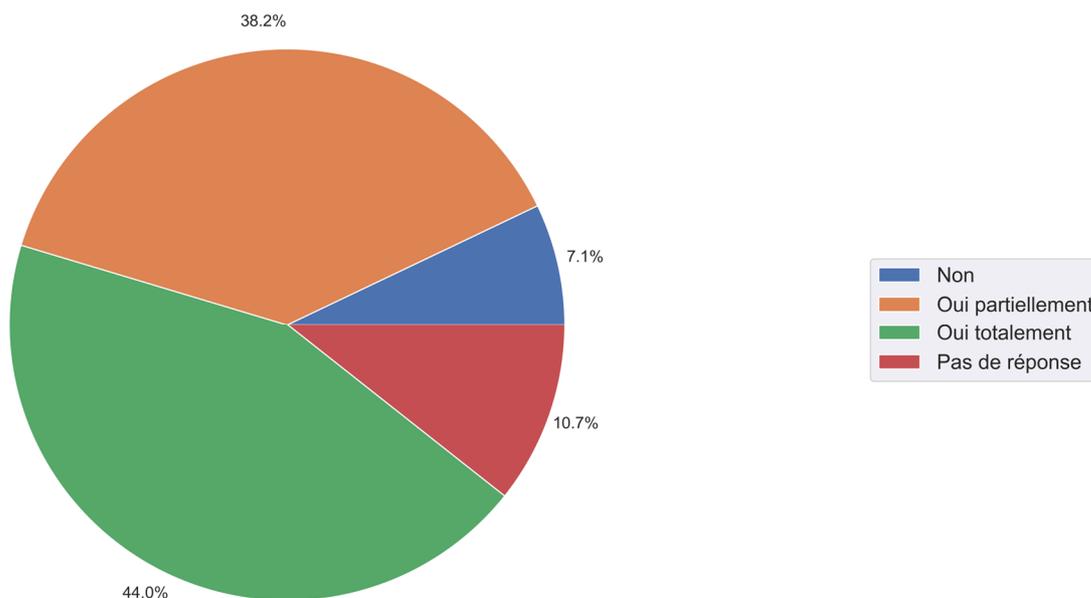


Figure 55 : Pourcentages de patients ayant suivi ou non les conseils qui ont été fournis lors des remédiations, en fonction des polluants identifiés dans leur habitat de 2014 à 2019

A la question “Le service CRIPI répond-il à vos attentes?” (figure 56), 65% ont été entièrement satisfaits et plus de 25% partiellement satisfaits. 4% ne le sont pas car l’intervention du CRIPI ne leur a pas permis d’obtenir un logement social, une mutation de logement ou une pression sur le propriétaire en vue de travaux d’assainissement. Certains ont le sentiment d’être bloqués dans l’évolution des conditions sanitaires de leur logement, d’être impuissant face à la situation ce qui aggrave le ressenti négatif vis-à-vis du logement de ces habitants. D’autres n’ont pas les budgets pour suivre les recommandations les plus lourdes.

Un patient souligne qu’il est dommage que CRIPI n’ait qu’un pouvoir informatif et non décisionnel pour éviter qu’un logement soit à nouveau loué dans les mêmes conditions d’insalubrité après le départ des locataires.



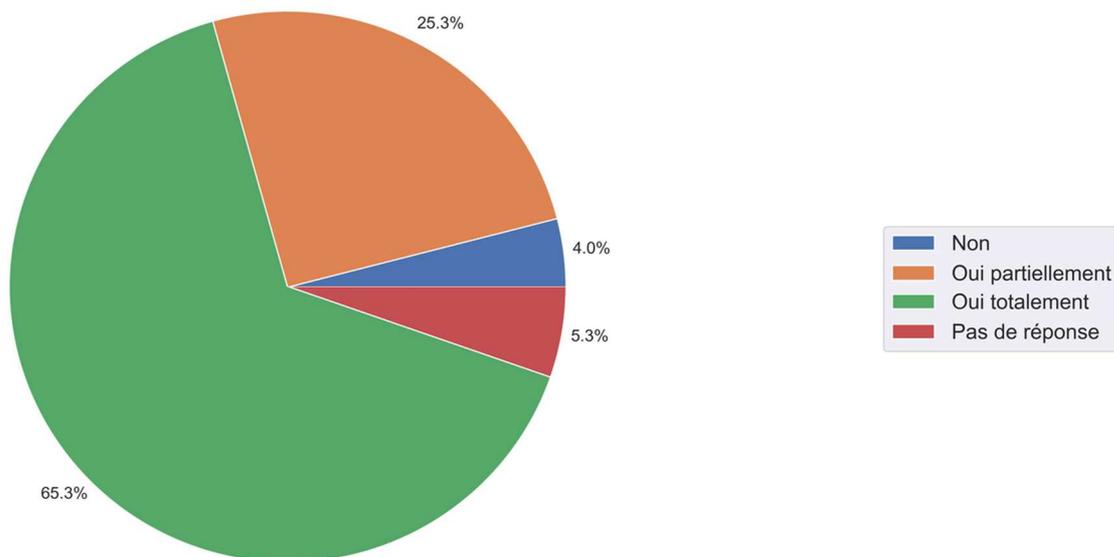


Figure 56 : Evaluation de l'intervention CRIPi selon le patient (données 2014-2019)

## 2.4. Evaluation du service selon le/la patient.e

Suite à notre rapport, des personnes ont l'occasion de déménager. En effet, certaines sociétés de logements sociaux utilisent notre rapport afin d'objectiver les plaintes de leurs locataires lors d'une demande de mutation de logement. Dans d'autres cas, la situation alarmante du logement privé permet au locataire d'obtenir un logement social.

Pour la majeure partie des personnes ayant répondu à l'évaluation, des changements de mode de vie ont été mis en place. Le principal changement concerne l'aération du logement mais aussi fréquemment l'entretien de l'habitation et de la literie. Les résultats du rapport peuvent également être l'occasion d'une conscientisation de la présence de polluants "invisibles/inconscients".

Dans le cadre de recherche de l'origine des problèmes de santé du/de la patient.e, quelques évaluations montrent que les analyses ont permis d'éliminer la piste d'une éventuelle pollution intérieure et d'ensuite d'orienter les recherches vers d'autres causes (pollution extérieure, alimentation, etc). Cela a rassuré les personnes sur l'état de leur logement.

Les améliorations à apporter au service CRIPi que les patients mentionnent sont:

- résultats plus rapidement disponibles
- pression sur le propriétaire et reconnaissance au niveau juridique
- service mieux connu du grand public
- conseils de remédiation plus accessibles pour le quotidien
- compléter l'équipe par un expert en bâtiments
- faire un suivi par mail ou par bulletin d'information
- avoir une explication préalable de ce qui sera recherché dans le logement, avec la méthodologie, et le processus après prélèvement

Les patients sont généralement très satisfaits du sérieux avec lequel ils ont été écoutés, du professionnalisme de l'équipe, de sa discrétion et de sa disponibilité.

*"Nous avons retrouvé la confiance en notre maison." (F. D.)*



## CONCLUSIONS GENERALES

La pollution intérieure est présente partout et mérite une attention particulière car elle est susceptible d'engendrer des problèmes de santé à tout âge et quel que soit le type de bâtiment que l'on occupe. Les habitudes de vie évoluent avec les années, les gens fument moins dans le logement, utilisent moins de produits nocifs chez eux, moins de parfums d'ambiance, les bâtiments sont mieux isolés, mieux chauffés. Mais l'aération des locaux reste un geste primordial à faire chaque jour. Il est essentiel pour maintenir une qualité de l'air acceptable.

Le service CRIPI œuvre à améliorer la situation de chacun mais il reste encore beaucoup de travail à faire, notamment en terme de sensibilisation.

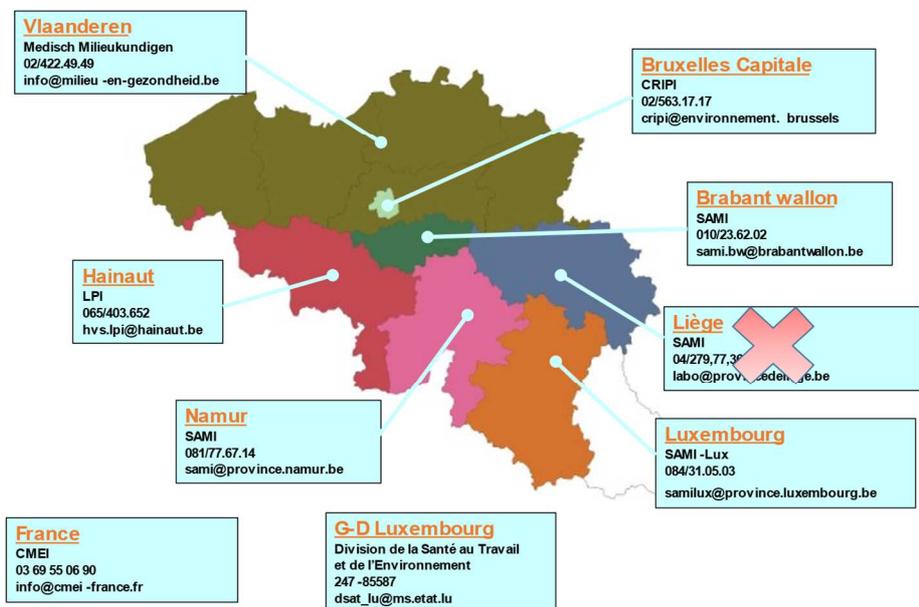
Des indices de pollution intérieure ont été créés pour aider les médecins à mieux comprendre les résultats proposés par CRIPI. Ils sont utiles pour soutenir l'interprétation des résultats chimiques et microbiologiques mais il reste cependant nécessaire de prendre en compte d'autres paramètres dans le calcul d'un indice global en tenant compte également du contexte spécifique pour le diagnostic final. Ces indices ne peuvent être reliés à un danger pour la santé. Cependant, des valeurs élevées de contamination chimique et microbienne indiquent un environnement malsain et doivent être explorées par le médecin. En cette période de profonds changements dans nos modes de vie et en particulier dans nos maisons, il est utile de disposer de références sur la pollution intérieure, tant qualitatives que quantitatives. Les économies d'énergie, les nouveaux concepts et les nouveaux matériaux sont autant d'innovations qui pourraient avoir un impact sur notre santé dans un avenir proche.



[Source](#) : CRIPI



# ANNEXE 1: CARTE DES SERVICES D'ANALYSES DE MILIEU INTERIEUR EN BELGIQUE



## ANNEXE 2: LISTE DES COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS MESURES

1,1,2-Trichlorotrifluoroethane  
1,1-dichloroethene  
Methyl acetate  
Methylene chloride (dichloromethane)  
Methyl-tert-butyl ether (MTBE)  
Trans-1,2-Dichloroethene  
1,1-Dichloroethane  
cis-1,2-Dichloroethene  
Chloroform  
1,1,1-trichloroethane  
Cyclohexane  
carbon tetrachloride  
1,2-Dichloroethane  
Benzene  
Trichloroethene  
Methylcyclohexane  
1,2-Dichloropropane  
bromodichloromethane  
cis-1,3-Dichloropropene  
Toluene  
trans-1,3-Dichloropropene  
1,1,2-Trichloroethane  
Tetrachloroethene  
dibromochloromethane  
1,2-Dibromoethane  
Chlorobenzene  
Ethylbenzene  
m-Xylene  
p-Xylene  
o-Xylene  
Styrene  
Isopropylbenzene  
bromoform  
1,1,2,2-Tetrachloroethane  
1,3-Dichlorobenzene  
1,4-Dichlorobenzene  
1,2-Dichlorobenzene  
1,2Dibromo-3-chloropropane



## ANNEXE 3: LISTE DES 25 CONSEILS DETAILLES

Intitulé court	Conseil détaillé
Chauffer/Aérer	Chauffer de manière à éviter les écarts de température à plus ou moins 20°C (18°C pour les chambres). Il est très important de bien veiller à une bonne aération (15 minutes matin et soir).
Moisissures Conseils Généraux	<p>Suivre ces quelques conseils pour éliminer les petites taches de moisissures :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliser une solution détergente classique;</li> <li>- Tamponner le produit sur les taches ;</li> <li>- Laisser sécher et ensuite frotter à l'aide d'une éponge ;</li> <li>- Recommencer le badigeonnage tout en frottant ;</li> <li>- Si le problème se situe au niveau d'un mur, fixer en passant une couche de latex ou de peinture spéciale salle de bain ;</li> </ul> <p>Attention : se munir de moyens de protection (gants, masque P3). Au-delà de 3 m<sup>2</sup> de surfaces contaminées, il est préférable de faire appel à une société spécialisée.</p> <p>Ne pas effectuer ces travaux en présence de la personne malade.</p>
Bilan sanguin tests allergies moisissures	Si cela n'est pas encore fait, nous suggérons de réaliser des tests d'allergie pour moisissures : IgE tot et IgE spécifiques pour, à défaut des extraits fongiques commercialisés disponibles pour les espèces isolées, on peut éventuellement tester des espèces proches et dans ce cas : <i>Aspergillus spp.</i> (m3, m54, m207), <i>Penicillium notatum</i> (syn. <i>P.Chrysogenum</i> ) (m1), <i>Cladosporium herbarum</i> (m2), <i>Alternaria alternata</i> (m6), <i>Phoma betae</i> (m13), <i>Cephalosporium acremonium</i> (m202), <i>Chaetomium globosum</i> (m208), <i>Ulocladium</i> (m204) et pour les acariens des matelas : d1 ( <i>Dermatophagoides pteronyssinus</i> ), d2 ( <i>D. farinae</i> ) et pour les acariens des murs : d74 ( <i>Euroglyphus maynei</i> ), d73 ( <i>Glyciphagus domesticus</i> ), d72 ( <i>Tyrophagus putrescentia</i> ).
Moisissures Type 2	Chercher la source de l'humidité et des moisissures dans les pièces contaminées, et résoudre le problème. Nous préconisons un assainissement de type 2 (voir document ci-joint).
Moisissures Taux Humidité	Maintenir un taux d'humidité compris entre 40 et 60% (70% dans les pièces d'eau).
Moisissures Appel d'Air	Pour créer un appel d'air: dans une maison on ouvrira des fenêtres à différents étages ainsi que toutes les portes entre ces fenêtres; dans un appartement, on ouvrira des fenêtres sur des façades opposées; dans un appartement ne s'ouvrant que sur une seule façade il faut laisser la fenêtre ouverte un peu plus longtemps.
Moisissures Aérer Activité Polluante	Aérer les locaux après toute activité polluante (prendre une douche, un bain, cuisiner, une nuit de sommeil, un nombre important de personnes dans une pièce,...)



Acariens Entretien Literie: conseils généraux	<p>Pour l'entretien de la literie, suivre ces conseils :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'oreiller, la housse, les draps, les couvertures sont lavés à 60°C pendant minimum 1 heure.</li> <li>- Les draps sont changés toutes les deux semaines.</li> <li>- L'oreiller, la couette et les couvertures doivent être lavés tous les 4 mois.</li> <li>- Il faut aspirer le matelas à chaque changement de draps</li> <li>- Aérer le matelas tous les jours et ouvrir la housse 1 fois par semaine en ouvrant les fenêtres.</li> </ul>
Moisissures Papier Peint	Le papier peint contaminé doit être enlevé en prenant soin de ne pas contaminer tout le logement (utilisation d'un fixateur). Les murs doivent être ensuite nettoyés et complètement séchés. Une couche de peinture doit être appliquée pour encapsuler les moisissures qui n'auraient pas été éliminées.
Acariens Entretien Textiles	La présence de tentures, tapis, coussins et meubles recouverts de tissus doit être limitée. Si la chose n'est pas possible, choisir des textiles supportant un lavage à 60°C pendant une heure.
Acariens Entretien Etagères	Fermer les étagères par des cloisons faciles d'entretien (passage régulier d'un chiffon légèrement humide) et essayer de garder un maximum d'affaires enfermées.
Acariens Remplacer matelas/housse AA	Il est nécessaire de remplacer le matelas (quantité d'acariens très importante). Il faudrait également envisager l'installation d'une housse anti-acariens sur le nouveau matelas, ainsi qu'un nettoyage du sommier. Attention cependant à ne pas mettre un nouveau matelas dans la chambre tant que celle-ci n'est pas assainie (ou laisser le nouveau matelas dans son emballage d'origine).
Moisissures Société Spécialisée	L'assainissement devrait être réalisé par une société spécialisée pour des surfaces supérieures à 3m <sup>2</sup> .
Formaldéhyde Conseils Généraux	<p>Le formaldéhyde est présent en quantités non négligeables. Pour en diminuer la concentration, il faut :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limiter la présence de plaques de bois agglomérés ;</li> <li>- Eviter colles, cosmétiques, peintures à base de formaldéhyde ;</li> <li>- Aérer le plus possible ;</li> <li>- Fermer tous les trous dans le mobilier et traiter les surfaces non couvertes avec des vernis étanches (solvants aqueux) qui empêchent le dégagement de formaldéhyde ;</li> <li>- Veiller à ce que la température et l'humidité ne soient pas trop élevées ;</li> <li>- Ne pas fumer dans la maison.</li> </ul> <p>Remarque : selon une étude française (Rapport final ARP 2002 Primequal 2, <i>Exposition aux aldéhydes dans l'air : rôle dans l'asthme</i>), les patients asthmatiques exposés à des teneurs élevées en formaldéhyde développeraient un asthme plus grave.</p>
Acariens Eviter Nids Poussières	Eviter les nids à poussière (tapis, bibelots, tissu mural, bouquets de fleurs séchées, etc.) et préférez les sols carrelés aux moquettes.
Acariens Aspirateur/Fenêtres ouvertes	Passer l'aspirateur quotidiennement, fenêtres grandes ouvertes (éviter le balai et le plumeau qui font voler les poussières) et épousseter avec un linge humide.
Produits d'Entretien Terpènes	Accroître l'aération de l'appartement pour diminuer la concentration en limonène et en pinène (famille des terpènes), surtout au moment de l'utilisation des produits d'entretien. Si le logement est situé sur un



	axe de circulation dense, aérer en dehors des heures de pointe, ou de préférence par l'arrière du bâtiment ou via la toiture.
Acariens Aspirer Matelas	Aspirer soigneusement le matelas du (de la) patient(e) pour éliminer les allergènes d'acariens (et les spores de moisissures). Eventuellement battre le matelas à l'extérieur avant de l'aspirer ou le remplacer en cas de forte sensibilisation aux acariens.
RAS Aucun Polluant	Aucun polluant en lien avec les problèmes de santé n'a été identifié dans l'habitation. Ceci n'exclut pas la présence d'autres éléments pouvant nuire à la santé, mais qui ne peuvent être mis en évidence par nos appareillages.
Moisissures Nettoyage Complet	Après assainissement, procéder à un nettoyage complet des autres pièces, dépoussiérer les meubles et objets à l'aide d'un chiffon humide, aspirer les tapis et tissus, ...
Moisissures Condensation/Limiter Eau	Essuyer l'eau qui s'est condensée sur les fenêtres et limiter l'utilisation d'eau (bien essuyer le sol après avoir nettoyé, ne pas laisser d'eau bouillir, essuyer la baignoire après la douche, ...).
Formaldéhyde Meuble	Nous conseillons d'aérer l'intérieur des meubles contenant du formaldéhyde en l'absence du patient : ouvrir grand les portes et tiroirs pendant que les fenêtres sont ouvertes afin de diminuer la concentration dans le meuble.
Moisissures Type 1	Vu la quantité de spores de moisissures retrouvées sur les meubles, il est important de procéder à un dépoussiérage régulier à l'aide d'un chiffon humide (cfr assainissement de type 1 – document ci-joint).
Insalubrité	Logement très contaminé par les moisissures (+ acariens). A ce jour, des études scientifiques ont montré des corrélations significatives entre la présence de moisissures et d'humidité dans le logement et des problèmes respiratoires, particulièrement en ce qui concerne l'asthme.
Acariens Oreillers Couettes	Choisir des oreillers et des couettes en matière synthétique (et non à plumes) et laver à 60°C.



## ANNEXE 4: ASSAINISSEMENT DES MOISSURES DE TYPE 2

### Remédiation et prévention

Après des inondations, infiltrations d'eaux, autre problèmes d'humidité, les moisissures peuvent se développer de façon visible et apparaître sur les surfaces imprégnées d'humidité ou passer inaperçues et proliférer à l'intérieur d'un logement. L'humidité non évacuée combinée à un air trop froid amplifie le processus.

Il faut éviter le plus possible de rester longtemps dans une pièce contaminée par des moisissures. Si cela ne peut être évité, il faut ventiler autant que possible vers l'extérieur.

#### 1) Sécher et ventiler

- Stopper l'humidité est la première des choses à entreprendre, en faisant éventuellement appel à un professionnel. La ventilation ne suffira pas toujours à résoudre le problème.
- Faire sécher au plus vite. Sans aération vers l'extérieur, l'humidité restera dans le bâtiment et va condenser sur d'autres endroits. Il est donc essentiel de créer des circulations d'air vers l'extérieur.
- Aérer et essayer de favoriser la migration d'air et de l'humidité de l'intérieur vers l'extérieur, éventuellement en combinaison avec un déshumidificateur ou le chauffage pour augmenter la température (l'air chaud va éliminer beaucoup plus d'humidité vers l'extérieur que l'air froid).
- Faire attention que l'air ne passe pas d'une pièce contaminée à une pièce non-contaminée.

#### 2) Éliminer les moisissures

- Nettoyer les moisissures dès que des petites traces ou tâches apparaissent, avec un chiffon propre et peu humide et du détergent.
- Effectuer le nettoyage des moisissures en l'absence d'enfants ou de personnes fragiles ou asthmatiques.
- Pendant le nettoyage, la protection doit être assurée par un masque (de préférence FFP3), des gants et, éventuellement, des vêtements jetables. Ventilez bien la pièce pendant et après le nettoyage.
- Si les moisissures visibles sont très étendues (surface contaminée supérieure à 3 m<sup>2</sup>), il faudra faire appel à un professionnel pour faire un assainissement général des locaux. Il convient d'enlever et d'évacuer les matériaux contaminés tels que les papiers peints et les plâtres, selon des règles strictes.
- Jeter les objets (coussins, tapis, vêtements, cartons, etc.) qui sont endommagés par les moisissures. Si les meubles sont trop contaminés pour être récupérables, ils devront être remplacés.
- Tenir compte du fait que les spores fongiques, même mortes et desséchées, gardent leur pouvoir allergisant et irritant. Toutes sortes d'objets/décorations peuvent également être contaminés par des moisissures et le problème n'est donc (peut-être) pas résolu en traitant uniquement le problème visible. Jeter les objets qui sentent le moisi.

Ne nettoyer que les zones infestées de moisissures ne va pas résoudre le problème de contamination fongique. Il faut d'abord éliminer l'humidité, sinon les moisissures vont revenir.





## ANNEXE 5 : QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION MEDECIN ET QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION PATIENT

### Questionnaire envoyé au médecin

Concerne : XXX  
Médecin : Dr YY  
Référence CRIPI : 2020-aaa  
Date de l'enquête : xx/yy/zzzz

DN : xx/yy/zzzz

Questions	Non	Oui partiellement	Oui totalement
<i>L'intervention de la CRIPI répond-elle à votre attente ?</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Le rapport est-il compréhensible ?</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Le rapport est-il complet ?</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Les résultats des analyses concordent-ils avec la symptomatologie de votre patient(e) ?</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Les conseils donnés à votre patient(e) sont-ils pertinents ?</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Les conseils ont-ils été appliqués ?</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Si oui, avez-vous observé une amélioration de l'état de santé de votre patient(e) ?</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Après réception de notre rapport,  
avez-vous revu votre patient(e) ?

Oui

Non

avez-vous discuté avec votre patient(e) de notre intervention ?

Oui

Non







---

*Commentaires supplémentaires :*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

---



## RÉFÉRENCES

**AFCN, 2010** : [https://afcn.fgov.be/fr/system/files/brochure\\_radon\\_habitation\\_remediation\\_prevention.pdf](https://afcn.fgov.be/fr/system/files/brochure_radon_habitation_remediation_prevention.pdf)

**Arrêté Royal CO<sub>2</sub>, 2019** :

[https://etaamb.openjustice.be/fr/arrete-royal-du-02-mai-2019\\_n2019201857.html](https://etaamb.openjustice.be/fr/arrete-royal-du-02-mai-2019_n2019201857.html)

**Baromètre social, 2020** : [https://www.ccc-ggc.brussels/sites/default/files/documents/graphics/rapport-pauvrete/barometre-welzijnsbarometer/welzijnsbarometer\\_2020\\_0.pdf](https://www.ccc-ggc.brussels/sites/default/files/documents/graphics/rapport-pauvrete/barometre-welzijnsbarometer/welzijnsbarometer_2020_0.pdf)

Chasseur, C., Bladt, S., et Wanlin, M. (2015). Index of indoor airborne fungal spores pollution in Brussels habitat. Poster gepresenteerd op « Healthy Buildings 2015 Europe », Eindhoven, 18-20 mei 2015.

**CSHPF, 2007** : Décret français 98-360 du 6 mai 1998 abrogé en 2007 du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000374323>

**Décret Plomb, 1999** : Décret n°99 du 9 juin 1999 - code de la santé publique de France - mesures d'urgence contre le saturnisme (<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000577638>)

**Directive benzène, 2000**: Directive 2000/69/CE

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX%3A32000L0069>

**Directive PM, 2015**:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32015L1480>

Fisk, W. J., Lei-Gomez, Q., et Mendell, M. J. (2007). Meta-analyses of the associations of respiratory health effects with dampness and mold in homes. *Indoor Air*. Volume 17. p. 284–296.

Fisk, W. J., Eliseeva, E. A., et Mendell, M. J. (2010). Association of residential dampness and mold with respiratory tract infections and bronchitis: a meta-analysis. *Environmental Health*. 9:72.

Gent, J. F., Ren, P., Belanger, K., Triche, E., Bracken, M. B., Holford, T. R., et Leaderer, B. P. (2002). Levels of Household Mold Associated with Respiratory Symptoms in the First Year of Life in a Cohort at Risk for Asthma. *Environmental Health Perspectives*. Volume 110. Number 12. A 781-786.

**Guide CO<sub>2</sub>, 2007**: Guide « Recenser, prévenir et limiter les risques sanitaires environnementaux dans les bâtiments accueillant des enfants » publication interministérielle du Gouvernement Français, 2007

Heene en Bogaert, 2017 : *'Relation de l'exposition à la pollution de l'air intérieur et extérieur avec les nuisances sur la santé de la population bruxelloise'*, 2017, Billie Heene, Patrick Bogaert, Pôle Environmental Sciences (ELIE), Université catholique de Louvain (UCL) pour le compte de Bruxelles Environnement

Heene en Bogaert, 2018 : *'Approfondissement de la relation entre la contamination microbienne, notamment les moisissures et les acariens, de l'air intérieur et certaines pathologies respiratoires'*, 2018, Billie Heene, Patrick Bogaert, Pôle Environmental Sciences (ELIE), Université catholique de Louvain (UCL) pour le compte de Bruxelles Environnement

**IBSA, 2019** : <https://ibsa.brussels/themes/amenagement-du-territoire-et-immobilier/parc-de-logements-sociaux>

**IBSA, 2021** :

<https://ibsa.brussels/themes/population/structure-par-age#pyramideadesagesadealaargionadeabruelles-capitale>

**IBSA, 2010-2020** : <https://ibsa.brussels/themes/marche-du-travail/chomage> : moyenne annuelle sur 2010-2020

**OMS CO, 2000**: Air Quality Guidelines for Europe, 2000, WHO Regional Publications, European Series, No. 91

**OMS Formaldehyde, 2010**: WHO Guidelines for Indoor Air Quality, Selected pollutants, WHO Regional Office for Europe, 2010

**OMS PM, 2021** : [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)



**OMS Toluène, 1987:** Directive WHO, Air Quality Guidelines Europe, 1987

<https://apps.who.int/iris/handle/10665/107364>

Mendell, M. J., Mirer, A. G., Cheung, K., Tong, M., et Douwes, J. (2011). Respiratory and allergic health effects of dampness, mold, and dampness-related agents : a review of the epidemiologic evidence. *Environmental Health Perspectives*. Volume 119. Number 6. p. 748-756.

Mendell, M. J., et Kumagai, K. (2011). A Review of Observation-Based Metrics for Residential Dampness and Mold: Practical Metrics Showing Dose-Related Associations with Health.

Meng, J., Barnes, C. S., et Rosenwasser, L. J. (2012). Identity of the fungal species present in the homes of asthmatic children. *Clinical and Experimental Allergy*. Volume 42. Number 10. p. 1448-1458.

Mølhave, 1986: Environmental Protection Agency – EPA et *Indoor air quality in relation to sensory irritation due to VOCs*, Mølhave L., ASHRAE Transaction, 92, 306-316, 1986

**Monitoring des quartiers, 2018 :**

<https://monitoringdesquartiers.brussels/Indicator/IndicatorPage/2336?Year=2018&GeoEntity=1>

Saijo, Y., Sata, F., Mizuno, S., Yamaguchi, K., Sunagawa, H., et Kishi, R. (2005). Indoor Airborne Mold Spores in Newly Built Dwellings. *Environmental Health and Preventive Medicine*. Volume 10. p. 157-161.

Schleibinger et al. 2002 : SCHLEIBINGER, H., HAOTT, U., MARCHL, D., PLIENINGER, P., BRAUN, P. & H. RÜDEN (2002): Ziel- und Richtwerte zur Bewertung der VOC-Konzentrationen in der Innenraumluft, *Umweltmed Forsch Prax* 7 (3): 139-147

**SPF Intérieur, 2016**

[https://www.ibz.rn.fgov.be/fileadmin/user\\_upload/fr/pop/statistiques/population-bevolking-20160101.pdf](https://www.ibz.rn.fgov.be/fileadmin/user_upload/fr/pop/statistiques/population-bevolking-20160101.pdf) (2016)

## LISTE DES ABREVIATIONS

CRUPI : Cellule Régionale d'Intervention en Pollution Intérieure

COVs : composés organiques volatils

SAMI : Service d'Analyse des Milieux Intérieurs

CFU : Colonie formant unité

IBSA : Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse

RCS+ : Reuter Centrifugal Aerosol Sampler

ORL : oto-rhino-laryngologue

FARES : Fonds des Affections Respiratoires asbl

ISP : Institut Scientifique de Santé Publique

MMK : Medisch Milieukundigen

RBC : Région de Bruxelles-Capitale

CPAS : Centre Public d'Aide Sociale

BPCO : bronchopneumopathie chronique obstructive

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

GCMS : Gas Chromatography Mass Spectroscopy

CIRC : Centre international de Recherche sur le Cancer

TVOC : Total Volatile Organic Compounds

XRF : X-ray fluorescence

PM : Particulate Matter (Particules fines)

AFCN : Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire

RODAC : Replicate Organism Detection and Counting

HS : Hefe Schimmel

CFU : Colonie formant Unité

PDA : Potato Dextrose Agar

FFP3 : Filtering Facepiece Particles 3





**Rédaction:** Sandrine Bladt, Sylvie Vanderslagmolen

**Traitement de données:** Christophe Degrave

**Mise en page :** François Beaujean

**Comité de lecture:** Berdieke Goemaere (Sciensano), Vinciane Sizaire (FARES), Céline Liebens (Bruxelles Environnement), Olivier Brasseur (Bruxelles Environnement)

**Ed. Resp. :** Bruxelles Environnement

Avenue du Port, 86C / 3000

1000 Bruxelles, Belgique

[info@environnement.brussels](mailto:info@environnement.brussels)

INFO



bruxelles  
environnement  
.brussels

02 775 75 75

WWW.ENVIRONNEMENT.BRUSSELS

