Référence OFB : Axe 3, Action 11, Bénéficiaire EHESP
Projet PestiMar, convention signée le 24/11/2021

Exposition aux pesticides en environnement Intérieur en Martinique

(Projet PestiMar)

Rapport final

Liste des contributeurs :

MADININAIR : Jean GUIMBERTEAU, Loetitia GAMARD, Carole BOULLANGER

EHESP/Irset : Gaëlle RAFFY, Emilie SURGET, Marie DUFRESNE, Lotus DELAVAREILLE, Philippe GLORENNEC, Luc MULTIGNER, Nathalie BONVALLOT, Barbara LE BOT,

CSTB : Olivier RAMALHO

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent document, faite sans l'autorisation de L'EHESP est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1er juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

CITATION DE CE RAPPORT

Jean GUIMBERTEAU, Gaëlle RAFFY, Olivier RAMALHO, Emilie SURGET, Loetitia GAMARD, Philippe GLORENNEC, Carole BOULLANGER, Luc MULTIGNER, Nathalie BONVALLOT, Barbara LE BOT. PestiMar - Exposition aux pesticides en environnement intérieur en Martinique. Rapport final, décembre 2025.

Dans le texte : (Guimberteau J., Raffy G., Ramalho O., et al., 2025).

Table des matières

Liste des tableaux 5
Liste des figures 6
Lexique 8
Contexte du projet 9
Objectif du projet 10
Définitions 10
1 Détermination de la liste des pesticides, identification des sites de prélèvements et constructions du questionnaire et du programme de prélèvement (Phase 1) 11
1.1 Sélection des pesticides 11
1.2 Sélection des sites 14
1.3 Recrutement des habitants volontaires et des écoles 15
1.4 Protocoles et planning de prélèvement sur site 16
1.5 Elaboration des questionnaires 18
1.6 Fiches de terrain et saisie des données de prélèvement 20
2 Campagnes de prélèvement et d'analyse (Phase 2) 21
2.1 Objectif de la phase 2 21
2.2 Méthode 22
2.3 Résultats 30
3 Exploitation des résultats (Phase 3) 48
3.1 Comparaison avec les caractéristiques des bâtiments et les usages 48
3.2 Comparaison avec les données en France Hexagonale 53
4 Recommandations 61
5 Production scientifique et sensibilisation du grand public 63
5.1 Article scientifique consacré à la chlordécone dans les poussières martiniquaises 63
5.2 Article scientifique sur les pesticides dans les poussières martiniquaises 64
5.3 Fascicule à destination des occupants des logements 66
5.1 Fascicule à destination des établissements recevant un jeune public 67
Conclusion 68
Bibliographie 69
Annexes 70
Annexe 1 : Substances retenues à partir de la BNVD (quantité > 100kg) 70
Annexe 2 : Liste des pesticides non retenus et raison des exclusions 71

Annexe 3 Données de toxicité sur les pesticides 74
Annexe 4 : Sélection des sites 78
Annexe 5 : Protocole de prélèvement 83
Annexe 6 : Conservation transport et envoi des échantillons 89
Annexe 7 : Questionnaires 91
Annexe 7 : Fiche de prélèvement 92
Annexe 9 : Réception, enregistrement, conservation et destruction des données 93
Annexe 10 : Synoptiques des méthodes d'analyse chimique 94
Annexe 11 : Liste des substances et performances analytiques des méthodes d'analyse 97
Annexe 12 : Concentration de pesticides dans l'air et les poussières des logements et des écoles 101
Annexe 13 : Hiérarchisation des pesticides en termes de santé publique 106

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste finale des substances retenues pour le projet PestiMar 13
Tableau 2 : Eléments constituants la référence des échantillons 21
Tableau 3 : anomalies relatives au prélèvement des échantillons 23
Tableau 4 : résultats des tests de percement réalisées en Martinique en octobre 2022 30
Tableau 5 : Concentrations et fréquence de détection des pesticides détectés en ng/m^3 dans l'air des logements (n=24), classés de haut en bas par fréquence de détection, du pesticide le plus fréquemment détecté au pesticide le moins fréquemment détecté. 31
Tableau 6 : Concentrations et fréquence de détection des pesticides détectés en ng/m^3 dans l'air des écoles (n=24). 32
Tableau 7 : Liste des échantillons avec adaptation des prises d'essai selon la masse de poussière disponible 33
Tableau 8 : Concentrations et fréquence de détection des pesticides détectés en ng/g dans les poussières des logements (n=22 ou 23 selon la filière analytique) 33
Tableau 9 : adaptation des prises d'essai selon la masse de poussière disponible 35
Tableau 10 : Concentrations et fréquence de détection des pesticides détectés en ng/g dans les poussières des écoles (n=22 ou 24 selon la filière analytique) 35
Tableau 11 : Cumul d'heures de présence et taux d'occupation hebdomadaires dans les salles de classe des écoles UEc et REc selon les campagnes 39
Tableau 12 : Caractéristiques des logements et des ménages 41
Tableau 13 : Usage général de produits pesticides à l'intérieur et à l'extérieur du logement 42
Tableau 14 : Nombre moyen d'occupants sur la semaine selon les campagnes 44
Tableau 15 : Taux moyen d'occupation sur la semaine selon les campagnes 44
Tableau 16 : Taux de présence sur la semaine selon les campagnes 44
Tableau 17 : Fréquence des activités reportées dans le semainier accompagnant les campagnes de prélèvement d'air 46
Tableau 18 : catégorisation des pesticides en fonction du ratio des niveaux de contamination (P95) sur les Valeurs Toxicologiques de Référence (DJA), représentant un proxy du risque 59
Tableau 19 : catégorisation des pesticides en fonction du nombre de critères toxicologiques remplis 60
Tableau 20 : liste des 10 pesticides priorisés et raisons relatives au ratio Contamination/VTR, aux dangers (classement toxicité) et aux fréquences de détection (air et poussières) dans le projet PestiMar 60

Liste des figures

Figure 1 : méthodologie de sélection des pesticides dans 8 bases de données 11
Figure 2 : Classification des communes de Martinique par densité de population selon les critères de l'INSEE et localisation des sites de prélèvement d'air extérieur 14
Figure 3 : Influence des vents dominants et sélection des zones d'étude 15
Figure 4 : Préleveur RB19 prêté par le CSTB et utilisé pour PestiMar 16
Figure 5 : Cartouche URG 16
Figure 6 : Modèle d'aspirateurs et de sacs utilisés pour la campagne 17
Figure 7 : Calendrier final des prélèvements réalisés 22
Figure 8 : Exemple de questionnaire relatif à l'usage de pesticides durant la période de collecte des poussières pour le logement UL3 durant la campagne C03. 26
Figure 9 : Exemple de questionnaire relatif aux activités durant la semaine de prélèvement d'air pour l'école UEc durant la campagne C09. 27
Figure 10 : Exemple de semainier individuel d'occupation pour le logement RL1 durant la campagne C04. 27
Figure 11 : Profil d'occupation moyen de la salle de classe par les élèves sur l'ensemble des campagnes pour l'école UEc 38
Figure 12 : Profil d'occupation moyen de la salle de classe par les élèves sur l'ensemble des campagnes pour l'école REc 38
Figure 13 : Variation du cumul d'heures de présence selon les campagnes pour les deux écoles UEc et REc. 39
Figure 14 : Variation de l'aération dans l'école REc selon les campagnes. 40
Figure 15 : Variation du nettoyage au sol par aspirateur/balai dans l'école REc selon les campagnes. 41
Figure 16 : Profil du taux d'occupation hebdomadaire pour chaque logement moyenné sur les 12 campagnes réalisées. 43
Figure 17 : Variation conjointe du taux d'occupation et de la concentration en pesticides dans les poussières de l'école UEc au cours des campagnes. 49
Figure 18 : Variation conjointe du taux d'occupation et de la concentration en pendiméthaline dans l'école REc au cours des campagnes (dans l'air à droite et dans les poussières à gauche) 49
Figure 19 : Variation conjointe du taux d'occupation et de la concentration en AMPA et en glyphosate dans les poussières de l'école REc 50
Figure 20 : Concentration moyenne en pendiméthaline et lindane dans l'air en fonction de la fréquence moyenne d'ouverture de fenêtres dans les logements 51
Figure 21 : Concentration moyenne en glyphosate et cyperméthrine dans les poussières en fonction de la fréquence moyenne de nettoyage des sols par aspiration 52
Figure 22 : Concentration moyenne en propiconazole et dichloran dans les poussières en fonction de la fréquence moyenne de nettoyage humide des sols 52
Figure 23 : Suivi de la concentration en perméthrine dans les poussières pour le logement RL1 et UL2 en lien avec la variation de la fréquence de nettoyage du sol par aspirateur au cours des campagnes 53
Figure 24 : Comparaison de la fréquence de détection et de quantification des 8 pesticides les plus souvent détectés dans l'air des logements entre PestiMar et la France hexagonale 55

Figure 25 : Comparaison de la concentration médiane des 5 pesticides détectés le plus souvent dans l'air des logements entre PestiMar et la France hexagonale (étude PestiLoge/CNL2) 56
Figure 26 : Comparaison de la fréquence de détection des 13 pesticides quantifiés le plus souvent dans les poussières des logements entre PestiMar et la France hexagonale. 57
Figure 27 : Comparaison de la concentration médiane des 13 pesticides quantifiés le plus souvent dans les poussières des logements entre PestiMar et la France hexagonale. 58
Figure 28 : Démarche d'identification des pesticides prioritaires dans l'étude PestiMar 59
Figure 29 : infographie représentant la loi Française encadrant les usages et la dispersion des produits phytosanitaires dans les collectivités, à proximité des bâtiments sensibles, etc. 62

Lexique

AASQA : Associations Agréées de Surveillance pour la Qualité de l'Air

Anses : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

ARS : Agence Régionale de Santé

BNVD : Banque nationale des ventes des distributeurs de produits phytopharmaceutiques

BRGM : Bureau de recherches géologiques et minières

CNEP : Campagne Nationale Exploratoire des Pesticides

CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

DROM : Département et région d'outre-mer

EHESP : Ecole des hautes études en santé publique

INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

LERES : Laboratoire d'Etude et de Recherche en Environnement et Santé

ODE : Office De l'Eau

Contexte du projet

La localisation géographique des Antilles françaises en zone tropicale et les conditions climatiques qui en découlent (chaleur, humidité) favorisent le développement de nuisances biologiques affectant les activités économiques (élevage et agriculture) et la santé de l'homme (maladie vectorielle). De ce fait, ces territoires sont concernés par un usage important de produits phytosanitaires à usage agricole et communal, mais aussi de biocides tels que des insecticides à usage domestique ou des antiparasitaires pour la lutte antivectorielle.

Au niveau des pratiques agricoles, la Martinique est concernée par différents types de cultures. La banane et la canne à sucre occupent la plus grande partie des surfaces agricoles. La banane est plus représentée sur la côte Caraïbe et au centre de l'île, alors que la canne à sucre occupe pour majeure partie une bande du Nord Caraïbe au Centre Sud. Dans une moindre mesure, les cultures de bambous, de légumes et fruits et de diverses espèces (céréales, plantes aromatiques, tubercules tropicaux, etc.) viennent compléter les surfaces exploitées en Martinique, d'une manière plus dispersée. Les cultures de bananes utilisent des nématicides (tels que des organophosphorés), des fongicides ou des herbicides (tels que le glyphosate). La canne à sucre est plutôt concernée par les herbicides.

La pollution persistante des milieux naturels antillais par le chlordécone, entrainant la contamination des populations, illustre dramatiquement l'usage intensif des produits phytosanitaires qui a été fait dans ces territoires. Néanmoins, les Antilles sont, aujourd'hui, dans une démarche de réduction de l'usage de ces produits. Par exemple, dans le cadre de son investissement dans la mise en place du plan national Ecophyto, la Martinique a mis en priorité, en 2018, la mise en place d'une recherche et une expérimentation axées sur les spécificités ultra-marines.

Au niveau du suivi de la qualité de l'air, une évaluation des concentrations de pesticides dans l'air ambiant en Martinique a été réalisée en 2011-2012 par Madininair, l'observatoire de qualité de l'air de Martinique. Par ailleurs, dans le cadre d'une campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air lancée en 2018 par le Ministère de la Transition Ecologique sur l'ensemble du territoire français, un premier état des lieux des concentrations en résidus de pesticides dans l'air ambiant sur le territoire martiniquais a été réalisé. Cette étude a permis d'identifier les spécificités du territoire en termes de substances actives détectables et/ou quantifiables. Et, 75 substances ont été recherchées sur les 90 priorisées par l'ANSES.

Concernant les concentrations mesurées en air intérieur (air et poussière), la campagne nationale Logements n°2 de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (CNL2, 2020-2023) a concerné la France hexagonale dont les pesticides mais n'a pas concerné les départements d'outre-mer.

Objectif du projet

Le projet PestiMar a pour objectif principal de caractériser la contamination de l'environnement intérieur par les pesticides à usage agricole (Produits Phytopharmaceutiques) et particulièrement dans les écoles et logements en Martinique, en zone rurales et urbaines. Il répond à l'« Action n°11 » : « Renforcer la surveillance de la contamination des denrées végétales, de l'eau, des sols et de l'air, et évaluer les expositions potentielles des citoyens » du plan Ecophyto II+.

Ce rapport est divisé en trois parties : la phase 1, la détermination de la liste des pesticides, identification des sites de prélèvements et construction du questionnaire et programme de prélèvement ; la phase 2, campagne de prélèvement et d'analyse des échantillons, puis la phase 3, l'exploitation des données et valorisation.

Définitions

Dans ce document :

- Les termes « enquêteur » ou « opérateur » désigneront la/les personnes en charge de récupérer les échantillons dans les logements et les écoles. Il s'agira obligatoirement d'employés qualifiés de Madininair.
- Le terme « participants » désignera les personnes référentes qui ont accepté de participer à l'étude et mettent à disposition leurs locaux afin que les prélèvements soient effectués.
- Le terme « occupants » désignera les personnes présentes dans les locaux pendant les périodes de prélèvement.

1 Détermination de la liste des pesticides, identification des sites de prélèvements et constructions du questionnaire et du programme de prélèvement (Phase 1)

1.1 Sélection des pesticides

L'inventaire des pesticides a été réalisé par compilation de sept différentes bases de données, à laquelle s'ajoute les substances dont les quantités annuelles de vente en Martinique ont dépassé au moins une fois les 100 kg[1] entre 2013 et 2020 (BNVD Martinique, voir Annexe 1).

L'utilisation de ces sources a abouti à une sélection de 158 substances, qui ont ensuite été triées afin d'écarter celles dont les caractéristiques ne correspondent pas à l'étude PestiMar (substances à usage uniquement domestique, mélanges, aldéhydes, bactéries, …).

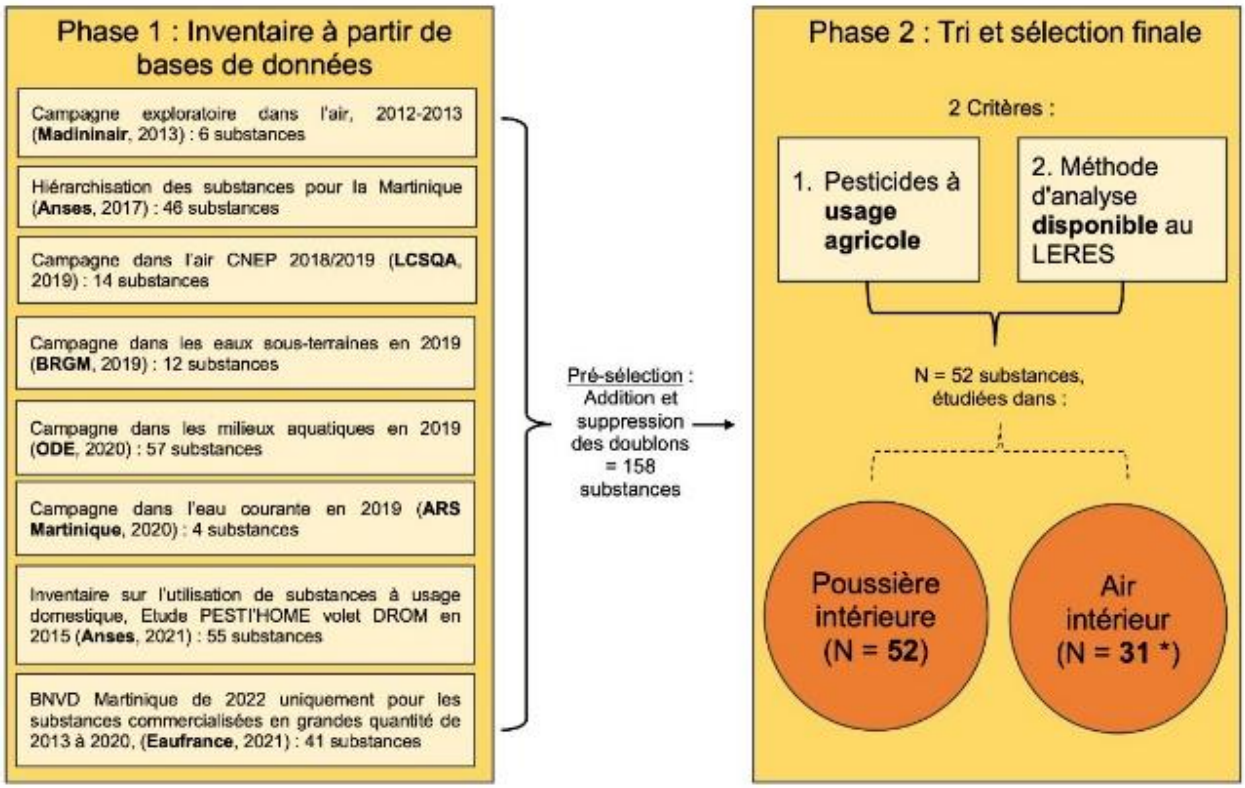


Figure 1 : méthodologie de sélection des pesticides dans 8 bases de données

[1] La quantité de 100 kg a été retenue de manière arbitraire pour inclure les pesticides les plus répandus (voir Annexe 1).

Enfin la faisabilité analytique a été évaluée afin de sélectionner les substances pour lesquelles aucun développement analytique était nécessaire. Le seul développement analytique qui a été réalisés est celui de la chlordécone, du fait de sa spécificité pour la Martinique.

Pour chaque substance, la volatilité (faible, modéré, volatile) a été établie en fonction des valeurs de la constante de Henry et de la pression de vapeur disponibles dans les bases de données physico-chimiques. Ces paramètres ont permis de déterminer la liste des pesticides à mesurer dans l'air.

La méthodologie de sélection des bases de données est la suivante :

1-Consultation de la base de données Chimie (PUBCHEM), si non
2-Consultation de la base de données officielles et référencées (Agritox, Ineris, USEPA…), si non
3-Consultation de documents internes (CSTB, AirBreizh…), si non
4-Autres Bases de données (PPDB, ChemicalBook…)

La liste finale de pesticides étudiés dans PestiMar est de 31 substances dans le compartiment air et de 56 substances dans les poussières (Tableau 1). La liste des substances non retenues pour l'étude et les raisons de leurs exclusions sont fournies en Annexe 1. Les caractéristiques de toxicité des substances retenues sont données en Annexe 3.

Tableau 1 : Liste finale des substances retenues pour le projet PestiMar

Substance	CAS	Température Décomposition (°C)	Température d'ébullition (°C)	Constante de Henry (Pa.m3.mol-1)	Pression de vapeur (Pa)	Volatilité	Retenu dans l'air	Retenu dans les poussières
2,4-D	94-75-7	200	273	9,88E-03	1,80E-05	Faible		X
2,4-MCPA	94-74-6		286,74	4,68E-05	0,00E+00	Faible		X
Acétochlore	34256-82-1	238	392	0,00E+00	2,20E-05	Faible		X
Aldrine	309-00-2	-	145	0,00E+00	1,62E-02	Modérée	X	X
AMPA	1066-51-9	-	358	1,27E-10	7,68E-03	Faible		X
Azoxystrobine	131860-33-8	345	581	7,30E-09	1,91E-15	Faible		X
Bifenthrine	82657-04-3	280	453	1,94E+00	1,78E-06	Modérée	X	X
Butralin	33629-47-9	253	368	2,35E-01	1,69E-03	Modérée	X	X
Chlordane	57-74-9	-	425	7,12E+00	1,33E-03	Modérée	X	X
Chlordécone	143-50-0	350	450	0,00E+00	0,00E+00	Faible		X
Chlorothalonil	1897-45-6	347	351	2,03E-01	6,29E-05	Modérée	X	X
Chlorpyriphos ethyl	2921-88-2	170	377	2,56E-01	2,73E-03	Modérée	X	X
Cypermethrine	52315-07-8	220	511	8,00E-02	1,74E-05	Modérée	X	X
Deltamethrine	52918-63-5	270	270	5,06E-01	6,00E-06	Modérée	X	X
Diclorane	99-30-9	202	130	8,44E-03	2,60E-04	Faible	X	X
Dicofol	115-32-2	-	225	2,50E-02	5,31E-05	Modérée	X	X
Dieldrine	60-57-1	-	330	5,48E-02	4,00E-04	Modérée	X	X
Difenoconazole	119446-68-3	337	100	9,00E-07	3,32E-08	Faible		X
Diméthoate	60-51-5	-	113	1,01E+00	0,00E+00	Modérée	X	X
Diméthomorphe	110488-70-5	280	148	0,00E+00	9,70E-07	Faible		X
Endrine	72-20-8	245	496	5,48E-02	4,00E-04	Modérée	X	X
Ethion	563-12-2	150	165	3,85E-02	1,16E-07	Modérée	X	X
Fénarimol	60168-88-9	240	118	7,09E-04	3,00E-05	Faible	X	X
Fenpropidine	67306-00-7	243	341	1,84E-05	1,71E-02	Modérée		X
Fipronil	120068-37-3	230	510	8,53E-05	3,71E-07	Faible	X	X
Flumétraline	62924-70-3	195	223	3,04E+01	0,00E+00	Modérée	X	X
Fluopyram	658066-35-4	319	318	2,98E-05	1,20E-06	Faible		X
Fluroxypyr	69377-81-7	360	399	2,58E-14	0,00E+00	Faible		X
Glufosinate	77182-82-2	245	519	5,33E-11	1,54E-08	Faible		X
Glyphosate	1071-83-6	200	465	2,10E-07	1,31E-05	Faible		X
Heptachlore	76-44-8	145	310	2,98E+01	5,33E-02	Volatile	X	X
Imidaclopride	138261-41-3	-	144	1,70E-10	9,00E-10	Faible		X
Lambda-cyhalothrine	91465-08-6	275	436	1,37E+00	2,00E-07	Modérée	X	X
Lindane	58-89-9	200	287	5,21E-01	4,69E-03	Modérée	X	X
Métalaxyl	57837-19-1	-	295	3,50E-05	7,36E-11	Faible		X
Metaldehyde	108-62-3	191	115	7,67E-10	6,60E+00	Modérée	X	X
Métolachlore total	51218-45-2		100	9,12E-04	4,20E-03	Faible		X
Metrafenone	220899-03-6		534	1,20E-06	9,83E-07	Faible		X
Metribuzine	21087-64-9	230	132	2,00E-05	6,53E-10	Faible		X
Mirex	2385-85-5	485	601	8,22E+01	1,07E-04	Modérée	X	X
Myclobutanil	88671-89-0	-	390	4,33E-04	2,40E-09	Faible		X
Oryzalin	19044-88-3	265	514	2,74E-08	1,46E-11	Faible		X
Oxadiazon	19666-30-9	-	417	3,80E-02	1,73E-10	Modérée	X	X
Pendimethaline	40487-42-1	246	330	8,67E-02	4,00E-03	Modérée	X	X
Perméthrine	52645-53-1	-	290	1,89E-01	2,91E-06	Modérée	X	X
Piperonyl butoxyde	51-03-6	164	180	9,01E-06	6,96E-04	Faible	X	X
Propiconazole	60207-90-1	355	480	1,38E-04	5,60E-05	Faible	X	X
Propyzamide	23950-58-5	283	340	7,52E-09	5,80E-05	Faible		X
Prosulfocarbe	52888-80-9	-	341	9,48E-02	6,44E-03	Modérée	X	X
Pyrimicarbe	23103-98-2	-	373	3,30E-05	0,00E+00	Faible		X
tebuconazole	107534-96-3	350	476	1,47E-05	1,70E-06	Faible	X	X
Tebuthiuron	34014-18-1	275	-	1,31E-05	4,00E-05	Faible		X
Terbutryne	886-50-0	-	160	1,50E-03	3,89E-09	Faible		X
Tolyfluanide	731-27-1	200	397	7,71E-02	2,00E-04	Modérée	X	X
Triclopyr	55335-06-3	210	290	4,40E-06	2,00E-04	Faible		X
Trifloxystrobine	141517-21-7	285	312	2,30E-03	3,40E-06	Faible		X

1.2 Sélection des sites

Le projet vise à effectuer des prélèvements dans des écoles et des logements de Martinique en typologie rurales et urbaines. Les typologies ont été définies au regard de la densité de population selon la méthode définie par l'INSEE. Initialement deux écoles et deux logements devaient être sélectionnés. Cependant, afin de garantir la confidentialité des données recueillies au sein des logements, le choix a été fait de porter à six le nombre de logements avec la distribution suivante :

- **Prélèvements au niveau de trois logements et d'une école à proximité de zones agricoles** et d'un site rural déjà investigué par le passé avec des prélèvements en air extérieur ;
- **Prélèvements au niveau de trois logements et d'une école à proximité d'un site urbain** qui bénéficie également un suivi périodique réglementaire en air extérieur ;

Les trois stations où Madininair a déjà procédé à des mesures en air extérieur sont le Lamentin, St Joseph et Macouba (Figure 2).

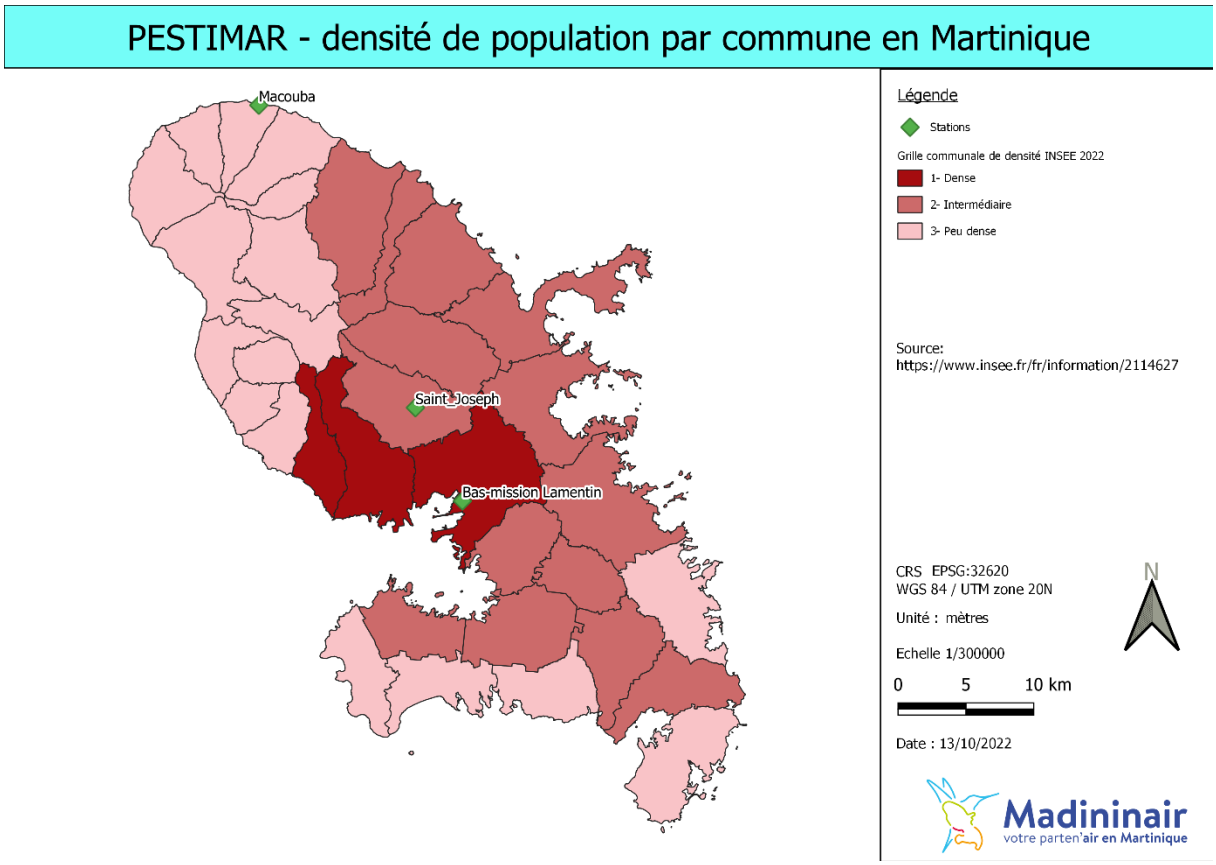


Figure 2 : Classification des communes de Martinique par densité de population selon les critères de l'INSEE et localisation des sites de prélèvement d'air extérieur

Parmi ces sites, la zone du **Lamentin** est choisie comme environnement **urbain**. Elle présente une importante densité de population, de nombreuses écoles et elle est dans l'axe des vents dominants des activités agricoles (Figure 3). La zone du **Macouba** est choisie comme environnement **rural**.

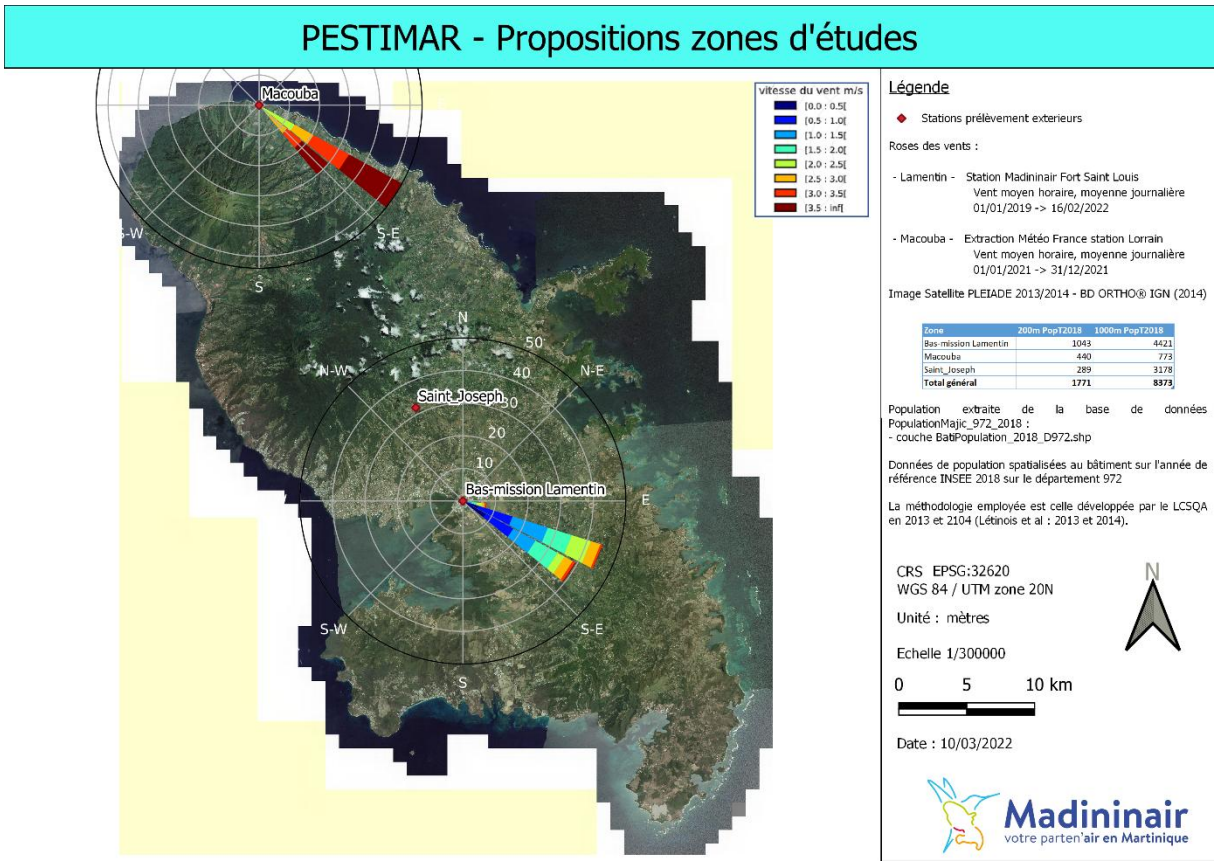


Figure 3 : Influence des vents dominants et sélection des zones d'étude

1.3 Recrutement des habitants volontaires et des écoles

Une recherche de volontaires pour participer à l'étude a été lancée dans les deux secteurs sélectionnés afin de trouver les six logements dans lesquels se dérouleront les prélèvements. Les critères de choix des logements sont :

- Privilégier les maisons plutôt que les appartements ;
- Un secteur rural ou urbain, et à proximité des sites de prélèvement extérieurs ;
- Sous l'influence des vents dominants en provenance des zones agricoles.

Voir Annexe 4 pour la carte de localisations des logements.

Les mairies des zones sélectionnées ont été sollicitées par courrier afin d'obtenir les autorisations pour effectuer des prélèvements dans une école de leur commune. Les écoles ciblées par l'étude sont des maternelles ou des écoles élémentaires.

Chaque participant a été informé du déroulement du projet, de la campagne et de ses droits au travers de la fiche d'information du projet qui lui a été remise lors du processus de recrutement.

1.4 Protocoles et planning de prélèvement sur site

Les protocoles de prélèvements sur site sont détaillés en Annexe 5.

Les principales techniques déployées pour les prélèvements de l'air et des poussières sont présentées ci-dessous.

1.4.1 Technique de prélèvement d'air

La méthode consiste à échantillonner les phases gazeuse et particulaire de l'air en environnement intérieur à l'aide d'une pompe aspirante sur un support filtrant constitué d'une mousse de polyuréthane (PUF) sur laquelle est échantillonnée la phase gazeuse par adsorption, et d'un filtre en fibres de quartz (FFQ), disposé en amont de la mousse, pour l'échantillonnage de la phase particulaire (PM2.5) par filtration et rétention mécanique. Le dispositif est placé dans une cartouche URG en PTFE, reliée par l'intermédiaire d'un tuyau en silicone à une pompe aspirante.

Les pompes utilisées pour cette campagne sont trois préleveurs RB19 utilisés par le CSTB dans l'étude PestiRiv[2]. Ces pompes sont robustes et silencieuses, elles seront branchées sur secteur, il est également possible de programmer des heures de lancement et d'arrêt.



Figure 4 : Préleveur RB19 prêté par le CSTB et utilisé pour PestiMar

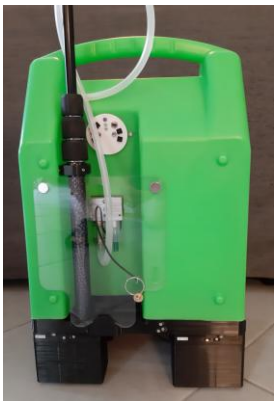




Figure 5 : Cartouche URG

Le débit de prélèvement est de 4 L/min. Une tête de prélèvement PM2.5 permettra de récolter uniquement les particules d'un diamètre inférieur à 2,5 µm.

A chaque nouveau prélèvement, l'air est échantillonné dans une cartouche URG reliée à la pompe. Les cartouches URG sont préalablement conditionnées au LERES avant utilisation pour un prélèvement d'air et doivent être utilisées dans les 30 jours qui suivent le conditionnement.

[2] PestiRiv : résultats de l'étude nationale sur l'exposition aux pesticides des riverains de zones viticoles | Anses

1.4.2 Technique de prélèvement des poussières

Les poussières sont prélevées à l'aide d'aspirateurs domestiques prêtés aux occupants par Madininair. Les aspirateurs mis à disposition sont des modèles à traineaux avec sac achetés neufs par Madininair.



Figure 6 : Modèle d'aspirateurs et de sacs utilisés pour la campagne

Les sacs sont changés, étiquetés et envoyés pour analyse à chaque nouveau prélèvement. L'annexe 6 détaille les conditions de prélèvement, de conservation et d'envoi des échantillons.

1.4.3 Planning des prélèvements

La campagne se déroule sur 12 mois avec des prélèvements répartis environ tous les mois dans chaque zone. Il y a donc 12 prélèvements dans chaque école et 4 prélèvements dans chaque logement.

1.4.3.1 Prélèvement dans les écoles

Les 12 prélèvements d'air dans les écoles ont lieu pendant 4 jours du lundi matin au vendredi matin en dehors des périodes de vacances scolaires et jours fériés. Lorsque cela est possible, le préleveur est installé le vendredi précédent la semaine de prélèvement et programmé pour un lancement automatique le lundi matin. Les prélèvements de poussière s'effectuent grâce à l'utilisation d'un aspirateur dédié au projet par le personnel d'entretien de l'école, uniquement dans la salle de classe instrumentée, pendant la période entre 2 prélèvements d'air (entre 2 et 5 semaines).

1.4.3.2 Prélèvement dans les logements

Les 12 prélèvements d'air dans les logements ont lieu durant 7 jours consécutifs. Il y a 4 prélèvements dans chaque logement. Les participants utilisent l'aspirateur mis à disposition par Madininair durant les 2 à 5 semaines précédant la récupération du prélèvement afin de disposer d'une masse de poussière suffisante pour les analyses. Les prélèvements de poussières sont récupérés à l'issue de chaque prélèvement d'air, en même temps que la pompe et la cartouche URG.

1.4.4 Témoins

Un échantillon témoin pour l'air est réalisé une fois pour chaque site durant la campagne. Pour réaliser le témoin, l'opérateur doit déposer sur le site une seconde cartouche URG conditionnée. La cartouche témoin est manipulée dans les même condition qu'une cartouche ordinaire. Lors de l'installation de la pompe, elle est sortie de son sachet ziplock, déballée de son papier aluminium, débouchée puis rebouchée immédiatement et déposée à proximité de la pompe. Elle n'est jamais connectée à la pompe et reste fermée hermétiquement pendant toute la durée de prélèvement. Lors de la récupération du prélèvement, elle est réemballée dans son papier aluminium d'origine, enfermée dans son sachet ziplock puis étiquetée en tant que cartouche URG témoin et envoyée avec le reste des échantillons.

Il y a donc en tout au moins 8 témoins pour les prélèvements d'air réalisés durant la campagne. Les premiers témoins sont réalisés dans les 2 écoles dès le début de la campagne afin de s'assurer que le protocole permet des résultats fiables y compris en utilisant le lancement différé des pompes.

Un témoin est également réalisé avant le lancement de la campagne pour contrôler les prélèvements de poussières. Lors de ce prélèvement témoin c'est un matériau inerte constitué de terre de diatomées (Célite®) qui est aspiré à la place des poussières, dans un environnement contrôlé et nettoyé au préalable, puis l'échantillon est analysé en laboratoire. L'aspirateur et le modèle de sac utilisé est le même que celui d'un prélèvement ordinaire.

1.4.5 Calendrier de prélèvement

Les écoles sont fermées pendant les vacances scolaires et les jours fériés, le planning a donc été aménagé afin de ne prélever que sur les périodes d'ouvertures des écoles.

Chaque mois, les prélèvements sont réalisés simultanément dans les deux écoles et deux logements afin de permettre une comparaison efficace entre les sites. Trois préleveurs sont déployés, dont deux opérant simultanément dans la zone urbaine et un dans la zone rurale. Les prélèvements sont concomitants dans la zone urbaine. Dans la zone rurale, un prélèvement est également concomitant à ceux de la zone urbaine et le second a lieu durant la semaine précédente ou suivante.

Une exception est observée en période estivale lorsque les écoles sont fermées en août. Durant cette période, seuls les deux logements sont prélevés, tandis que les échantillons des écoles sont reportés et collectés en novembre pour maintenir la cohérence temporelle des données. Cette planification garantit la capture efficace des variations mensuelles et saisonnières dans les deux zones étudiées.

Une alternance est faite entre les logements d'une même zone afin que les prélèvements se déroulent une fois sur trois dans le même logement.

1.5 Elaboration des questionnaires

L'objectif des questionnaires est de renseigner d'une part le contexte de mise en œuvre des mesures et de caractérisation des sites instrumentés et d'autre part de recueillir les informations relatives aux facteurs susceptibles d'influencer la mesure des pesticides dans l'air ou les poussières. Leur élaboration s'est basée

sur les questionnaires administrés dans le cadre de la campagne nationale de mesure de la qualité de l'air logements qui couvre la France métropolitaine (campagne coordonnée par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur). A partir de ces questionnaires de base, les questions les plus pertinentes au regard de notre objectif ont été extraites et adaptées au contexte de la Martinique.

L'ensemble des questionnaires est pseudonymisé de telle sorte que le code identifiant utilisé ne puisse pas permettre de remonter à l'identification des personnes. Par ailleurs, les questionnaires destinés aux occupants des logements rappellent systématiquement les droits relatifs aux données personnelles.

Un total de six questionnaires (détaillés en Annexe 6) a été élaboré afin de recueillir les informations essentielles au traitement des données durant l'étude :

- Un questionnaire descriptif du site réservé aux écoles, complété en amont de la campagne par entretien avec le directeur (ou directrice) d'établissement. Il vient renseigner les caractéristiques de l'école (type d'école, date de construction, taille de l'établissement en nombre de salles et d'élèves, la situation géographique de l'établissement (urbain/rural), le mode de ventilation et la présence ou non de climatisation), la présence et le type de champs cultivé à un rayon de 200 m, les activités sur l'année passée au regard de l'utilisation de pesticides à l'intérieur ou aux abords extérieurs immédiat de l'établissement. La salle de classe instrumentée est également décrite (étage, surface et hauteur, revêtements de sols, murs et plafond ainsi que l'orientation des ouvrants). La durée de remplissage de ce questionnaire est au maximum de 15 minutes.

- Un questionnaire descriptif du site réservé aux logements, complété en amont de la campagne par entretien avec la personne référente du ménage. Il vient renseigner les caractéristiques du logement (type, nombre de pièces principales, étage, présence d'un jardin/cour, date de construction, le mode de ventilation et de climatisation), les caractéristiques du ménage (nombre de personne et structure), la présence et le type de champs cultivé à un rayon de 200 m, la présence d'animaux domestiques (utilisation potentielle de produits antiparasitaires), les activités sur l'année passée au regard de l'utilisation de pesticides à l'intérieur ou aux abords extérieurs immédiat du logement et pour finir un descriptif de la pièce instrumentée (surface et hauteur, revêtements et orientation des ouvrants). La durée de remplissage de ce questionnaire est au maximum de 15 minutes.

- Un semainier d'activité pour les écoles. Ce questionnaire semainier est auto-administré et renseigné par l'instituteur/institutrice au cours de la semaine de mesure. Il permet de noter chaque jour si certaines activités susceptibles de modifier ou d'interférer avec la mesure des pesticides dans l'air ou les poussières sont survenues.

- Un semainier d'activité pour les logements répartis en 2 questionnaires, l'un a pour objectif de témoigner de l'utilisation de substances pesticides dans le domicile dans les 2 semaines qui précèdent le prélèvement. Le deuxième relève l'ensemble des activités réalisées sur la semaine d'enquête. Ce questionnaire semainier est auto-administré et renseigné par la personne de référence du ménage.

- Un semainier d'occupation des salles de classes instrumentées dans les écoles durant les périodes de mesure. Il vise à associer les mesures au nombre de personnes présentes, dont la présence ainsi que les activités associées peuvent générer des particules en suspension dans l'air et potentiellement influencer la mesure. L'occupation des salles permet en outre de finir des éléments au regard de la détermination de l'exposition des occupants. Ce semainier est renseigné par l'instituteur/institutrice qui renseigne la présence des enfants dans la salle par pas d'une demi-heure.

- Un semainier d'occupation des logements instrumentés. Il est renseigné par chaque individu composant le ménage qui décrit sa présence sur la semaine dans le logement quelle que soit la pièce. L'occupation dans le logement est décrite par pas d'une demi-heure.

Les modèles de questionnaires sont annexés au protocole (voir Annexe 7).

1.6 Fiches de terrain et saisie des données de prélèvement

Une fiche de terrain permet la remontée des données du prélèvement, l'enquêteur y remplit les informations suivantes :

- Débit de la pompe avant lancement du prélèvement. Lorsque le lancement a lieu en différé, il convient de lancer un prélèvement de 5min le temps de contrôler le débit, puis de reprogrammer un lancement différé.
- Date et heure de lancement du prélèvement ;
- Débit de la pompe à la fin du prélèvement. Lorsque le prélèvement est déjà terminé, il convient de relancer un prélèvement de 5min pour contrôler le débit.
- Date et heure de l'arrêt de la pompe ;
- Volume prélevé indiqué par la pompe.

La fiche de terrain est accompagnée de 2 semainiers et est associée à chaque prélèvement. Le premier semainier décrit l'occupation des locaux, le second indique les activités effectuées dans les locaux, susceptible d'avoir un impact sur les mesures, durant la semaine de prélèvement. Les semainiers doivent être renseignés par les participants avec l'aide de l'enquêteur. Tous les questionnaires et semainiers sont annexés à ce protocole dans l'annexe 7.

Les séries temporelles de température et d'humidité extraites des enregistreurs Class'Air sont récupérées sur ordinateur dans des feuilles Excel et annexées à leurs fiches de terrain respectives.

2 Campagnes de prélèvement et d'analyse (Phase 2)

2.1 Objectif de la phase 2

La phase 2, d'une durée de 12 mois (novembre 2022-décembre 2023), a été pilotée par l'EHESP. L'objectif était la réalisation d'une campagne de prélèvement et d'analyse de pesticides (sélectionnés en phase 1) dans l'air et les poussières des 6 logements et 2 écoles (sélectionnés en phase 1) sur une année. La codification des 6 logements et des 2 écoles sont présentées dans le Tableau 2.

Au niveau de l'organisation, Madininair a réalisé les campagnes de prélèvement et le recueil des questionnaires, avant envoi des échantillons au laboratoire d'analyse LERES (EHESP) pour la réception et l'analyse des échantillons, et au CSTB pour la réception des questionnaires.

Chaque site sélectionné a fait l'objet d'une visite préalable aux prélèvements et mesures sur site afin de recueillir les données relatives au bâti, activité et occupation du site. Trois semainiers étaient dédiés aux écoles et 3 autres semainiers dédiés aux logements.

Afin de préserver l'anonymat des participants à l'étude, une référence a été attribuée à chaque échantillon. Cette référence comprend un code correspondant à la campagne en cours, une lettre associée à la typologie du site investigué, le code attribué au site investigué, puis trois lettres se rapportant à la nature de l'échantillon (Tableau 2). Ce code peut être complété de la lettre T pour les témoins.

Tableau 2 : Eléments constituants la référence des échantillons

<table>
<tr><th>Code campagne (1 à 13)</th><th>Typologie du site
U : Urbain
R : Rural</th><th>Code du site
L : logement (1,2 ou 3)
Ec : Ecole</th><th>Indicateur de témoins
(cas des témoins)</th><th>Nature de l'échantillon
AIR : air
POU : poussières</th></tr>
<tr><td>C01</td><td rowspan="2">_U</td><td>L1</td><td rowspan="4">_T</td><td rowspan="2">_AIR</td></tr>
<tr><td>Cxx</td><td>L2</td></tr>
<tr><td>Cyy</td><td rowspan="2">_R</td><td>L3</td><td rowspan="2">_POU</td></tr>
<tr><td>C13</td><td>Ec</td></tr>
</table>

Exemples :

C06_UL2_POU correspond à l'échantillon de poussières, prélevé dans le logement 2 en zone urbaine au cours de la 6ème campagne

C11_REc_T_AIR correspond au témoin réalisé au cours de la 11ème campagne, lors du prélèvement d'air dans l'école de la zone rurale.

2.2 Méthode

2.2.1 Planning réalisé

Ecoles	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	Ecoles
	31	01	02	03	04	05	06	
	07	08	09	10	11	12	13	
novembre	14	15	16	17	18	19	20	C01_Uec + C01_Rec
	21	22	23	24	25	26	27	
	28	29	30	01	02	03	04	
	05	06	07	08	09	10	11	
décembre	12	13	14	15	16	17	18	C02_Uec + C02_Rec + C02_Uec_T
	19	20	21	22	23	24	25	
	26	27	28	29	30	31	01	
	02	03	04	05	06	07	08	
janvier	09	10	11	12	13	14	15	C03_Uec + C03_Rec + C03_Rec_T
	16	17	18	19	20	21	22	
	23	24	25	26	27	28	29	
	30	31	01	02	03	04	05	
	06	07	08	09	10	11	12	C04_Uec + C04_Rec
février	13	14	15	16	17	18	19	
	20	21	22	23	24	25	26	
	27	28	01	02	03	04	05	
	06	07	08	09	10	11	12	C05_Uec + C05_Rec
mars	13	14	15	16	17	18	19	
	20	21	22	23	24	25	26	
	27	28	29	30	31	01	02	C06_Uec + C06_Rec
	03	04	05	06	07	08	09	
avril	10	11	12	13	14	15	16	
	17	18	19	20	21	22	23	
	24	25	26	27	28	29	30	C07_Uec + C07_Rec
	01	02	03	04	05	06	07	
mai	08	09	10	11	12	13	14	
	15	16	17	18	19	20	21	
	22	23	24	25	26	27	28	
	29	30	31	01	02	03	04	
	05	06	07	08	09	10	11	C08_Uec + C08_Rec
juin	12	13	14	15	16	17	18	
	19	20	21	22	23	24	25	
	26	27	28	29	30	01	02	
	03	04	05	06	07	08	09	C09_Uec + C09_Rec
	10	11	12	13	14	15	16	
juillet	17	18	19	20	21	22	23	
	24	25	26	27	28	29	30	
	31	01	02	03	04	05	06	
	07	08	09	10	11	12	13	
août	14	15	16	17	18	19	20	
	21	22	23	24	25	26	27	
	28	29	30	31	01	02	03	
	04	05	06	07	08	09	10	
septembre	11	12	13	14	15	16	17	
	18	19	20	21	22	23	24	C11_Uec + C11_Rec
	25	26	27	28	29	30	01	
	02	03	04	05	06	07	08	
octobre	09	10	11	12	13	14	15	
	16	17	18	19	20	21	22	C12_Uec + C12_Rec
	23	24	25	26	27	28	29	
	30	31	01	02	03	04	05	
	06	07	08	09	10	11	12	
novembre	13	14	15	16	17	18	19	C13_Uec + C13_Rec + C13_Rec_T
	20	21	22	23	24	25	26	
	27	28	29	30	01	02	03	

Zone urbaine	Jour férié
Zone rurale	Vacances scolaires
Zone urbaine + rurale	Weekend
Témoins	

Logements	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	
	31	01	02	03	04	05	06	
	07	08	09	10	11	12	13	C01_UL2
novembre	14	15	16	17	18	19	20	C01_RL1
	21	22	23	24	25	26	27	
	28	29	30	01	02	03	04	
	05	06	07	08	09	10	11	C02_RL2
décembre	12	13	14	15	16	17	18	C02_UL1
	19	20	21	22	23	24	25	
	26	27	28	29	30	31	01	
	02	03	04	05	06	07	08	
janvier	09	10	11	12	13	14	15	C03_UL3
	16	17	18	19	20	21	22	C03_RL3
	23	24	25	26	27	28	29	
	30	31	01	02	03	04	05	C04_RL1 + C04_RL1_T
	06	07	08	09	10	11	12	C04_UL1
février	13	14	15	16	17	18	19	
	20	21	22	23	24	25	26	
	27	28	01	02	03	04	05	C05_RL2
	06	07	08	09	10	11	12	C05_UL2 + C05_UL2_T
mars	13	14	15	16	17	18	19	C06_RL3 + C06_RL3_T
	20	21	22	23	24	25	26	C06_UL3
	27	28	29	30	31	01	02	
	03	04	05	06	07	08	09	
avril	10	11	12	13	14	15	16	
	17	18	19	20	21	22	23	C07_RL1
	24	25	26	27	28	29	30	C07_UL1 + C07_UL1_T
	01	02	03	04	05	06	07	
mai	08	09	10	11	12	13	14	
	15	16	17	18	19	20	21	
	22	23	24	25	26	27	28	
	29	30	31	01	02	03	04	C08_RL2 + C08_RL2_T
	05	06	07	08	09	10	11	C08_UL2
juin	12	13	14	15	16	17	18	
	19	20	21	22	23	24	25	
	26	27	28	29	30	01	02	C09_RL3
	03	04	05	06	07	08	09	C09_UL3 + C09_UL3_T
	10	11	12	13	14	15	16	
juillet	17	18	19	20	21	22	23	
	24	25	26	27	28	29	30	
	31	01	02	03	04	05	06	
	07	08	09	10	11	12	13	C10_RL1
août	14	15	16	17	18	19	20	C10_UL1
	21	22	23	24	25	26	27	
	28	29	30	31	01	02	03	
	04	05	06	07	08	09	10	
septembre	11	12	13	14	15	16	17	C11_UL2
	18	19	20	21	22	23	24	C11_RL2
	25	26	27	28	29	30	01	
	02	03	04	05	06	07	08	
octobre	09	10	11	12	13	14	15	C12_RL3
	16	17	18	19	20	21	22	C12_UL3 + C12_UL3_T
	23	24	25	26	27	28	29	
	30	31	01	02	03	04	05	
	06	07	08	09	10	11	12	
novembre	13	14	15	16	17	18	19	
	20	21	22	23	24	25	26	
	27	28	29	30	01	02	03	

Figure 7 : Calendrier final des prélèvements réalisés

Quelques anomalies relatives au protocole de prélèvement ont affecté certains échantillons. Ces anomalies ont été tracées sur les fiches terrain et sont listées dans le Tableau 3.

Tableau 3 : anomalies relatives au prélèvement des échantillons

REFERENCE	OBSERVATION
C01_UL2_AIR	Manipulation de la cartouche sans gant lors de l'installation le 10/11/22 à 15h
C01_UEc_AIR	Manipulation de la cartouche sans gant lors de l'installation le 10/11/22 à 16h
C02_UEc_AIR	Pompe installée le 9/12 à 10:00, lancement programmé le 12/12 à 8:00
C02_UEc_T_AIR	URG témoin installé en même temps que la pompe (9/12 à 10:00) et rebouché le 12/12 à 13:00
C02_REc_AIR	L'horodatage était faux sur la pompe, à corriger dans les fichiers extraits
C02_RL2_AIR	Débit non relevé à l'arrêt du prélèvement - Horodatage faux sur la pompe, à corriger dans les fichiers extraits
C03_REc_AIR	Pas de débitmètre à l'arrêt du prélèvement
C03_RL3_AIR	Pas de débitmètre au démarrage du prélèvement
C03_UL3_AIR	Sifflement anormal de la cartouche lors du lancement du prélèvement, test étanchéité ok
C04_REc_AIR	Pas de débitmètre disponible à la récupération
C04_RL1_AIR	Pas de débitmètre disponible à la pose
C05_RL2_AIR	Pas de débitmètre à l'arrêt du prélèvement
C05_REc_AIR	Pas de débit à l'arrêt du prélèvement
C06_RL3_AIR	Pas de débit à l'arrêt du prélèvement
C06_REc_AIR	Débit du démarrage pris le lendemain du démarrage (28/03/2023)
C08_RL2_AIR	Pas de clé Trivia pour le transport
C08_RL2_T_AIR	Pas de clé Trivia pour le transport
C08_UEc_AIR	Pas de données ClassAir sur la période de mesure
C09_UL3_AIR	Premier prélèvement annulé (pompe en panne), utilisation de la cartouche témoin (48h sur site), Interruption du 2ème prélèvement (erreur de programmation) le 5/07 entre 11h et 17h41 (401 min.) - Annulé car diamètre de la cartouche témoin non conforme
C10_RL1_AIR	Arrêt de la pompe en cours de prélèvement (panne d'alimentation) - Prélèvement validé à 75,6% du temps d'échantillonnage
C10_UL1_AIR	Décalage plv 1 semaine
C10_UL1_T_AIR	Témoin non rebouché ni remballé dans son papier d'aluminium
C11_UEc_T_AIR	Témoin invalidé par mauvaise manipulation
C11_UL2_AIR	Pompe débranchée plusieurs fois dans le logement, interruptions à 2 reprises, prélèvement relancé après chaque interruption - 3 fichiers prélèvement à cumuler

2.2.2 Réception et enregistrement des échantillons au LERES

Les échantillons d'air et de poussières placés dans un contenant réfrigéré ont été réceptionnés à l'accueil du LERES (EHESP) après chaque campagne. La clé Trivia placée dans le colis pour assurer le suivi de la température au cours de l'acheminement des échantillons a été stoppée à l'ouverture des colis. Les données enregistrées ont été extraites afin de vérifier le bon déroulement du transport.

Les échantillons d'air et de poussières sont enregistrés dans le système de gestion du laboratoire (Solution Laboratoire). Cet enregistrement permet d'attribuer un identifiant unique à chaque échantillon et d'y associer les données relatives au prélèvement de l'échantillon (dates et heures de prélèvements, débit de prélèvement, température et humidité moyenne au cours du prélèvement, éventuelles anomalies relevées au cours du prélèvement).

Les échantillons sont ensuite immédiatement acheminés vers les espaces de stockages dédiés, soit :

- Pour les échantillons d'air : en chambre froide à 3 +/- 2°C jusqu'à la prise en charge de l'échantillon pour le démontage de la cartouche en vue de l'extraction du PUF et du FFQ ou de leur transfert au congélateur à -25 +/- 5°C dans un conditionnement en papier aluminium.
- Pour les échantillons de poussières : en congélateur à -25+/-5°C.

2.2.3 Réception et enregistrement des questionnaires au CSTB

Après chaque réception d'échantillon, les questionnaires récoltés en format papier sont numérisés puis stockés dans une armoire sécurisée de Madininair. Les copies numérisées sont déposées sur un espace sécurisé TEAMS partagé avec l'EHESP et sur un serveur privé appartenant au CSTB afin d'être traitées. Tous les questionnaires papier seront détruits 12 mois après la récupération des questionnaires du dernier prélèvement de la campagne. Toutes les copies numérisées des questionnaires seront effacées chez tous les partenaires 12 mois après l'envoi du dernier questionnaire.

A la fin du terrain, les questionnaires ont été transmis à l'EHESP et au CSTB sur le TEAMs.

Pour les écoles :

- 1 questionnaire descriptif général des caractéristiques de chacune des écoles ;
- 12 semainiers renseignant l'occupation de la salle de classe pour l'école urbaine UEc durant la semaine de prélèvement dans l'air ;
- 11 semainiers renseignant l'occupation de la salle de classe pour l'école rurale REc durant la semaine de prélèvement dans l'air. Le semainier d'occupation correspondant à la campagne C09 est manquant du fait de l'absence des élèves durant la semaine. L'absence d'occupation de la salle de classe durant cette campagne est prise en compte dans les données ;
- 12 semainiers renseignant les usages de pesticides avant la semaine de prélèvement dans l'air, mais durant la période de collecte des poussières pour l'école urbaine UEc ;
- 10 semainiers renseignant les usages de pesticides avant la semaine de prélèvement dans l'air, mais durant la période de collecte des poussières pour l'école rurale REc. Les semainiers

correspondant aux campagnes C01 et C09 ne sont pas disponibles. Pour la campagne C09 où aucun élève n'était présent, cela se traduit par aucun usage de pesticides dans les données ;
- 12 semainiers renseignant les activités dans la salle de classe pour l'école urbaine UEc durant la semaine de prélèvement dans l'air ;
- 11 semainiers renseignant les activités dans la salle de classe pour l'école rurale REc durant la semaine de prélèvement dans l'air. Le semainier d'activités correspondant à la campagne C09 est manquant faute de cours durant la semaine. Aucune activité n'a été réalisée durant la semaine. Cela a été intégré à la table de données.

La campagne C010 correspond aux vacances scolaires estivales. Aucune intervention n'a été réalisée durant cette période dans les écoles. Et de ce fait, aucun questionnaire n'est disponible sur cette campagne. La douzième intervention dans les écoles correspond à la campagne C13 de novembre 2023.

Pour les logements :

- 1 questionnaire descriptif général de chacun des logements ;
- 5 semainiers individuels d'occupation pour le logement UL1 à chacune des campagnes C02, C04, C07 et C10 (20 semainiers d'occupation au total) ;
- 4 semainiers individuels d'occupation pour le logement UL2 à chacune des campagnes C01, C05, C08 et C11 (16 semainiers d'occupation au total) ;
- 3 semainiers individuels d'occupation pour le logement UL3 à chacune des campagnes C03, C06, C09 et C12 (12 semainiers d'occupation au total) ;
- 1 semainier individuel d'occupation pour le logement RL1 à chacune des campagnes C01, C04, C07 et C10 (4 semainiers d'occupation au total) ;
- 3 semainiers individuels d'occupation pour le logement RL2 à chacune des campagnes C02, C05, C08 et C11 (12 semainiers d'occupation au total) ;
- 2 semainiers individuels d'occupation pour le logement RL3 à chacune des campagnes C03, C06, C09 et C12 (8 semainiers d'occupation au total) ;
- 3 semainiers renseignant les usages de pesticides avant la semaine de prélèvement dans l'air, mais durant la période de collecte des poussières pour le logement UL1 (campagnes C02, C04 et C10, campagne C07 manquante) ;
- 3 semainiers renseignant les usages de pesticides avant la semaine de prélèvement dans l'air, mais durant la période de collecte des poussières pour le logement UL2 (campagnes C05, C08 et C11, campagne C01 manquante) ;
- 4 semainiers renseignant les usages de pesticides avant la semaine de prélèvement dans l'air, mais durant la période de collecte des poussières pour le logement UL3 (campagnes C03, C06, C09 et C12) ;
- 3 semainiers renseignant les usages de pesticides avant la semaine de prélèvement dans l'air, mais durant la période de collecte des poussières pour le logement RL1 (campagnes C04, C07 et C10, campagne C01 manquante) ;
- 4 semainiers renseignant les usages de pesticides avant la semaine de prélèvement dans l'air, mais durant la période de collecte des poussières pour le logement RL2 (campagnes C02, C05, C08 et C11) ;

- 4 semainiers renseignant les usages de pesticides avant la semaine de prélèvement dans l'air, mais durant la période de collecte des poussières pour le logement RL3 (campagnes C03, C06, C09 et C12) ;
- 4 semainiers renseignant les activités pour le logement UL1 durant la semaine de prélèvement dans l'air (campagnes C02, C04, C07 et C10) ;
- 4 semainiers renseignant les activités pour le logement UL2 durant la semaine de prélèvement dans l'air (campagnes C01, C05, C08 et C11) ;
- 4 semainiers renseignant les activités pour le logement UL3 durant la semaine de prélèvement dans l'air (campagnes C03, C06, C09 et C12) ;
- 4 semainiers renseignant les activités pour le logement RL1 durant la semaine de prélèvement dans l'air (campagnes C01, C04, C07 et C10) ;
- 4 semainiers renseignant les activités pour le logement RL2 durant la semaine de prélèvement dans l'air (campagnes C02, C05, C08 et C11) ;
- 4 semainiers renseignant les activités pour le logement RL3 durant la semaine de prélèvement dans l'air (campagnes C03, C06, C09 et C12).

Un exemple de chacun des questionnaires bruts reçus est illustré dans les figures suivantes.

CSTB le futur en construction — EHESP — Madininair

SEMAINES AVEC ASPIRATEUR

1

Semainier ACTIVITES (1 tableau à compléter par la personne de référence du foyer pour la période avec mise à disposition d'un aspirateur)

Code logement : UL3 ; Début période : 16 / 12 / 2022 ; Fin période : 10 / 01 / 2023

Consignes :

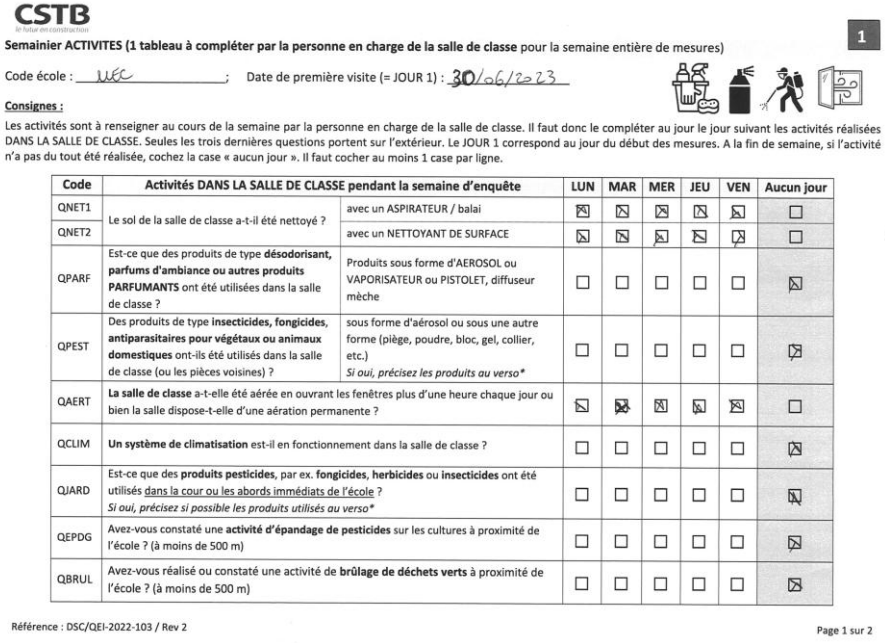
Les activités sont à renseigner au cours de chaque semaine par la personne référente **pour l'ensemble du foyer**. Il faut donc le compléter suivant les activités réalisées DANS LE LOGEMENT. La cave, sous-sol et garage sont exclus. Seules les trois dernières questions portent sur l'extérieur. Le début de la période correspond au jour de la mise à disposition de l'aspirateur. La fin de la période correspond au début de la semaine de mesure. Il faut cocher une case par ligne.

			Fréquence d'utilisation sur la période		
Code	**Activités DANS LE LOGEMENT pendant la période avec mise à disposition d'un aspirateur**		**Une fois dans la période**	**Plusieurs fois dans la période**	**Pas du tout**
QPEST	Avez-vous utilisé dans votre logement des produits de type **insecticides, fongicides, antiparasitaires pour végétaux ou animaux domestiques** ?	sous forme d'aérosol ou sous une autre forme (piège, poudre, bloc, gel, collier, etc.) *Si oui, précisez les produits au verso**	☐	☐	☒
QJARD	Avez-vous utilisé, sur votre balcon, votre jardin, ou sur votre toiture ou votre trottoir des **produits pesticides**, par ex. **fongicides, herbicides** ou **insecticides** ? *Si oui, précisez les produits au verso**		☐	☐	☒
QEPDG	Avez-vous constaté une **activité d'épandage de pesticides** sur les cultures à proximité de votre logement ou au niveau de votre commune ? (à moins de 500 m)		☐	☐	☒

Référence : DSC/QEI-2022-102 / Rev2

Page 1 sur 2

Figure 8 : Exemple de questionnaire relatif à l'usage de pesticides durant la période de collecte des poussières pour le logement UL3 durant la campagne C03.



CSTB

Semainier ACTIVITES (1 tableau à compléter par la personne en charge de la salle de classe pour la semaine entière de mesures)

1

Code école : UEc ; Date de première visite (= JOUR 1) : 30/06/2023

Consignes :

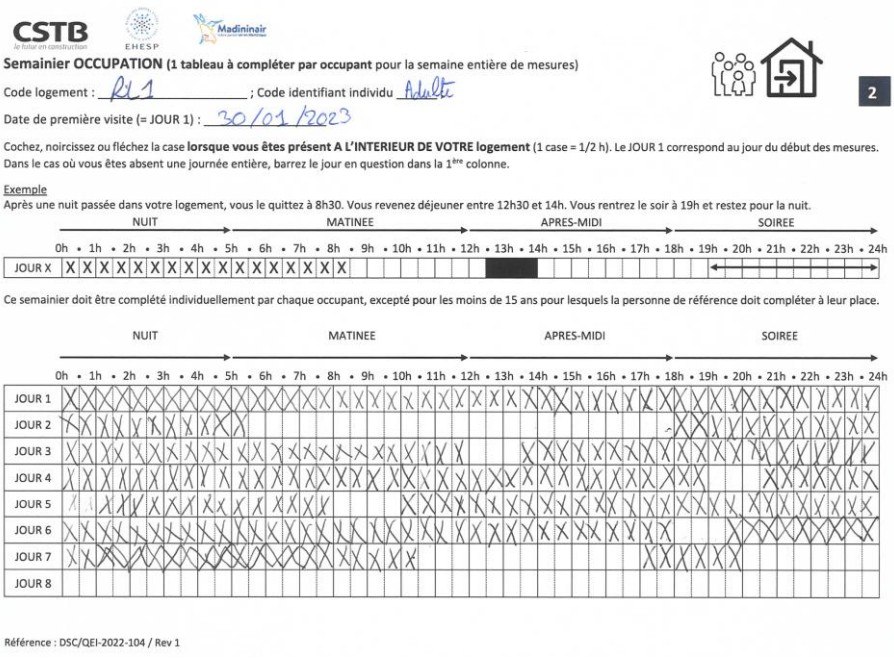
Les activités sont à renseigner au cours de la semaine par la personne en charge de la salle de classe. Il faut donc le compléter au jour le jour suivant les activités réalisées DANS LA SALLE DE CLASSE. Seules les trois dernières questions portent sur l'extérieur. Le JOUR 1 correspond au jour du début des mesures. A la fin de semaine, si l'activité n'a pas du tout été réalisée, cochez la case « aucun jour ». Il faut cocher au moins 1 case par ligne.

Code	Activités DANS LA SALLE DE CLASSE pendant la semaine d'enquête		LUN	MAR	MER	JEU	VEN	Aucun jour
QNET1	Le sol de la salle de classe a-t-il été nettoyé ?	avec un ASPIRATEUR / balai	☒	☒	☒	☒	☒	☐
QNET2		avec un NETTOYANT DE SURFACE	☒	☒	☒	☒	☒	☐
QPARF	Est-ce que des produits de type **désodorisant, parfums d'ambiance ou autres produits PARFUMANTS** ont été utilisées dans la salle de classe ?	Produits sous forme d'AEROSOL ou VAPORISATEUR ou PISTOLET, diffuseur mèche	☐	☐	☐	☐	☐	☒
QPEST	Des produits de type **insecticides, fongicides, antiparasitaires pour végétaux ou animaux domestiques** ont-ils été utilisés dans la salle de classe (ou les pièces voisines) ?	sous forme d'aérosol ou sous une autre forme (piège, poudre, bloc, gel, collier, etc.) *Si oui, précisez les produits au verso**	☐	☐	☐	☐	☐	☒
QAERT	**La salle de classe** a-t-elle été aérée en ouvrant les fenêtres plus d'une heure chaque jour ou bien la salle dispose-t-elle d'une aération permanente ?		☒	☒	☒	☒	☒	☐
QCLIM	**Un système de climatisation** est-il en fonctionnement dans la salle de classe ?		☐	☐	☐	☐	☐	☒
QJARD	Est-ce que des **produits pesticides**, par ex. **fongicides, herbicides** ou **insecticides** ont été utilisés dans la cour ou les abords immédiats de l'école ? *Si oui, précisez si possible les produits utilisés au verso**		☐	☐	☐	☐	☐	☒
QEPDG	Avez-vous constaté une **activité d'épandage de pesticides** sur les cultures à proximité de l'école ? (à moins de 500 m)		☐	☐	☐	☐	☐	☒
QBRUL	Avez-vous réalisé ou constaté une activité de **brûlage de déchets verts** à proximité de l'école ? (à moins de 500 m)		☐	☐	☐	☐	☐	☒

Référence : DSC/QEI-2022-103 / Rev 2

Page 1 sur 2

Figure 9 : Exemple de questionnaire relatif aux activités durant la semaine de prélèvement d'air pour l'école UEc durant la campagne C09.



CSTB EHESP Madininair

Semainier OCCUPATION (1 tableau à compléter par occupant pour la semaine entière de mesures)

2

Code logement : RL1 ; Code identifiant individu Adulte

Date de première visite (= JOUR 1) : 30/01/2023

Cochez, noircissez ou fléchez la case **lorsque vous êtes présent A L'INTERIEUR DE VOTRE logement** (1 case = 1/2 h). Le JOUR 1 correspond au jour du début des mesures. Dans le cas où vous êtes absent une journée entière, barrez le jour en question dans la 1ère colonne.

Exemple

Après une nuit passée dans votre logement, vous le quittez à 8h30. Vous revenez déjeuner entre 12h30 et 14h. Vous rentrez le soir à 19h et restez pour la nuit.

NUIT MATINEE APRES-MIDI SOIREE

0h • 1h • 2h • 3h • 4h • 5h • 6h • 7h • 8h • 9h • 10h • 11h • 12h • 13h • 14h • 15h • 16h • 17h • 18h • 19h • 20h • 21h • 22h • 23h • 24h

JOUR X

Ce semainier doit être complété individuellement par chaque occupant, excepté pour les moins de 15 ans pour lesquels la personne de référence doit compléter à leur place.

NUIT MATINEE APRES-MIDI SOIREE

0h • 1h • 2h • 3h • 4h • 5h • 6h • 7h • 8h • 9h • 10h • 11h • 12h • 13h • 14h • 15h • 16h • 17h • 18h • 19h • 20h • 21h • 22h • 23h • 24h

JOUR 1
JOUR 2
JOUR 3
JOUR 4
JOUR 5
JOUR 6
JOUR 7
JOUR 8

Référence : DSC/QEI-2022-104 / Rev 1

Figure 10 : Exemple de semainier individuel d'occupation pour le logement RL1 durant la campagne C04.

L'ensemble des questionnaires reçus a été saisi avec les réponses codées sur tableur Excel. Les questionnaires descriptifs sont traduits en 2 tables distinctes pour les écoles et pour les logements. Les semainiers d'occupation ont généré 1 table complète intégrant les différentes campagnes écoles, 1 table pour chacune des écoles, 1 table par campagne pour les logements et 1 table par logement. Les usages de pesticides durant la période de collecte des poussières ont été regroupés dans une seule table pour les écoles et une seule table pour les logements. Les activités durant la semaine de prélèvement dans l'air ont été regroupées dans une table complète puis déclinées en 2 tables pour chacune des écoles. Il en va de même pour les logements avec une table complète déclinée en 6 tables pour chacun des logements. Les dictionnaires de variables ont été créés pour chaque type de questionnaire.

2.2.4 Analyses chimiques des pesticides au LERES

Pour la majorité des pesticides retenus pour l'étude, les méthodes d'analyses sont disponibles au LERES pour les analyser dans l'air et dans les poussières. Seule l'analyse de la chlordécone dans les poussières a nécessité un développement analytique. La molécule de chlordécone étant très peu volatile, elle a été recherchée uniquement dans les poussières.

2.2.4.1 Développement de l'analyse de la chlordécone dans les poussières

L'analyse de la chlordécone par chromatographie en phase gazeuse étant déjà opérationnelle au LERES, le développement de la méthode a particulièrement concerné l'étape d'extraction de la chlordécone de la matrice poussière. Les optimisations réalisées lors de ce développement ont porté principalement sur le choix du solvant, le choix de la technique d'extraction, la masse de la prise d'essai et la mise en place de bonnes pratiques spécifiques.

La méthode ainsi mise au point nécessite une prise d'essai de 25 mg de poussière préalablement tamisée à 100 µm. La poussière est mélangée à de la terre de diatomée (Celite®545) dans lequel une solution d'étalon interne (Chlordécone ^{13}C) est ajoutée. L'extraction est ensuite réalisée par extraction liquide sous pression pendant 10 minutes à 100 °C sous une pression d'environ 1500 psi grâce au système Dionex™ ASE™ 350 (ThermoFisher Scientific). Le solvant d'extraction est un mélange de constitué de 15% d'acétate d'éthyle et de 85 % d'hexane. L'extrait est ensuite réduit à un volume de 1 mL avant d'être injecté sur le système GC/MS 7890A/7010B Triple Quadripôle (Agilent Technologies). Un synoptique de la méthode est disponible en *Annexe Figure 1*.

Un article scientifique a été rédigé par Marie Dufresne au cours de son doctorat à l'Irset et publié en 2025 dans un journal international (Journal of Hazardous Materials). Cet article a permis de valoriser le développement analytique réalisé et présenter les premières données originales de la contamination des poussières en chlordécone en Martinique. L'article est joint à ce rapport dans la partie valorisation scientifique (paragraphe 5.1).

2.2.4.2 Analyse des pesticides dans l'air

L'analyse des pesticides dans les échantillons d'air requiert la mise en œuvre d'une méthode de dosage basée sur une extraction liquide sous pression, suivie d'une analyse par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse, schématisée en *Annexe Figure 2*. Les mousses de polyuréthane (PUF) et les filtres en fibre de quartz (FQQ) sont extraits dans le dichlorométhane sur au système Dionex™ ASE™ 350 (ThermoFisher Scientific). Les extraits sont ensuite concentrés à 0,5 mL et stockés au congélateur. Les analyses sont ensuite effectuées sur le système GC/MS 7890A/7000C Triple Quadripôle (Agilent Technologies). La liste des substances, les étalons interne (EI) utilisés pour chaque substance et les performances analytiques de la méthode sont renseignés en *Annexe Tableau 1*.

Pour évaluer le prélèvement des pesticides en conditions réelles dans l'air en Martinique, un test de percement avec dopage (1er dépôt sur filtre d'entrée de la cartouche) a été réalisé pour évaluer la capacité de rétention des PUF de notre liste de pesticides, dans les conditions de température et d'hygrométrie spécifiques de la Martinique. Pour ce faire, des échantillons d'air ont été prélevés en triplicats à 4L/min

dans une pièce à vivre (logement) fermée, à l'exception de clayettes ouvertes en journée et fermées la nuit, sans air climatisé. Les échantillons ont été prélevés sur deux cartouches disposées en série. Une solution de pesticides avec une concentration comprise entre 20 et 200 µg/L a été préalablement dopée sur le filtre en fibre de quartz placé dans la 1ère cartouche. Les prélèvements ont eu lieu pendant une semaine, du 13/10/2022 au 20/10/2022.

2.2.4.3 Analyse des pesticides dans les poussières

- **Extraction et analyse des pesticides semi-volatiles par GC/MS/MS**

L'analyse des pesticides semi-volatils requiert la mise en œuvre d'une méthode de dosage basée sur une extraction aux micro-ondes, suivie d'une analyse par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse, schématisée en *Annexe Figure 3*. Cette méthode nécessite une prise d'essai de 200 mg de poussière tamisée à 100 µm. La poussière est placée dans le tube en verre d'un réacteur micro-ondes, dans lequel on ajoute un mélange de solvant, composé de deux tiers de dichlorométhane et d'un tiers d'acétone, et une solution d'étalons internes. Le tube de verre est ensuite placé dans son réacteur pour une extraction aux micro-ondes Ethos X, selon un programme constitué d'une montée en température pendant 15 minutes à 110°C (1800W) puis d'un palier de 10 minutes à 110°C (1800W). Après refroidissement à température ambiante, les extraits sont filtrés sur des filtres sans cendre, puis purifiés sur des colonnes Chromabond® Florisil. Le Florisil est une résine constituée d'oxydes de silicium et de magnésium destinée à retenir les molécules les plus polaires pour améliorer le bruit de fond lors de l'analyse de molécules de polarité intermédiaire. L'extrait est enfin concentré à un volume de 0,5 mL grâce à un léger flux d'azote, puis enrichi d'un traceur d'injection, le 2,3,4-trichloronitrobenzène (TCNB), puis stocké au congélateur jusqu'à analyse sur le système GC/MS 7890A/7000C Triple Quadripôle (AgilentTechnologies).

La liste des substances, les étalons interne (EI) utilisés pour chaque substance et les performances analytiques de la méthode sont renseignés en *Annexe Tableau 2*.

- **Extraction et analyse des pesticides thermosensibles et/ou non volatiles par LC/MS/MS**

L'analyse des produits phyto-pharmaceutiques (PPP) thermosensibles et/ou non volatils requiert la mise en œuvre d'une méthode de dosage basée sur une extraction aux micro-ondes, suivie d'une analyse par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse, schématisée en *Annexe Figure 5*. Cette méthode nécessite une prise d'essai de 100 mg de poussière tamisée à 100 µm. La poussière est placée dans le tube en verre d'un réacteur micro-onde, dans lequel on ajoute un mélange de solvant composé de 50 % d'acétate d'éthyle, 25% d'acétonitrile et 25% de méthanol, et une solution d'étalons internes. Le tube de verre est ensuite placé dans son réacteur pour une extraction aux micro-ondes Ethos X, selon un programme constitué d'une montée en température pendant 15 minutes à 70°C (1600W), puis d'un palier de 10 minutes à 70°C (1600W). Après refroidissement à température ambiante, les extraits sont filtrés sur des filtres sans cendre, puis concentrés avant re-solubilisation dans le méthanol et congélation pendant une heure. Les extraits sont ensuite à nouveau concentrés puis re-solubilisés dans 5 mL d'un solvant composé de 70 % d'eau ultra-pure et de 30% d'acétonitrile, et acidifié avec 0,01% d'acide formique. Les analyses sont effectuées sur le système LC/MS/MS Waters Acquity UPLC 2D / Xevo TQ-XS.

La liste des substances, les étalons interne (EI) utilisés pour chaque substance et les performances analytiques de la méthode sont renseignés *Annexe Tableau 3*.

- **Extraction et analyse des pesticides très polaires par HILIC/MS/MS**

L'analyse des substances très polaires requiert la mise en œuvre d'une méthode de dosage basée sur une extraction par agitation/incubation suivie d'une analyse par chromatographie liquide en phase normale (HILIC) couplée à la spectrométrie de masse, schématisée en *Annexe Figure 5*. Cette méthode nécessite une prise d'essai de 10 mg de poussière tamisée à 100 µm. La poussière est placée dans un tube Eppendorf, dans lequel on ajoute une solution d'étalons internes, puis le solvant d'extraction composé d'eau ultra-pure (EUP) acidifiée avec 2 % d'acide formique (AF) et contenant de l'acide éthylènediamine tétraacétique (EDTA) à une concentration de 2 mM. L'EDTA est destiné à dissocier les complexes formés entre le glyphosate et les cations métalliques. Après 1 heure d'agitation à 50°C dans l'agitateur-incubateur, les tubes sont centrifugés puis le surnageant est filtré sur une cartouche Strata X préalablement conditionnée. Une dilution au demi avec de l'acétonitrile est ensuite réalisée pour optimiser les conditions chromatographiques. Les analyses sont effectuées sur le même système analytique que pour les substances thermosensibles et/ou non volatiles. Pour l'analyse des substances très polaires, la séparation chromatographique est réalisée en phase normale (mode HILIC – *Hydrophobic Interaction Liquid Chromatography*).

La liste des substances, les étalons interne (EI) utilisés pour chaque substance et les performances analytiques de la méthode sont renseignés en *Annexe Tableau 4*.

2.3 Résultats

2.3.1 Contamination de l'air

2.3.1.1 Test de percement en conditions réelles

Les résultats du test de percement sont présentés dans le Tableau 4 ci-dessous. Les résultats sont satisfaisants pour les 17 substances indiquées en vert tandis que des réserves sont émises pour les autres substances. **Ainsi, pour l'interprétation des résultats dans la suite de ce chapitre, les substances en italique sont à considérer avec précaution car elles font partie des substances avec un rendement < 60% mesurées lors des tests de percement. Les résultats documentés pourraient ainsi être sous-estimées**. Les substances avec un rendement supérieur à 120 % étaient probablement présentes dans la pièce investiguée, mais l'hypothèse d'une sur quantification des résultats présentés dans ce rapport n'est pas exclue.

Tableau 4 : résultats des tests de percement réalisées en Martinique en octobre 2022

	Rendement < 60%	**60 % < Rendement < 120 %**	**Rendement > 120 %**
Absence de percement (< 2%)	**Dégradation de la molécule et/ou absence de rétention sur le PUF/filtre pour 7 substances :** *metaldehyde, dimethoate, aldrine, fipronil, tolylfluanid, ethion et PBO*	**17 substances :** dicloran, prosulfocarb, chlorpyrifos ethyl, pendimethalin, flumetralin, oxadiazon, trans-chlordane, ci-chlordane, dieldrin, bifenthrin, tebuconazole, lambda cyhalothrine, permethrine, fenarimol, mirex, cypermethrine, et deltamethrine	**Molécules présentes dans la pièce ?** **Trois substances :** Butralin (142%), Endrine (133%), Propiconazole (156%)

	Rendement < 60%	60 % < Rendement < 120 %	Rendement > 120 %
Percement > 2%	**Molécule moyennement retenue sur le PUF, en cours de décrochage ou de dégradation ?** **Une substance :** *Aldrine*		**Rendement > 120% et percement > 2 % pour deux molécules : Molécule présente dans la pièce + volume de percement atteint ?** Lindane (rendement 449%, percement 74%) et Heptachlore (rendement 162%, percement 33%)

2.3.1.2 Concentration des pesticides dans les échantillons-témoin

La concentration de pesticides dans les échantillons-témoins des prélèvements d'air est disponible en *Annexe Tableau 5*. Seule une trace de pendiméthaline, entre LD et LQ, a été retrouvée dans l'un des témoins associés à un échantillon prélevé dans un logement. Cet échantillon présente l'une des concentrations les plus élevées de la campagne. La concentration dans le témoin est négligeable au regard de la concentration dans l'échantillon prélevé (1,4 ng dans l'URG témoin versus 120 ng dans l'URG échantillon).

2.3.1.3 Contamination de l'air des logements

Les pesticides identifiés et détectés dans l'air des 6 logements sont reportés dans le Tableau 5 suivant.

Tableau 5 : Concentrations et fréquence de détection des pesticides détectés en ng/m³ dans l'air des logements (n=24), classés de haut en bas par fréquence de détection, du pesticide le plus fréquemment détecté au pesticide le moins fréquemment détecté.

Substance	N°CAS	LQ pour un prélèvement de 40 m³ (logement)	n > LD	Fréquence de détection (%)	Min (ng/m³)	Médiane (ng/m³)	Max (ng/m³)
Pendiméthaline	40487-42-1	0,063	24	100%	0,035	**0,185**	**4**
Lindane (gamma-HCH)	58-89-9	0,063	23	96%	0,012	**0,079**	**0,3**
Dichloran	99-30-9	0,063	22	92%	0,0115	**0,065**	**0,76**
Chlorpyrifos-éthyl	2921-88-2	0,063	18	75%	0,0115	0,0365	**0,19**
Propiconazole	60207-90-1	0,063	12	50%	0,0115	0,022	**0,089**
Cyperméthrine	52315-07-8	0,125	10	42%	0,023	0,026	**0,39**
Perméthrine	52645-53-1	0,625	8	33%	0,115	0,1275	**19**
Dieldrine	60-57-1	0,063	7	29%	0,0115	0,0125	**0,12**
Chlordane (trans)	5103-74-2	0,025	6	25%	0,0046	0,004975	**0,066**
Heptachlore	76-44-8	0,025	5	21%	0,0046	0,004975	**0,3**
Pipéronyl butoxyde (PBO)	51-03-6	0,625	4	17%	0,115	0,125	**51**
Tébuconazole	107534-96-3	0,025	4	17%	0,0046	0,0049	0,015
Tolylfluanide	731-27-1	0,063	4	17%	0,0115	0,0125	0,23
Chlorothalonil	1897-45-6	0,125	2	8%	0,023	0,0245	0,071
Aldrine	309-00-2	0,025	1	4%	0,0046	0,0049	0,015

Note : valeurs inférieures à la LD remplacées par LD/2. Valeurs > LQ indiquées en gras. Risque de sous quantification des substances indiquées en italique.

En termes de fréquence de détection, quatre substances ont été détectées dans plus des trois quarts des prélèvements : **pendiméthaline (100 %), lindane (96 %), dichloran (92%) et chlorpyrifos éthyl (75%)**. Six

substances ont été détectées dans 20 à 50% des logements (propiconazole, cyperméthrine, perméthrine, dieldrine, et chlordane (trans), tandis que les quatre dernières ont été détectées dans 4 à 17 % des échantillons. Parmi les 31 substances analysées dans l'air, 16 n'ont jamais été détectées dans les logements martiniquais : bifenthrine, butraline, chlordane (cis), cyhalothrine (lambda-), deltaméthrine, dicofol, *diméthoate*, endrine, *éthion*, fénarimol, *fipronil*, flumétralin, *métaldehyde*, oxadiazon, perchlordécone (Mirex) et prosulfocarbe.

En termes de quantification, les concentrations mesurées dans les échantillons sont toutes inférieures au ng/m^3, à l'exception de deux mesures de pendiméthaline (< 10 ng/m^3), de perméthrine (entre 13 et 19 ng/m^3) et surtout de PBO (entre 26 et 51 ng/m^3), avec une co-présence de ces deux dernières substances dans les mêmes échantillons, très probablement en lien avec une formulation synergistique des produits appliqués. Les concentrations > 1 ng/m^3 ont toutes été mesurées en milieu rural (*Annexe Tableau 6*).

2.3.1.4 Contamination de l'air des écoles

Les pesticides identifiés et quantifiés dans l'air des écoles sont reportés dans le Tableau 6 suivant.

Tableau 6 : Concentrations et fréquence de détection des pesticides détectés en ng/m^3 dans l'air des écoles (n=24).

Substance	N°CAS	LQ pour un prélèvement de 24 m^3 (école)	n > LD	Fréquence de détection (%)	Min (ng/m^3)	Médiane (ng/m^3)	Max (ng/m^3)
Pendiméthaline	40487-42-1	0,104	22	92%	0,0205	**0,14**	**2,9**
Lindane (gamma-HCH)	58-89-9	0,104	17	71%	0,017	0,1005	**0,37**
Dieldrine	60-57-1	0,104	4	17%	0,012	0,02075	**0,11**
Dichloran	99-30-9	0,104	3	13%	0,017	0,0205	0,068
Chlordane (trans)	5103-74-2	0,042	2	8%	0,0065	0,0085	0,02
Chlordane (cis)	5103-71-9	0,042	1	4%	0,0065	0,0085	0,011
Chlorothalonil	1897-45-6	0,208	1	4%	0,0335	0,0415	0,057
Chlorpyrifos-éthyl	2921-88-2	0,104	1	4%	0,012	0,0205	0,098
Endrine	72-20-8	0,417	1	4%	0,065	0,085	0,12
Heptachlore	76-44-8	0,042	1	4%	0,0065	0,0085	0,011
Perméthrine	52645-53-1	1,042	1	4%	0,12	0,205	0,62
Pipéronyl butoxyde (PBO)	51-03-6	1,042	1	4%	0,12	0,205	0,54
Tébuconazole	107534-96-3	0,042	1	4%	0,0048	0,0085	0,023

Note : valeurs inférieures à la LD remplacées par LD/2. Valeurs > LQ indiquées en gras. Risque de sous quantification des substances indiquées en italique.

En termes de fréquence de détection, les deux substances qui se distinguent sont la pendiméthaline (92%) et le Lindane (71%), les autres substances sont détectées dans moins de 20% des échantillons.

Dix-huit substances n'ont quant à elles jamais été détectées (*aldrine*, bifenthrine, butraline, cyperméthrine, deltaméthrine, dicofol, *diméthoate*, *éthion*, fénarimol, *fipronil*, flumétralin, lambda-cyhalothrine, *métaldehyde*, Mirex (perchlordécone), oxadiazon, propiconazole, prosulfocarbe, et *tolylfluanide*).

En termes de quantification, pendiméthaline et Lindane sont également les substances retrouvées en concentration maximale dans l'air, de l'ordre du dizième de ng/m^3, avec une concentration maximale hebdomadaire mesurée de 2,9 ng/m^3 pour la pendiméthaline.

2.3.2 Contamination des poussières

2.3.2.1 Concentration des pesticides dans le témoin de prélèvement des poussières

L'analyse du témoin-poussière décrit au paragraphe 1.4.4 ne montre pas de trace des pesticides recherchés dans les poussières.

2.3.2.2 Contamination des poussières des logements

Les pesticides identifiés et détectés dans les poussières des logements sont reportés dans Tableau 8 ci-après. Pour certains échantillons, la masse de poussière disponible n'a pas permis de lancer les quatre filières analytiques. Ainsi, pour deux échantillons, aucune analyse n'a été mise en œuvre (Tableau 7).

L'échantillon 23.2770.2 a fait l'objet d'un nouveau prélèvement (23.5805.2) et est donc exclu de ce rapport. Pour l'échantillon 23.2193.2, seules les filières des composés polaires et chlordécone ont pu être mises en œuvre après adaptation de la prise d'essai pour la chlordécone, entrainant une hausse de 20 % de sa LOQ.

Il en est de même pour la filière des COSV par GC/MS/MS pour l'échantillon 23.5804.2, qui n'a pu être lancée qu'avec un quart de la prise d'essai habituelle, ce qui entraine une augmentation des LOQ d'un facteur 4 pour les substances de cet échantillon.

Tableau 7 : Liste des échantillons avec adaptation des prises d'essai selon la masse de poussière disponible

n° échantillon	Masse de poussière disponible en mg	Masse de poussière pour la GC en mg (Prise d'essai protocole 200 mg)	Masse de poussière pour la LC en mg (prise d'essai 100 mg)	Masse de poussière pour les polaires en mg (prise d'essai 10 mg)	Masse de poussière pour la chlordécone en mg (prise d'essai 25 mg)
23.2193.2 (UL1)	33	0	0	10	20
23.2770.2 (UL2)	6	0	0	0	0
23.4781.2 (RL2)	0	0	0	0	0
23.5805.2 (UL2)	196	50	100	10	25

Tableau 8 : Concentrations et fréquence de détection des pesticides détectés en ng/g dans les poussières des logements (n=22 ou 23 selon la filière analytique)

Substance	N°CAS	LQ (en ng/g)	n > LD	Fréquence de détection (%)	Min (ng/g)	Médiane (ng/g)	Max (ng/g)
Perméthrine	52645-53-1	125	22	100%	**440**	**4 011**	**58 879**
Cyperméthrine	52315-07-8	25	22	100%	**347**	**2 270**	**27 313**
Pipéronyl butoxyde (PBO)	51-03-6	125	22	100%	**136**	**528**	**17 224**
Terbutryne	886-50-0	0,500	23	100%	**2**	**279**	**1 116**
Glyphosate	1071-83-6	63	23	100%	29	**200**	**4 893**
AMPA	1066-51-9	63	23	100%	**80**	**169**	**405**
Difénoconazole	119446-68-3	0,500	23	100%	**16**	**88**	**1 808**
Propiconazole	60207-90-1	12,5	22	100%	**15**	**63**	**1 073**
Dichloran	99-30-9	12,5	22	100%	**15**	**53**	**1 193**
Tébuconazole	107534-96-3	5	22	100%	**5**	**15**	**255**

Substance	N°CAS	LQ (en ng/g)	n > LD	Fréquence de détection (%)	Min (ng/g)	Médiane (ng/g)	Max (ng/g)
Azoxystrobine	131860-33-8	0,500	23	100%	**1**	**9**	**1 350**
Métolachlore (dont S-Métolachlore)	87392-12-9	1,25	23	100%	1	**3**	**34**
Fluopyram	658066-35-4	6,25	22	96%	1	**9**	**293**
Imidaclopride	138261-41-3	1,25	20	87%	0	**4**	**114**
Diméthomorphe	110488-70-5	0,500	17	74%	0	**1**	**5**
Fipronil	120068-37-3	25	16	73%	3	**66**	**2 369**
Pendiméthaline	19666-30-9	5	13	59%	3	**6**	**22**
Chlordécone	143-50-0	16	13	57%	4	12	**247**
Chlorpyrifos-éthyl	2921-88-2	12,5	12	55%	3	5	12
Deltaméthrine	52918-63-5	25	11	50%	5	13	**74**
2,4 D	94-75-7	25,0	9	39%	5	5	**35**
Bifenthrine	82657-04-3	12,5	4	18%	3	3	11
Lambda-Cyhalothrine	91465-08-6	12,5	4	18%	3	3	**56**
Dieldrine	60-57-1	12,5	3	14%	3	3	**19**
Aldrine	309-00-2	5	3	14%	1	1	**23**
Chlordane (trans)	5103-74-2	5	3	14%	1	1	4
Perchlordécone (Mirex)	40487-42-1	12,5	3	14%	1	1	6
Chlorothalonil	1897-45-6	25	2	9%	5	5	20
Lindane (gamma-HCH)	58-89-9	12,5	2	9%	3	3	10
Métalaxyle (formes Métalaxyle et m-Métalaxyle)	70630-17-0	2,50	2	9%	1	1	1
Pyrimicarbe	23103-98-2	0,500	2	9%	0	0	1
Butraline	33629-47-9	12,5	1	5%	3	3	10
Chlordane (cis)	5103-71-9	5	1	5%	1	1	4
Heptachlore	76-44-8	5	1	5%	1	1	4
Prosulfocarbe	52888-80-9	5	1	5%	1	1	5
Glufosinate d'ammonium	77182-82-2	63	1	4%	13	13	**115**
Fenpropidine	67306-00-7	6,25	1	4%	1	1	4
Myclobutanil	2385-85-5	5	1	4%	0	0	**11**

Note : valeurs inférieures à la LD remplacées par LD/2. Valeurs > LQ indiquées en gras

Douze substances (perméthrine, cyperméthrine, PBO, terbutryne, glyphosate, AMPA, difénoconazole, propiconazole, dichloran, tébuconazole, azoxystrobine et métolachlore) ont été systématiquement détectées dans les poussières de tous les logements, parmi lesquelles 6 substances (perméthrine, cyperméthrine, PBO, terbutryne, glyphosate et AMPA) ont été quantifiées à plus de 100 ng/g en médiane. Le fluopyram fait également partie des substances les plus détectées (96 %).

Huit substances (imidaclopride, diméthomorphe, fipronil, pendiméthaline, chlordécone, chlorpyrifos-éthyl, deltaméthrine et 2,4 D) ont été détectées dans 39 à 87% des logements. Les 17 substances suivantes n'ont été quantifiées que dans moins de 20% des échantillons.

Enfin, 19 substances n'ont jamais été détectées dans les poussières des logements : triclopyr, métaldehyde, 2,4-MCPA, acétochlore, endrine, trifloxystrobine, dicofol, diméthoate, fénarimol, flumétralin, fluroxypyr, oryzalin, tolylfluanide, métribuzine, éthion, oxadiazon, métrafénone, propyzamide et tébuthiuron.

En termes de concentrations maximales retrouvées dans les échantillons, elles sont supérieures au µg/g pour la perméthrine (59 µg/g), la cyperméthrine (27 µg/g), le PBO (17 µg/g), le glyphosate (4,9 µg/g), le fipronil (2,4 µg/g), le difénoconazole (1,8 µg/g), l'azoxystrobine (1,4 µg/g), le dichloran (1,2 µg/g), la terbutryne (1,1 µg/g) et le propiconazole (1,0 µg/g).

2.3.2.3 Contamination des poussières des écoles

De même que pour les logements, pour certains échantillons, la masse de poussière disponible n'a pas permis de lancer les quatre filières analytiques. Ainsi, pour deux échantillons de l'école en milieu rural, la filière GC n'a pas pu être mise en œuvre. La prise d'essai d'un échantillon de l'école urbaine a dû être réduite (50 mg au lieu de 200 mg) ce qui entraîne des limites de quantification 4 fois supérieures pour cet échantillon (Tableau 9).

Tableau 9 : adaptation des prises d'essai selon la masse de poussière disponible

n° échantillon	Masse de poussière disponible en mg	Masse de poussière pour la GC en mg (Prise d'essai protocole 200 mg)	Masse de poussière pour la LC en mg (prise d'essai 100 mg)	Masse de poussière pour les polaires en mg (prise d'essai 10 mg)	Masse de poussière pour la chlordécone en mg (prise d'essai 25 mg)
23.4780.2 (REc)	133	0	80	10	25
23.5803.2 (UEc)	216	50	100	10	25
23.2196.2 (REc)	170	0	100	10	25
23.4778.2 (UEc)	229	50	100	10	25

Les pesticides identifiés et quantifiés dans les poussières des deux écoles sont reportés dans le Tableau 10 ci-après.

Tableau 10 : Concentrations et fréquence de détection des pesticides détectés en ng/g dans les poussières des écoles (n=22 ou 24 selon la filière analytique)

Substance	N°CAS	LQ (en ng/g)	n > LD	Fréquence de détection (%)	Min (ng/g)	Médiane (ng/g)	Max (ng/g)
Perméthrine	52645-53-1	125	22	100%	**373**	**1 322**	**42 611**
Cyperméthrine	52315-07-8	25	22	100%	**239**	**977**	**89 429**
Pipéronyl butoxyde (PBO)	51-03-6	125	22	100%	89	**221**	**2 215**
Difénoconazole	119446-68-3	0,500	24	100%	**23**	**183**	**432**
Dichloran	99-30-9	12,5	22	100%	**14**	**39**	**236**

Substance	N°CAS	LQ (en ng/g)	n > LD	Fréquence de détection (%)	Min (ng/g)	Médiane (ng/g)	Max (ng/g)
Terbutryne	886-50-0	0,500	24	100%	**14**	**35**	**94**
Fluopyram	658066-35-4	6,25	24	100%	**7**	**18**	**600**
Tébuconazole	107534-96-3	5	22	100%	**6**	**14**	**134**
Métolachlore (dont S-Métolachlore)	87392-12-9	1,25	24	100%	**2**	**10**	**29**
Imidaclopride	138261-41-3	1,25	24	100%	1	**5**	**60**
Azoxystrobine	131860-33-8	0,500	24	100%	1	**4**	**61**
AMPA	1066-51-9	63	22	92%	13	**191**	**537**
Propiconazole	60207-90-1	12,5	19	86%	3	**68**	**267**
Pendiméthaline	19666-30-9	5	17	77%	3	**10**	**30**
Chlorpyrifos-éthyl	2921-88-2	12,5	17	77%	3	9	**67**
Glyphosate	1071-83-6	63	18	75%	13	**103**	**753**
Chlordécone	143-50-0	16	15	63%	4	**33**	**135**
Fipronil	120068-37-3	25	13	59%	3	9	**2 452**
Diméthomorphe	110488-70-5	0,500	14	58%	0	0	**2**
Deltaméthrine	52918-63-5	25	11	50%	5	13	**79**
Bifenthrine	82657-04-3	12,5	10	45%	3	9	**58**
2,4 D	94-75-7	25,0	10	42%	5	5	16
Chlordane (trans)	5103-74-2	5	6	27%	1	1	5
Lindane (gamma-HCH)	58-89-9	12,5	5	23%	3	3	10
Heptachlore	76-44-8	5	5	23%	1	1	4
Dieldrine	60-57-1	12,5	4	18%	3	3	12
Chlordane (cis)	5103-71-9	5	4	18%	1	1	4
Chlorothalonil	1897-45-6	25	3	14%	5	5	20
Lambda-Cyhalothrine	91465-08-6	12,5	3	14%	3	3	**136**
Aldrine	309-00-2	5	1	5%	1	1	4
Oxadiazon	19044-88-3	12,5	1	5%	1	1	**13**
Fluroxypyr	81406-37-3	12,5	1	4%	3	3	7
Métrafénone	220899-03-6	2,50	1	4%	1	1	5

Note : valeurs inférieures à la LD remplacées par LD/2. Valeurs > LQ indiquées en gras

Neuf substances (perméthrine, cyperméthrine, PBO, difénoconazole, dichloran, terbutryne, fluopyram, tébuconazole et métolachlore) ont été systématiquement détectées dans les poussières des écoles, parmi lesquelles 4 substances (perméthrine, cyperméthrine, PBO et difénoconazole) ont été quantifiées à plus de 100 ng/g en médiane. L'AMPA fait également partie des substances les plus détectées (92 %) et quantifiées (100 ng/g).

Huit substances (propiconazole, pendiméthaline, chlorpyrifos-éthyl, glyphosate, chlordécone, fipronil et diméthomorphe) sont détectées dans plus de la moitié des échantillons. Le glyphosate est détecté à 75 %, avec une médiane à 103 ng/g, tandis que la chlordécone, est détectée dans 63 % des échantillons, avec une médiane à 33 ng/g. Ces deux substances sont systématiquement détectées dans l'école rurale avec des médianes de quantification de 182 ng/g et de 86 ng pour glyphosate et chlordécone, respectivement (*Annexe Tableau 9*).

Les quatorze substances suivantes du tableau n'ont été quantifiées que dans la moitié ou moins des échantillons.

Enfin, 24 substances n'ont jamais été détectées dans les poussières des écoles : triclopyr, métaldehyde, 2,4-MCPA, acétochlore, glufosinate d'ammonium, endrine, trifloxystrobine, dicofol, butraline, diméthoate, fénarimol, flumétralin, oryzalin, tolylfluanide, fenpropidine, métribuzine, éthion, Mirex, prosulfocarbe, métalaxyle, propyzamide, myclobutanil, pyrimicarbe et tébuthiuron.

En termes de concentrations maximales, elles sont supérieures au µg/g pour la cyperméthrine (89 µg/g), la perméthrine (4,2 µg/g), le fipronil (2,4 µg/g) et le PBO (2,2 µg/g). Ces concentrations maximales sont toutes obtenues dans l'école urbaine.

2.3.3 Bilan des questionnaires

2.3.3.1 Caractéristiques des écoles

Les deux écoles UEc et REc sont deux écoles élémentaires qui partagent les caractéristiques suivantes :

- Une ventilation naturelle continue par fenêtres à persiennes en verre ;
- Une absence de système de climatisation ;
- L'absence d'utilisation de produits pesticides sur les 12 derniers mois en intérieur comme en extérieur ;
- Un revêtement de sol de type carrelage dans la salle de classe instrumentée.

L'école élémentaire UEc est située dans la zone du Lamentin et présente les caractéristiques suivantes :

- Zone urbaine ;
- Absence d'informations sur le nombre total d'élèves, le nombre de salles de classe et la date de construction ;
- Absence de cultures, jardins ou squares à moins de 200 m ;
- Salle de classe instrumentée située au 2ème étage ;
- Surface de la salle de 44 m^2 avec une hauteur sous plafond de 3,60 m (volume de 158,4 m^3) ;
- Orientation des ouvrants vers le Nord-Est et le Sud-Ouest.

L'école élémentaire REc est située dans la zone de Macouba et présente les caractéristiques suivantes :

- Zone rurale ;
- 36 élèves accueillis ;
- 3 salles de classe ;
- Date de construction inconnue ;
- Cultures de bananes et de cannes à sucre à moins de 200 m de l'école ;
- Salle de classe instrumentée située au rez-de-chaussée ;
- Surface de la salle de 53 m^2 avec une hauteur de 3 m sous plafond (volume de 159 m^3) ;
- Orientation des ouvrants vers le Nord et le Sud-Ouest.

2.3.3.2 Occupation des écoles

Les semainiers d'occupation de la salle de classe permettent d'établir un profil d'occupation à chacune des douze campagnes qui est basé sur la présence déclarée des élèves au cours de la semaine. Le profil d'occupation moyenné sur les douze campagnes est illustré aux Figure 11 (école UEc) et Figure 12 (école REc). Les élèves sont présents dans la salle de classe exclusivement les lundi, mardi, jeudi et vendredi pour les deux écoles, à l'exception de la campagne 11 de l'école REc pour laquelle les élèves sont déclarés présents le mercredi. Le taux de présence est plus important en matinée et plus faible et plus variable l'après-midi. La variation est plus marquée pour l'école REc par rapport à l'école UEc.

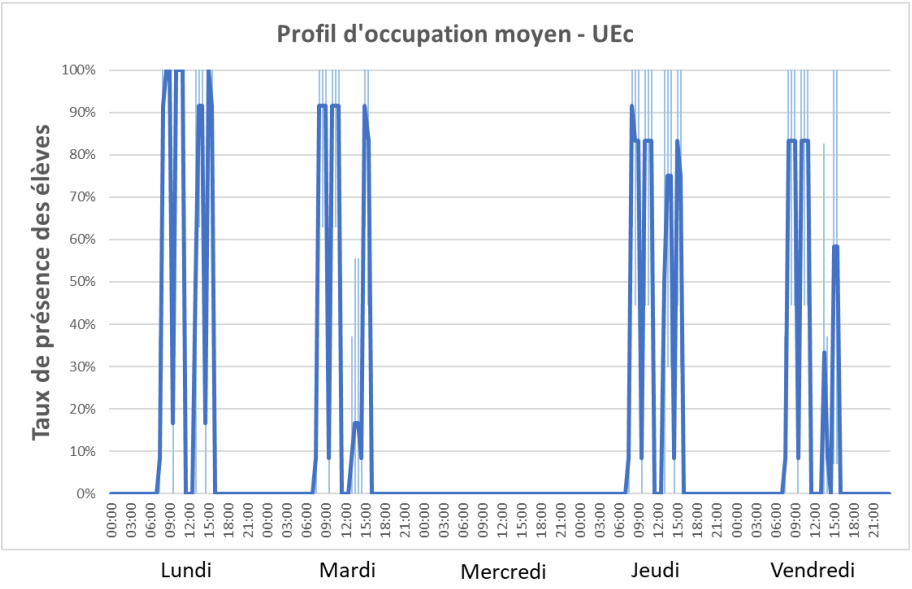


Figure 11 : Profil d'occupation moyen de la salle de classe par les élèves sur l'ensemble des campagnes pour l'école UEc (Les barres plus claires représentent l'écart-type de variation entre les campagnes).

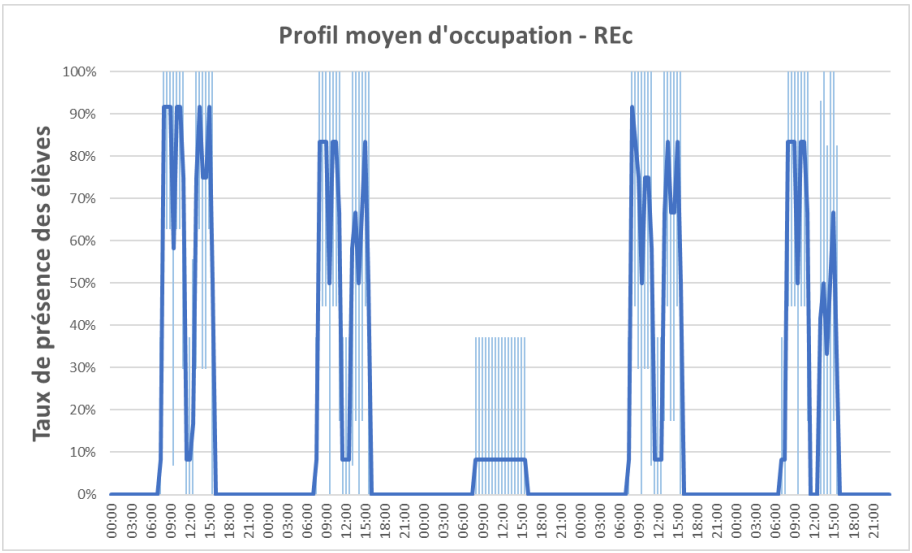


Figure 12 : Profil d'occupation moyen de la salle de classe par les élèves sur l'ensemble des campagnes pour l'école REc (Les barres plus claires représentent l'écart-type de variation entre les campagnes).

Sur la base des profils d'occupation, un cumul d'heures de présence et un taux d'occupation hebdomadaire ont été calculés pour chacune des 12 campagnes. Les résultats sont présentés au Tableau 11 et à la Figure 13. Le taux d'occupation est en moyenne plus important dans l'école REc (18 %) par rapport à l'école UEc (14,2 %) au regard des salles de classe instrumentées.

Tableau 11 : Cumul d'heures de présence et taux d'occupation hebdomadaires dans les salles de classe des écoles UEc et REc selon les campagnes

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C11	C12	C13
	Date	14/11/2022	12/12/2022	09/01/2023	06/02/2023	06/03/2023	27/03/2023	24/04/2023	05/06/2023	03/07/2023	18/09/2023	16/10/2023	13/11/2023
UEC	Cumul heures	18	15.5	19	16	5.5	19	18.5	18.5	15.5	18	18	23.5
UEC	%Occupation	15.0%	12.9%	15.8%	13.3%	4.6%	15.8%	15.4%	15.4%	12.9%	15.0%	15.0%	19.6%
REC	Cumul heures	22	15.5	19	20	13	26.5	20	22	0	32	24	23
REC	%Occupation	18.3%	12.9%	15.8%	16.7%	10.8%	22.1%	16.7%	18.3%	0%	26.7%	20.0%	19.2%

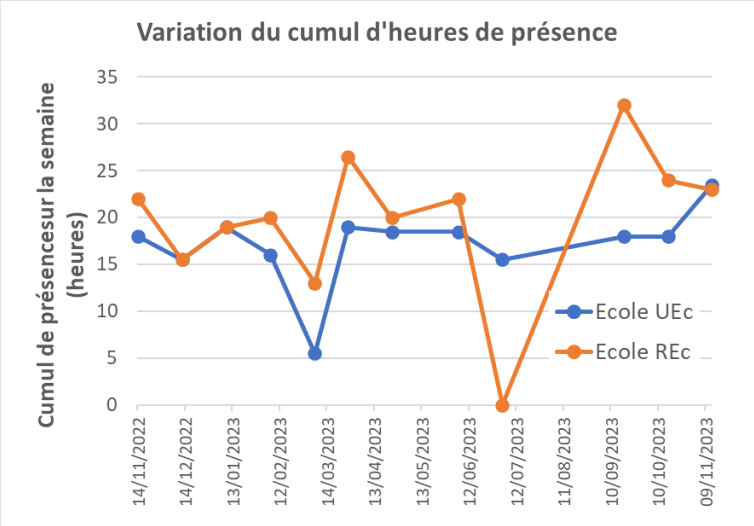


Figure 13 : Variation du cumul d'heures de présence selon les campagnes pour les deux écoles UEc et REc.

2.3.3.3 Activités dans les écoles

Les deux écoles n'ont jamais signalé, à leur connaissance, un usage ou une notification d'épandage de pesticides à l'extérieur durant la période de collecte des poussières, et ce sur l'ensemble des campagnes (hors non-réponses complètes (absence de questionnaires) ou partielles).

Au regard des activités déclarées sur la semaine de prélèvement dans l'air, l'école UEc ne rapporte aucune variation entre les campagnes. Pour l'école UEc, on note la présence ou l'absence des activités suivantes qui se répètent à chaque campagne :

- Une aération quotidienne systématique de la salle de classe (seule exception pour la dernière campagne avec l'absence d'aération le mercredi) ;
- Un nettoyage quotidien systématique de la salle de classe à la fois par aspirateur/balai et par une solution nettoyante (nettoyage humide). Seule exception pour la dernière campagne avec l'absence de nettoyage le mercredi ;
- L'absence systématique d'utilisation d'une climatisation ;
- L'absence d'usages de produits parfumant ou désodorisants ;
- L'absence d'utilisation de produits pesticides aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur ;

- L'absence d'épisodes d'épandages constatés à proximité de l'école (< 500 m) ;
- L'absence d'épisodes de brûlages de déchets verts constatés à proximité de l'école (< 500 m).

Pour l'école rurale REc, la présence ou l'absence d'activités systématiques qui ne varie pas en fonction des campagnes sont les suivantes :

- L'absence systématique d'utilisation d'une climatisation ;
- L'absence d'usages de produits parfumant ou désodorisants ;
- L'absence d'utilisation de produits pesticides aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur ;
- Un nettoyage de la salle de classe par une solution nettoyante (nettoyage humide) les lundi, mardi, jeudi et vendredi. Un nettoyage humide est également indiqué le mercredi en campagne C02. A noter pour ces variables de nettoyage, un nombre important d'absence de réponses en particulier s'agissant du nettoyage humide (6 campagnes concernées).

Les activités qui varient au cours des campagnes pour l'école REc sont les suivantes :

- Un épisode de brûlage de déchets verts signalé lors de la campagne C05 (début mars 2023) ;
- Un épisode d'épandage de pesticides sur les cultures à proximité durant la campagne C06 (fin mars 2023) ;
- Une fréquence d'aération par ouverture de fenêtres qui fluctue selon les campagnes (Figure 14) ;
- Une fréquence de nettoyage du sol par aspirateur/balai qui fluctue selon les campagnes (Figure 15).

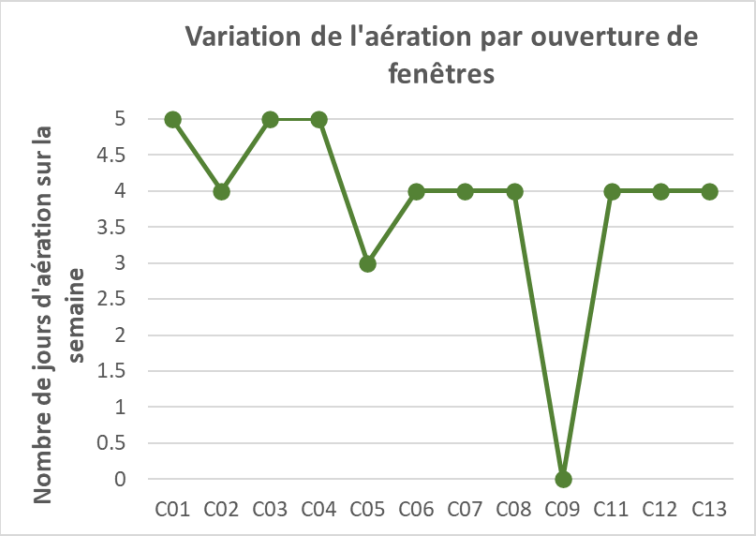


Figure 14 : Variation de l'aération dans l'école REc selon les campagnes. Variation exprimée en nombre de jours d'ouverture des fenêtres.

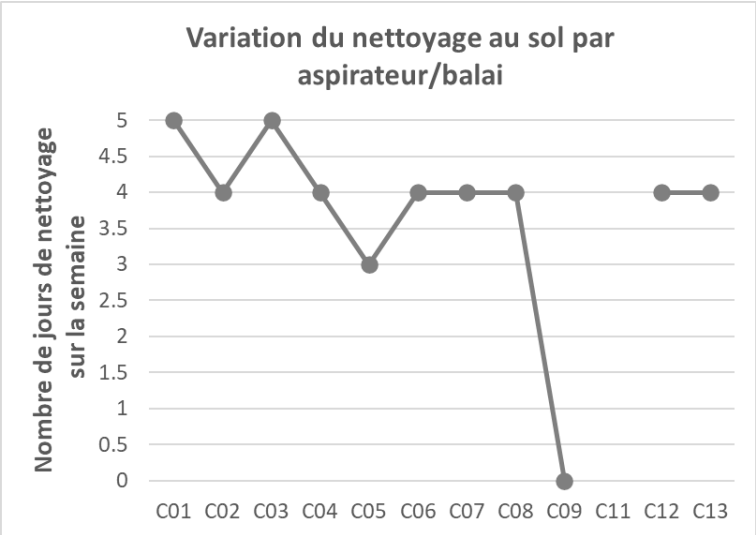


Figure 15 : Variation du nettoyage au sol par aspirateur/balai dans l'école REc selon les campagnes.

2.3.3.4 Caractéristiques des logements

Les 6 logements instrumentés partagent les caractéristiques communes suivantes :

- Maison individuelle avec jardin ;
- Ventilation naturelle continue par fenêtres à persienne ou jalousies ;
- Revêtement de sol de type carrelage/dallage dans les pièces instrumentées.

Les 3 logements urbains UL1, UL2 et UL3 ont en commun une absence de zones de cultures, champs cultivé ou jardins publics à moins de 200 m.

Les 3 logements ruraux RL1, RL2 et RL3 sont situés à proximité d'une zone de cultures (moins de 200 m) :

- Bananes pour les logements RL1, RL2 et RL3 ;
- Canne à sucre pour les logements RL1, RL2 et RL3 ;
- Maraîchères pour le logement RL2.

Un système de climatisation fixe est présent dans tous les logements sauf le logement RL2 qui en est dépourvu. Il assure un rafraîchissement de l'air pour une partie des pièces du logement seulement.

Les autres caractéristiques et usages généraux sont détaillés aux Tableau 12et Tableau 13.

Tableau 12 : Caractéristiques des logements et des ménages

Logement	Nombre de pièces principales	Date de construction	Surface pièce (m²)	Hauteur pièce (m)	Nombre de personnes du ménage	Structure du ménage	Nombre d'animaux	Type d'animaux
UL1	8	1990- 2000	72	2,50	5	Couple avec enfants	0	-
UL2	6	2001 - 2005	30	2,50	4	Couple avec enfants	0	-
UL3	6	1962 - 1967	42	2,67	3	Couple avec enfants	1	Chat

Logement	Nombre de pièces principales	Date de construction	Surface pièce (m²)	Hauteur pièce (m)	Nombre de personnes du ménage	Structure du ménage	Nombre d'animaux	Type d'animaux
RL1	5	NSP	25	3,00	1	Personne seule	0	-
RL2	5	Après 2019	43	2,50	3	Couple avec enfants	2	Un chien Deux perruches
RL3	3	NSP	20	2,72	2	Famille monoparentale avec enfants	0	-

NSP : ne sait pas

Tableau 13 : Usage général de produits pesticides à l'intérieur et à l'extérieur du logement

Logement	Usage de pesticides dans le logement sur les 12 derniers mois	Produit principal utilisé	Information sur le produit	Usage de pesticides en extérieur sur les 12 derniers mois	Produit principal utilisé en extérieur
UL1	non	-	-	oui	Produit contre les termites (marque inconnue)
UL2	oui	Catch Expert	Fourmis, cafard, araignée, action radicale (1R-trans-phénothrine)	oui	Produit professionnel anti-termite
UL3	oui	Gouttes pour le chat	-	non	-
RL1	oui	Anti-moustique Raid	1R transphenotrine, pralletrine	non	-
RL2	oui	Spray anti-insecte marque Casino	Perméthrine, tétraméthrine, PBO	oui	Traitement anti-termite environ 1 an
RL3	oui	Raticide Rodilon Pate (extérieur)	Diféthialone	oui	Herbicide inconnu

2.3.3.5 Occupation des logements

Pour l'occupation des logements, le semainier court du premier jour de visite (J1) durant lequel le prélèvement d'air est mis en place jusqu'au jour de récupération du matériel après une durée de 7 jours (J8). Le jour de première visite varie selon les logements. Pour établir un profil moyen hebdomadaire, il est nécessaire de recaler les profils sur une même semaine type (du lundi au dimanche par exemple).

Le profil moyen hebdomadaire est établi pour chaque logement au regard du taux d'occupation dans le logement. Le taux d'occupation correspond au nombre de personnes présentes dans le logement rapporté au nombre total de personnes ayant renseigné le semainier sur le créneau considéré (nombre total de personnes du ménage en l'absence de données manquantes). Le semainier décrivant une durée complète de 8 jours (J1 à J8), il peut arriver qu'un même créneau soit renseigné deux fois (à une semaine d'intervalle). Dans ce cas, la moyenne des occurrences est prise en compte dans le profil moyen hebdomadaire.

Les profils moyens hebdomadaires des 6 logements sont présentés à la Figure 16. Le profil correspond au taux d'occupation moyenné sur les 12 campagnes (courbe) avec l'écart-type de variation observé sur chaque créneau (bandes claires).

Des différences sont observées entre les logements autant dans les profils que dans les variations du taux d'occupation. Le logement UL2 présente le moins de variation de son taux d'occupation entre les campagnes. C'est également le logement où les occupants passent le plus de temps en extérieur (taux d'occupation de 0 %). A l'inverse pour les logements UL1, RL1 et RL2, il y a très souvent au moins une personne systématiquement présente dans le logement. Le logement RL3 se caractérise par une forte variation du taux d'occupation sur la fin de semaine (vendredi, samedi et dimanche).

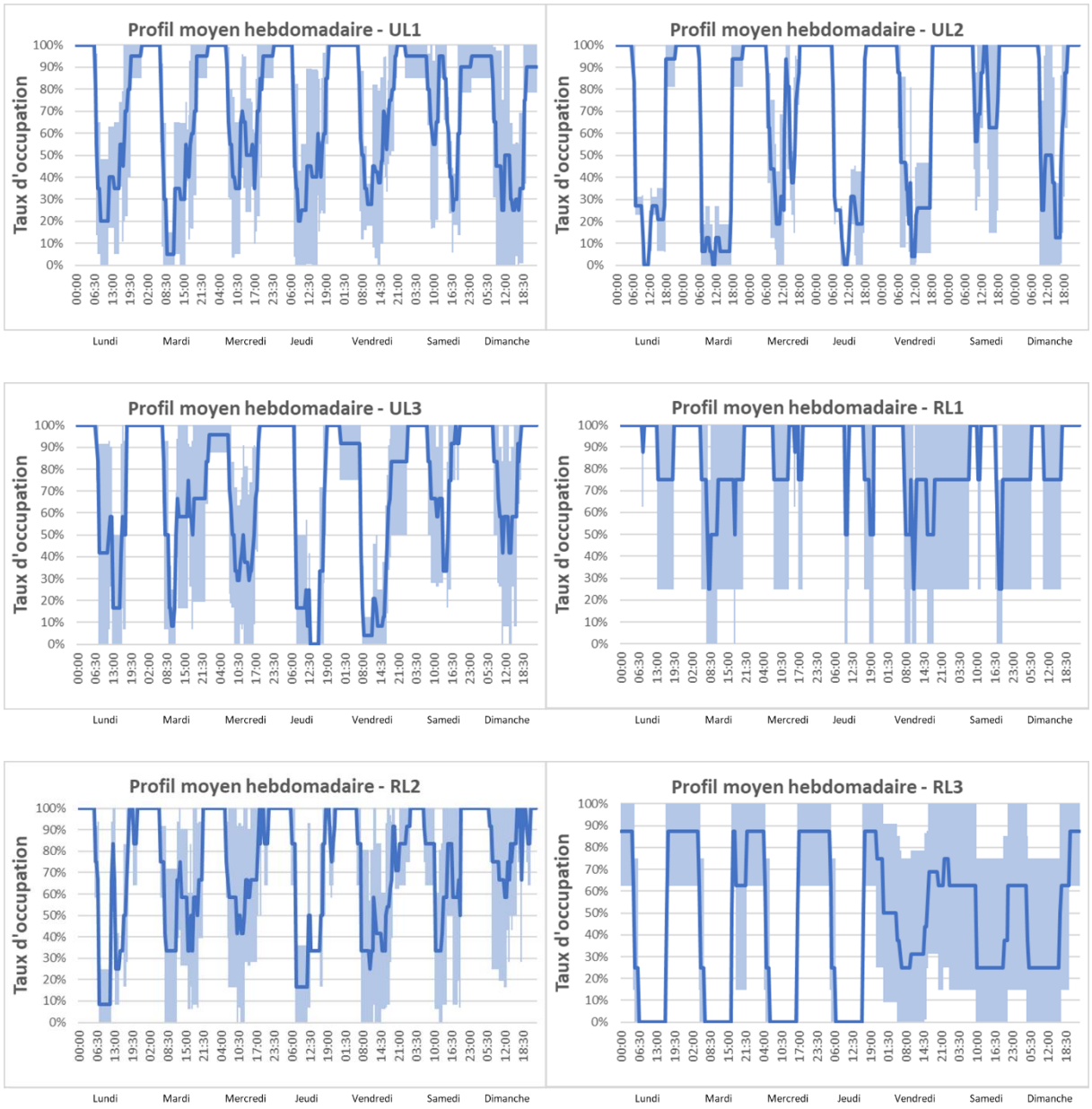


Figure 16 : Profil du taux d'occupation hebdomadaire pour chaque logement moyenné sur les 12 campagnes réalisées. Les bandes claires encadrant la courbe correspondent à l'écart-type de variation observé entre les campagnes.

Sur la base des profils d'occupation, différents indicateurs d'occupation ont été calculés à l'échelle de la semaine pour chacune des campagnes :

- Le nombre moyen d'occupants présents dans le logement au cours de la semaine. Il est calculé comme étant la moyenne du nombre d'occupants présents à chaque pas de temps (Tableau 14) ;
- Le taux moyen d'occupation sur la semaine qui correspond à la moyenne du rapport du nombre d'occupants présents rapporté au nombre total d'occupants ayant répondu à chaque pas de temps (Tableau 15). Un taux moyen d'occupation de 50 % peut ainsi se lire de différentes façons par exemple par la présence de seulement la moitié des occupants sur l'ensemble de la semaine ou bien par la présence de la totalité des occupants sur la moitié de la semaine, ou toute autre combinaison de nombre d'occupants et de fréquence de présence ;
- Le taux de présence sur la semaine correspond au cumul des périodes pour lesquels au moins un occupant est présent rapporté à l'ensemble de la semaine (Tableau 16).

Tableau 14 : Nombre moyen d'occupants sur la semaine selon les campagnes

		Campagnes											
	Nombre moyen d'occupants	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**	**C7**	**C8**	**C9**	**C10**	**C11**	**C12**
Logements	**UL1**		3.48		3.38			3.61			3.52		
	UL2	2.77				2.58			2.65			2.71	
	UL3			2.21			2.08			2.16			2.13
	RL1	0.85			0.84			0.81			0.94		
	RL2		2.11			2.11			2.04			2.40	
	RL3			1.09			0.37			1.24			0.88

Tableau 15 : Taux moyen d'occupation sur la semaine selon les campagnes

		Campagnes											
	Taux moyen d'occupation	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**	**C7**	**C8**	**C9**	**C10**	**C11**	**C12**
Logements	**UL1**		73%		68%			72%			70%		
	UL2	69%				73%			67%			68%	
	UL3			74%			72%			75%			71%
	RL1	85%			84%			81%			94%		
	RL2		70%			70%			76%			80%	
	RL3			55%			19%			62%			44%

Tableau 16 : Taux de présence sur la semaine selon les campagnes

		Campagnes											
	Taux de présence	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**	**C7**	**C8**	**C9**	**C10**	**C11**	**C12**
Logements	**UL1**		93%		86%			91%			87%		
	UL2	82%				85%			84%			84%	
	UL3			83%			81%			85%			85%
	RL1	85%			84%			81%			94%		
	RL2		84%			87%			91%			95%	
	RL3			57%			37%			62%			44%

Le taux de présence sur la semaine varie de 37 % (logement RL3, campagne C06) à 95 % pour le logement RL1 (campagne C11).

2.3.3.6 Activités dans les logements

Au regard du questionnaire sur l'usage de pesticides accompagnant la collecte des poussières, aucune activité n'a été reportée pour l'ensemble des campagnes sur les logements suivants : UL1, UL2 et UL3 (des travaux de peintures ont été signalés pour ce logement uniquement sur la campagne C06).

Le logement RL1 note l'utilisation d'un produit pesticide plusieurs fois sur la période durant la campagne C07 (27/03/2023 au 17/04/2023) : Subito, un répulsif en granules pour chats et chiens (contenant méthyl nonyl cétone et géraniol).

Le logement RL2 rapporte les évènements suivants :

- Campagne C02 (21/11/2022 au 12/12/2022) : l'utilisation d'un produit pesticides (CLAC fourmis, poudrage et arrosage, contenant de la cyperméthrine) plusieurs fois dans la semaine à l'intérieur ;
- Campagne C08 (24/05/2023 au 26/05/2023) : l'utilisation d'un produit pesticide non spécifié une fois dans la période à l'intérieur ;
- Campagne C11 (21/08/2023 au 18/09/2023) : l'utilisation d'un produit pesticide (insecticide parfumé ZZ Paff Plus Citron, qui contient perméthrine, tétraméthrine, PBO, D-phénotrine) une fois à l'intérieur durant dans la période ;

Le logement RL3 signale les évènements suivants :

- Campagne C03 (30/12/2022 au 12/01/2023) : l'occupant signale l'utilisation d'un produit pesticides plusieurs fois sur la période en mentionnant le nom d'un nettoyant domestique (Ajax fête des fleurs, sans pesticides dans sa composition) et d'un désodorisant Air Wick Pure ;
- Campagne C03 (30/12/2022 au 12/01/2023) : un épandage de pesticides à proximité du logement, une fois sur la période ;
- Campagne C09 (05/06/2023 au 26/06/2023) : l'utilisation d'un produit pesticide (Baygon sans autre précision) une fois dans la période à l'intérieur.

Les activités détaillées à chaque campagne de prélèvement de pesticides dans l'air sont exprimées en fréquence d'utilisation sur la semaine (nombre de jours où l'activité est signalée sur le nombre total de jours renseignés). Les fréquences des différentes activités sont listées par logement et par campagne dans le Tableau 17.

Trois activités n'ont jamais été signalées :

- Aucun logement n'a mis en marche un système de climatisation sur l'ensemble des campagnes ;
- Aucun logement n'a signalé avoir utilisé un produit pesticide à l'extérieur (jardin, balcon, toiture, etc.) sur l'ensemble des campagnes ;

- Aucun logement n'a observé d'activité d'épandage de pesticides sur les cultures à proximité du logement (moins de 500 m) sur l'ensemble des campagnes.

Tableau 17 : Fréquence des activités reportées dans le semainier accompagnant les campagnes de prélèvement d'air

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12
Fréquence d'aération par ouverture de fenêtres sur la semaine												
RL1	**100%**			**100%**			NA			**100%**		
RL2		**43%**			**100%**			**100%**			**100%**	
RL3			**29%**			**29%**			**25%**			**25%**
UL1		**100%**		**100%**			**100%**			**100%**		
UL2	**100%**				**100%**			**100%**			**100%**	
UL3			**100%**			**100%**			**43%**			**100%**
Fréquence de nettoyage du sol par aspirateur/balai												
RL1	**29%**			**25%**			**50%**			**25%**		
RL2		**57%**			**29%**			**25%**			**38%**	
RL3			NA			**29%**			**25%**			**13%**
UL1		**25%**		**25%**			**25%**			**25%**		
UL2	**57%**				**75%**			**63%**			**38%**	
UL3			**38%**			**38%**			**29%**			**38%**
Fréquence de nettoyage du sol par nettoyant de surface												
RL1	**14%**			NA			**25%**			**25%**		
RL2		**14%**			**14%**			**25%**			**13%**	
RL3			NA			NA			**25%**			**13%**
UL1		0%		NA			NA			**25%**		
UL2	0%				**100%**			**13%**			**25%**	
UL3			**13%**			**25%**			**14%**			**13%**
Fréquence d'activités de tabagisme dans le logement (hors vapotage)												
RL1	0%			0%			NA			0%		
RL2		0%			0%			**13%**			**13%**	
RL3			0%			0%			0%			0%
UL1		0%		0%			0%			0%		
UL2	0%				0%			0%			0%	
UL3			0%			0%			0%			0%
Fréquence d'utilisation de bougies ou d'encens dans le logement												
RL1	0%			0%			NA			0%		
RL2		0%			0%			0%			0%	
RL3			0%			0%			0%			0%
UL1		**25%***		0%			0%			0%		
UL2	0%				0%			0%			0%	
UL3			0%			0%			NA			0%
Fréquence d'utilisation de parfums ou désodorisants dans le logement												

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12
RL1	0%			0%			NA			0%		
RL2		0%			0%			0%			0%	
RL3			0%			**29%**			0%			0%
UL1		**13%**		0%			0%			0%		
UL2	0%				**100%**			0%			0%	
UL3			0%			0%			NA			0%
Fréquence d'utilisation de produits pesticides dans le logement												
RL1	0%			0%			**13%****			0%		
RL2		**14%**			0%			**13%*****			**13%**	
RL3			0%			0%			0%			0%
UL1		0%		0%			0%			0%		
UL2	0%				0%			0%			0%	
UL3			0%			0%			NA			0%
Fréquence d'épisode de brûlage des déchets verts												
RL1	0%			0%			NA			0%		
RL2		0%			0%			0%			0%	
RL3			0%			0%			0%			0%
UL1		0%		0%			0%			0%		
UL2					0%			0%			0%	
UL3			**13%******			0%			0%			0%

NA : donnée manquante

* Utilisation d'un diffuseur mèche

** Utilisation d'un insecticide (RAID)

*** Utilisation d'un produit insecticide (KAPO Expert Fourmis, quelques gouttes au sol)

**** Il s'agit en fait d'un incendie à proximité du logement

Ces indicateurs de fréquence d'activité n'ont pas été croisés avec les concentrations mesurées, par manque de données.

3 Exploitation des résultats (Phase 3)

Cette partie décrit l'exploitation des données produites. Elle a pour objectif, la caractérisation de la contamination de l'air et des poussières selon les logements et les écoles, en zone urbaine et rurale, et décrire la variabilité mensuelle sur une année. Les données ont été comparées à celles de la littérature scientifique ou les études déjà existantes.

Un premier travail d'exploitation a été réalisé spécifiquement sur la chlordécone dans la poussière, par Marie Dufresne, doctorante sur la thématique exposition aux poussières. Un article scientifique a été rédigé et publié dans le journal international "Journal of Hazardous Materials", "Determination of chlordecone in indoor dust by GC/MS/MS and associated human exposure in the French West Indies ». Cet article valorise la méthode analytique développée, mais également les premières données originales de la contamination des poussières intérieures par la chlordécone en Martinique (Dufresne et al., 2025). L'article est en partie, joint à ce rapport en partie 5.1.

Un second travail d'exploitation des données a été réalisé pour les autres pesticides présents dans l'air et les poussières en Martinique, par une étudiante en Master2 de santé publique, Lotus De Lavareille. Un article scientifique international a été rédigé dont le titre est « Pesticides in indoor air and settled dust in Martinique a pilot study » et soumis au journal international « Journal of Hazardous Materials, le 19 décembre 2025. L'article soumis est en partie visible, partie 5.2.

3.1 Comparaison avec les caractéristiques des bâtiments et les usages

3.1.1 Concentrations en pesticides et caractéristiques des écoles

Les résultats en termes de concentrations de pesticides dans les écoles sont confrontés aux caractéristiques et usages recueillis dans les questionnaires. Compte tenu du faible nombre d'environnements étudiés, l'approche restera exclusivement qualitative.

Au regard des caractéristiques des deux écoles étudiées, les différences se conjuguent en termes de zone urbaine ou rurale, absence ou présence de cultures à moins de 200 m et étage de la salle de classe. Ces trois caractéristiques ne sont pas indépendantes et ne peuvent être étudiées séparément. Les autres caractéristiques comme une ventilation naturelle permanente par fenêtres à persiennes, l'absence de système de climatisation et l'absence d'utilisation de produits pesticides dans les 12 derniers mois ou même durant les campagnes de mesures sont communes aux deux écoles.

En termes d'activités durant les campagnes de mesure, l'école UEc ne rapporte aucune variation entre les 12 semaines. Le taux d'occupation variait pour cette école de 4,6 % (C5) à 19,6 % (C13). Les campagnes C5 et C9 (cours maintenu avec seulement 3 élèves) peuvent être considérées particulières en termes d'occupation. Mais, ces campagnes ne sont pas associées à des concentrations particulières en pesticides, voir les exemples du difénoconazole et de l'imidaclopride dans les poussières (Figure 17). Dans l'air, les concentrations en pesticides dans l'école UEc sont très souvent < LD.

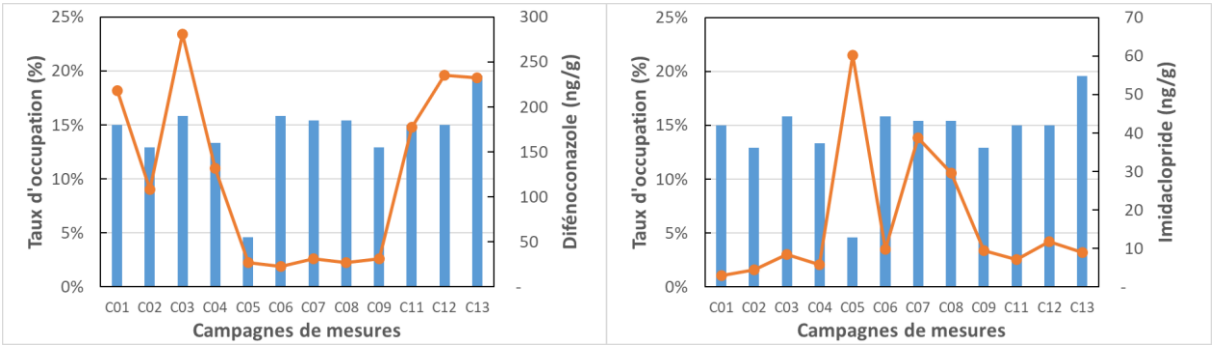


Figure 17 : Variation conjointe du taux d'occupation et de la concentration en pesticides dans les poussières de l'école UEc au cours des campagnes.

Pour l'école REc, le taux d'occupation varie de 0 % (C9, absence complète des élèves) à 27 % (C11). La campagne C9 apparaît dès lors particulière sur l'année de suivi. La concentration en pesticides ne montre pas de corrélation particulière avec le taux d'occupation. Seule la pendiméthaline semble afficher une concentration plus élevée à la fois dans l'air et dans les poussières durant la campagne C9, durant l'absence des élèves (Figure 18). Cette période du 3 au 7 juillet 2023 correspond à la période juste avant les grandes vacances scolaires. Un usage particulier de produits contenant de la pendiméthaline à proximité de l'école pourrait être en cause.

Dans les activités qui varient au cours des campagnes de l'école REc, la campagne C5 se démarque par la mention d'un épisode de brûlage de déchets verts à proximité et la campagne C6 par un épandage de pesticides sur les cultures à proximité. La campagne C5 ne semble pas être particulièrement associée à une augmentation de la concentration en pesticides. La campagne C6 est associée au niveau de concentration la plus élevée en AMPA dans les poussières (Figure 19). Cette association purement indicative peut relever de la simple coïncidence.

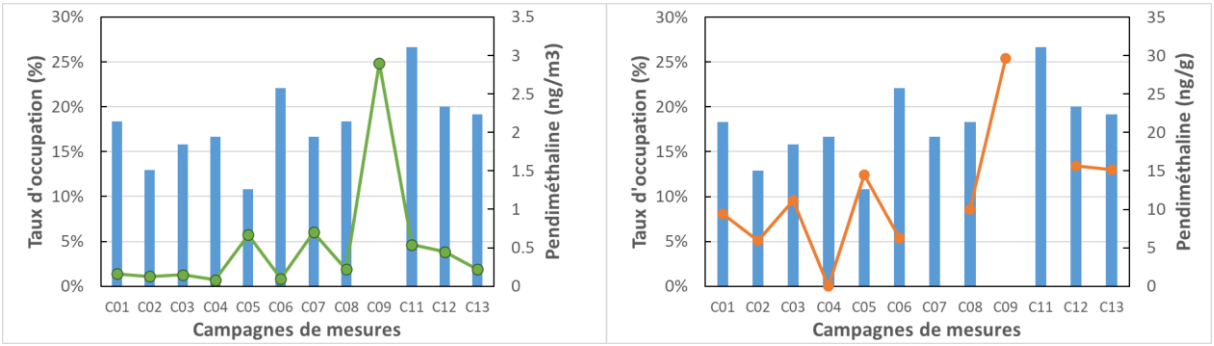


Figure 18 : Variation conjointe du taux d'occupation et de la concentration en pendiméthaline dans l'école REc au cours des campagnes (dans l'air à droite et dans les poussières à gauche)

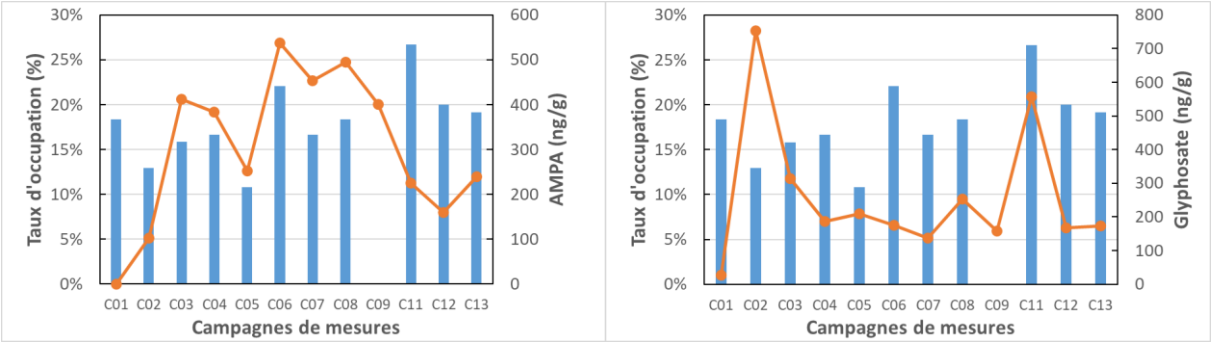


Figure 19 : Variation conjointe du taux d'occupation et de la concentration en AMPA et en glyphosate dans les poussières de l'école REc

3.1.2 Concentrations en pesticides et caractéristiques des logements

Les résultats en termes de concentrations de pesticides dans les logements sont confrontés aux caractéristiques et usages recueillis dans les questionnaires. Compte tenu du faible nombre d'environnements étudiés et du nombre restreint de campagnes réalisées au cours de l'année, l'approche restera exclusivement qualitative.

Les 6 logements étudiés partagent les mêmes caractéristiques en termes de typologie (maisons), de système de ventilation (naturelle par fenêtres à persiennes) et de revêtement de sol dans les pièces instrumentées. Les 3 logements ruraux ont le même type de culture à proximité (bananes et canne à sucre), avec le logement RL2 qui dispose également de cultures maraîchères dans ses environs.

Dans les usages courants durant l'année, le logement RL2 se distingue par l'utilisation de spray antimoustique à base de perméthrine, de tétraméthrine et de PBO, et plus spécifiquement lors de la campagne C11. Or, le logement RL2 se distingue justement par un pic de perméthrine et de PBO dans l'air durant la campagne C11 (mi-septembre). Le logement rapporte également l'usage d'un produit anti-fourmis à base de cyperméthrine durant la campagne C2

Le logement RL3 est également marqué par un pic de perméthrine et de PBO dans l'air sur la fin du mois de juin (campagne C9), qui correspond à l'usage d'un produit insecticide de marque Baygon sans autre spécifications.

Deux foyers déclarent avoir des animaux domestiques : UL3 (chat) et RL2 (chien et perruches). La présence d'animaux domestiques peut s'accompagner d'usage de produits vétérinaires antipuces ou anti-tiques à base entre autres de fipronil ou d'imidaclopride par exemple. La concentration de fipronil dans l'air n'est, par contre, pas plus importante, dans ces deux logements.

Les écarts entre les concentrations dans l'air des 3 logements urbains sont en général relativement faibles à quelques exceptions près. Le logement UL2 présente les niveaux de dichloran les plus élevés pour toutes les campagnes. Ce logement se distingue aussi par sa fréquence de nettoyage par aspiration plus élevée que pour les autres logements.

Ces premières observations soulignent que l'usage de produits pesticides dans le logement semble bien se répercuter sur la concentration en pesticides dans l'air. Les usages extérieurs sont, en revanche, moins répertoriés ainsi que les substances actives associées.

La présence de pesticides dans les poussières est plus marquée que dans l'air et pour l'ensemble des logements. On retrouve la présence marquée de perméthrine et de PBO dans les logements RL2 et RL3. La présence en concentration élevée de cyperméthrine et glyphosate dans le logement RL3 durant la campagne C3 pourrait coïncider avec un épandage à proximité observé sur la même période. Le logement UL3 est marqué par une concentration importante d'imidaclopride dans les poussières (près de 50 ng/g en moyenne) possiblement lié à la présence d'un chat. La concentration en fipronil dans les poussières est plus élevée dans les logements RL1 et UL1 (636 et 893 ng/g respectivement), mais ces logements n'ont pas déclaré d'animaux domestiques.

En termes d'autres activités, la fréquence d'aération par ouverture de fenêtres, le nettoyage des sols par aspirateur ou le nettoyage humide des sols sont celles qui varient le plus d'un logement à l'autre. Les autres activités n'interviennent qu'une ou deux fois dans un seul logement. Les croisements de ces fréquences avec les concentrations en pesticides peuvent être réalisés. Par exemple, le croisement de la fréquence d'ouverture de fenêtres avec la concentration en pendiméthaline ou en lindane dans l'air semble indiquer, pour le logement RL3, une tendance à une concentration plus élevée dans l'air pour une ouverture des fenêtres peu fréquente (Figure 20). Le nombre limité d'occurrences et les autres données disponibles comme les usages déclarés invitent toutefois à la prudence quant à l'interprétation de ces croisements.

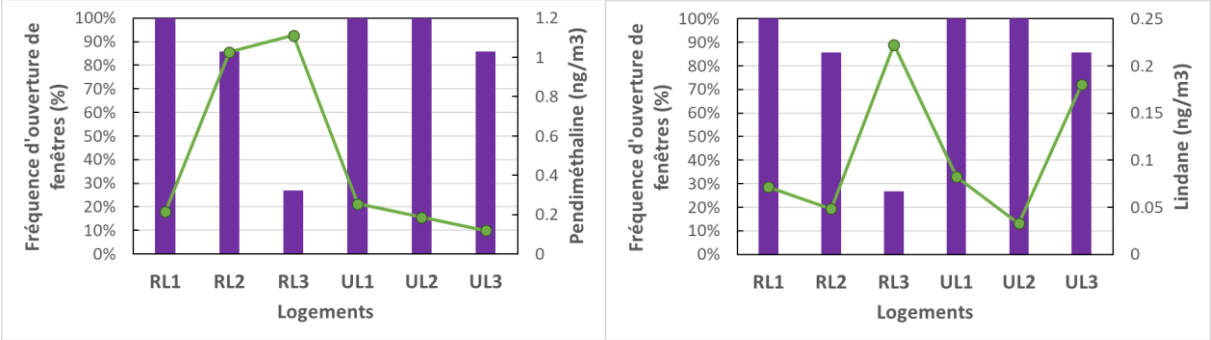


Figure 20 : Concentration moyenne en pendiméthaline et lindane dans l'air en fonction de la fréquence moyenne d'ouverture de fenêtres dans les logements

Des démarches similaires permettent de croiser la fréquence de nettoyage des sols par aspiration avec la concentration des pesticides dans les poussières. Par exemple, le glyphosate et la cyperméthrine sont en concentration élevée dans les poussières du logement RL3 où le nettoyage des sols par aspiration est moins fréquent (Figure 21). De même, la concentration en propiconazole dans les poussières semble faible dans le foyer UL2 qui nettoie ses sols de façon humide plus souvent que les autres, à l'inverse du dichloran (Figure 22). L'interprétation de ces croisements est très délicate au regard du peu de logements concernés et de la multiplicité des facteurs qui peuvent varier de manière conjointe.

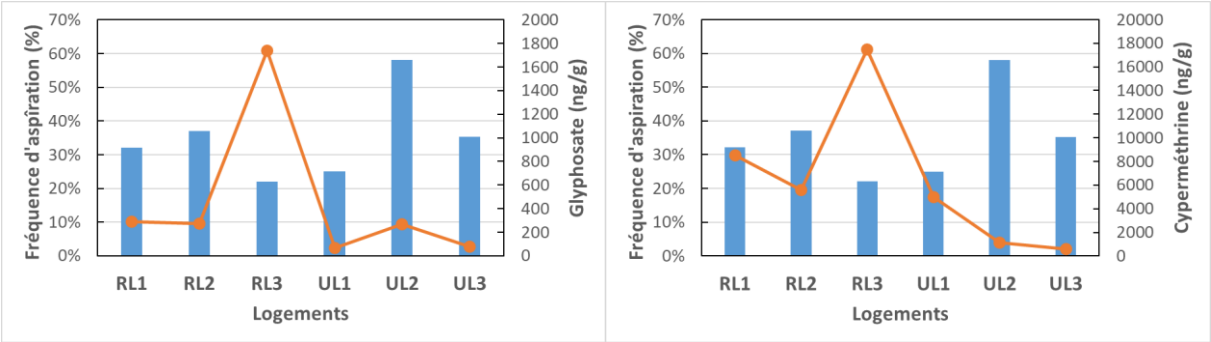


Figure 21 : Concentration moyenne en glyphosate et cyperméthrine dans les poussières en fonction de la fréquence moyenne de nettoyage des sols par aspiration

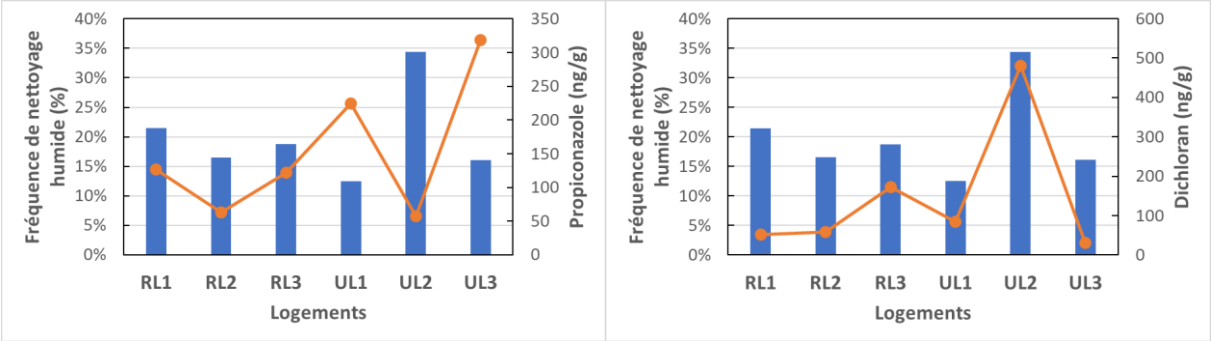


Figure 22 : Concentration moyenne en propiconazole et dichloran dans les poussières en fonction de la fréquence moyenne de nettoyage humide des sols

En termes d'occupation moyenne des logements, le taux de présence moyen dans le logement varie entre 83 % et 89 % sauf pour le logement RL3 où il n'est que de 50 %. Il est difficile d'établir une association des concentrations en pesticides au regard de cette variable qui varie finalement assez peu entre les logements et même entre les campagnes d'un même logement.

L'étude de la variation au sein d'un même logement est limitée par le faible nombre de campagnes réalisées (4). Un risque important existe que les covariations observées puissent être liées à d'autres phénomènes que celui étudié sur le moment. Par exemple, le suivi de la concentration en perméthrine dans les poussières pourrait être associée à la fréquence d'utilisation de l'aspirateur sur la semaine pour les logements RL1 et UL2 (Figure 23). Mais, cette interprétation peut être trompeuse tant d'autres facteurs interviennent durant les différentes campagnes.

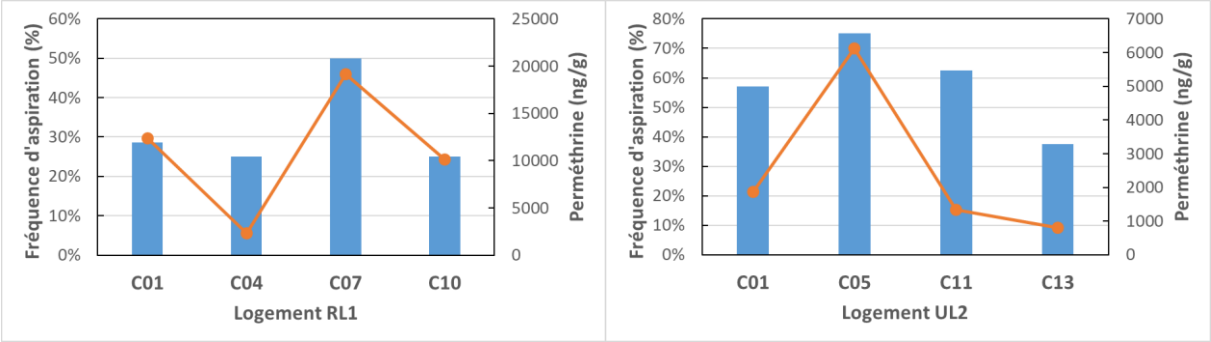


Figure 23 : Suivi de la concentration en perméthrine dans les poussières pour le logement RL1 et UL2 en lien avec la variation de la fréquence de nettoyage du sol par aspirateur au cours des campagnes

L'exploitation des questionnaires est limitée par l'effectif très faible des logements et des écoles étudiés dans PestiMar. Les quelques associations observées ne sont qu'indicatives et peuvent cacher d'autres facteurs ou phénomènes qui varient de manière conjointe. Cette covariation est d'autant plus renforcée avec le faible effectif. Néanmoins, le recueil de ces informations était nécessaire d'un point de vue descriptif pour donner corps aux environnements étudiés et les activités des occupants. Et surtout, ces informations montrent que des usages de produits pesticides à l'intérieur du domicile avec des substances actives bien identifiées sont associés à des concentrations élevées de ces mêmes substances dans l'air. Cette association même si elle reste indicative pointe le fait que l'impact de l'usage intérieur de ces produits ne peut être écarté. De ce fait, certaines substances comme la perméthrine, la cyperméthrine et le PBO pourraient être plus liées à la contribution de sources intérieures qu'à des sources extérieures, même si une contribution chiffrée est impossible à établir à ce stade.

Il pourrait être intéressant dans de futures études de collecter ces informations avec de nouvelles mesures en Martinique, pour alimenter une métabase de données. Les exploitations de cette métabase de données gagneraient en puissance statistique pour rechercher des liens et quantifier les différentes contributions.

3.2 Comparaison avec les données en France Hexagonale

Dans le cadre de la campagne nationale sur la qualité de l'air dans les logements menés en France hexagonale continentale entre novembre 2020 et février 2023 (CNL2, Ramalho et al., 2025a[3]) et plus spécifiquement du volet PestiLoge financé par la phytopharmacovigilance, la concentration en pesticides a

[3] Ramalho O., Dassonville C., Grégoire A., et al. (2025). Campagne Nationale Logements 2 : Etat de la qualité de l'air dans les logements en France métropolitaine (novembre 2020 – février 2023). Partie 1 : COV, COSV, NO2 et Radon. Rapport final OQEI, SC-QEI-2025-109, juin 2025, 308 pages. (https://doi.org/10.82199/oqei-cnl2-9xa1-n126)

été mesurée dans l'air et les poussières des logements (Ramalho et al., 2025b [4]et 2025c[5]). Les mesures réalisées dans 571 logements avec des techniques de prélèvements et d'analyse similaires ont été exprimées à l'échelle des 30 millions de résidence principale de la France hexagonale continentale. Il est intéressant de comparer les résultats observés dans les 6 logements étudiés dans PestiMar (même si elles ne sont pas représentatives du parc de logements en Martinique) par rapport aux données de l'hexagone.

Sur les 81 pesticides recherchés dans l'air des logements en France hexagonale, 27 sont communs avec l'étude PestiMar. Les limites de détection (LD) et de quantification (LQ) peuvent varier entre les deux études. De ce fait, seuls sont retenus pour la comparaison, les 8 pesticides avec une LD proches (variant d'un rapport compris entre 0,3 et 1,4 entre les deux campagnes) et détectées au moins 20 % du temps dans PestiMar. Seules les données de PestiMar relatives aux 6 logements instrumentés sont prisés en compte en tenant compte de l'ensemble des prélèvements (soit 24 mesures). Pour les comparaisons des concentrations médianes, seuls les pesticides avec une fréquence de détection supérieure à 50 % ont été retenus dans au moins une des deux études (soit 5 pesticides).

La Figure 24 compare les fréquences de détection et de quantification observées dans les logements de PestiMar par rapport à l'étude Pestiloge en France hexagonale pour 8 pesticides avec LD comparables. La pendiméthaline, le dichloran et le propiconazole sont plus souvent détectés dans les logements de PestiMar par rapport à ceux de l'hexagone. Ces observations sont à ce stade des tendances qui nécessitent d'être confirmées par d'autres études.

[4] Ramalho O., Dassonville C., Grégoire A., et al. (2025). PestiLoge - Mesure des pesticides dans l'air et les poussières dans le cadre de la campagne nationale logements 2 – Volet Air. Rapport final SC-QEI-2025-038, mars 2025, 137 pages. (https://doi.org/10.82199/oqei-cnl2-m4qp-jp07)

[5] Ramalho O., Dassonville C., Grégoire A., et al. (2025). PestiLoge - Mesure des pesticides dans l'air et les poussières dans le cadre de la campagne nationale logements 2. Volet poussières. Programme d'études et de recherche de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur. Rapport final SC-QEI-2025-039, Mars 2025, 142 pages. (https://doi.org/10.82199/oqei-cnl2-e3d0-0j97)

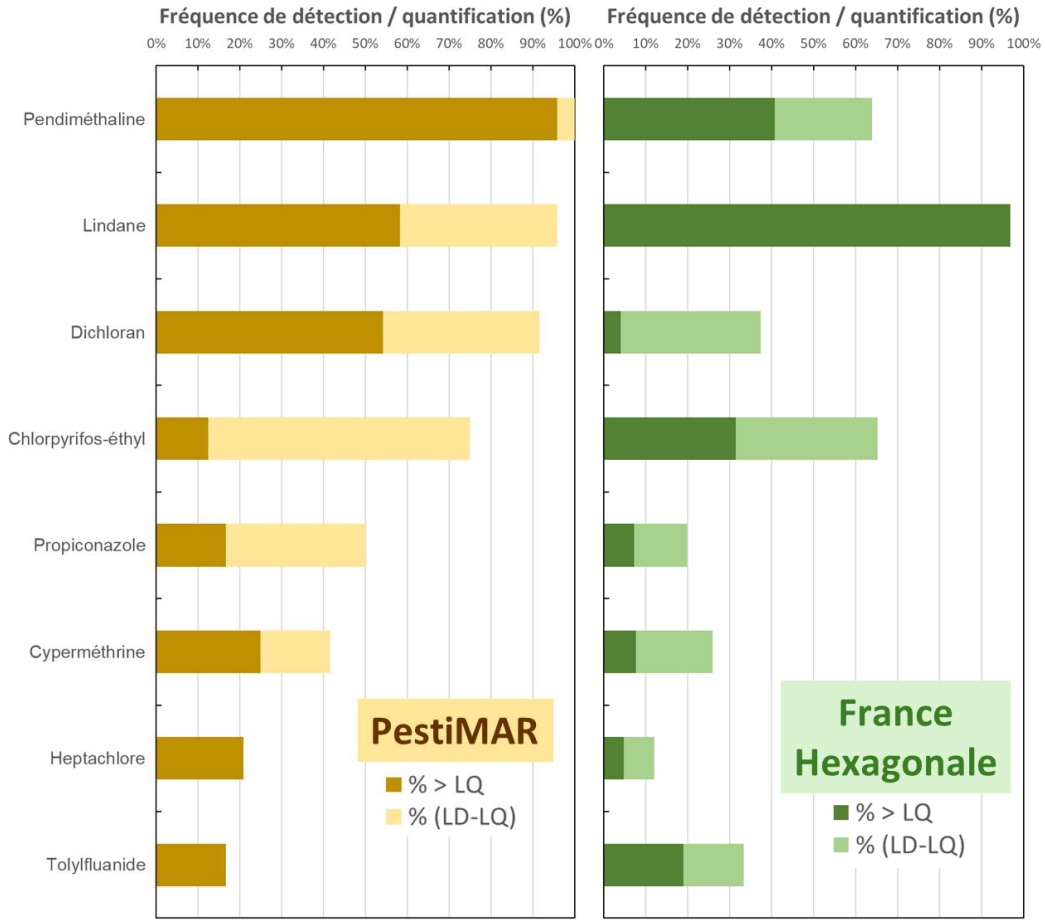


Figure 24 : Comparaison de la fréquence de détection et de quantification des 8 pesticides les plus souvent détectés dans l'air des logements entre PestiMar et la France hexagonale.

En termes de concentrations, la Figure 25 permet de visualiser la concentration médiane observée entre les deux études et au regard de la LQ de chacune des études pour les 5 pesticides avec une fréquence de détection d'au moins 50 %. La pendiméthaline présente une concentration médiane de 0,19 ng/m^3 dans les logements de PestiMar et supérieure à celle observée en France hexagonale (< 0,06 ng/m^3). Le dichloran affiche une concentration médiane de 0,07 ng/m^3 dans PestiMar légèrement supérieure à celle estimée en France hexagonale où il reste peu détecté (~0,02 ng/m^3). Une autre différence importante concerne le lindane avec cette fois-ci une concentration médiane nettement plus faible dans les logements de PestiMar (0,08 ng/m^3) par rapport à ce qui est observé dans l'hexagone (0,93 ng/m^3). Ces comparaisons restent limitées par le faible effectif de logements de l'étude PestiMar. Ces tendances doivent être confirmées par de futures études.

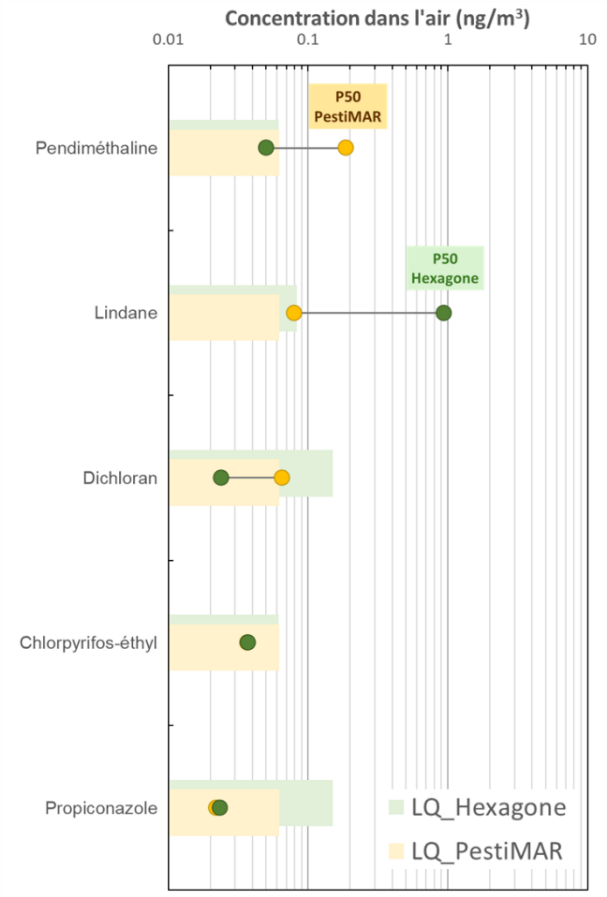


Figure 25 : Comparaison de la concentration médiane des 5 pesticides détectés le plus souvent dans l'air des logements entre PestiMar et la France hexagonale (étude PestiLoge/CNL2)

Une démarche de comparaison similaire a été menée sur les concentrations observées dans les poussières. Les 13 pesticides communs quantifiés au moins 50 % du temps dans PestiMar ont été retenus pour la comparaison (Figure 26). Les LD et LQ sont identiques entre les deux études. De nombreux pesticides sont détectés systématiquement dans les poussières des logements autant en Martinique que dans l'hexagone. Les différences mettent en avant des pesticides plus souvent détectés en Martinique et concernent le PBO, le métolachlore et le fluopyram. La pendiméthaline peu quantifiée dans les poussières montre toute de même une fréquence de détection un peu plus élevée dans PestiMar (59 % contre 44 %). Ce qui confirme la tendance observée dans l'air.

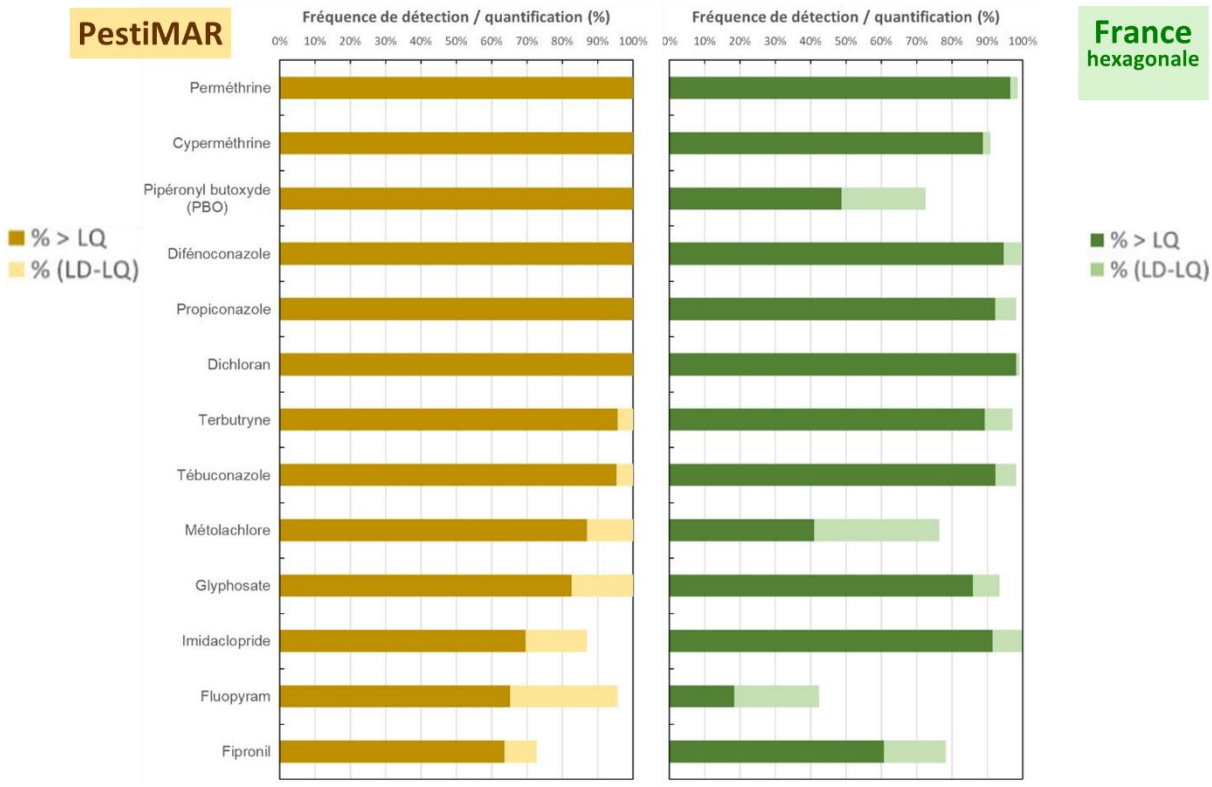


Figure 26 : Comparaison de la fréquence de détection des 13 pesticides quantifiés le plus souvent dans les poussières des logements entre PestiMar et la France hexagonale.

En termes de concentrations, les logements étudiés dans PestiMar présentent une concentration médiane de plusieurs ordres de grandeur plus élevés pour le difénoconazole (98 contre 3 ng/g), la terbutryne (279 par rapport à 3 ng/g) et la cyperméthrine (2270 contre 150 ng/g) (Figure 27). D'autres différences sont observées avec des concentrations médianes plus élevées dans PestiMar pour la perméthrine (4011 contre 1078 ng/g) et le PBO (528 pour 113 ng/g). Des écarts plus faibles sont également observés pour le métolachlore et fipronil. Seul l'imidaclopride présente une concentration médiane un peu plus élevée dans les logements de l'hexagone par rapport à ceux de PestiMar (4 par rapport à 17 ng/g). Pour la pendiméthaline, les écarts sont jugés faibles mais difficiles à établir (< LQ dans PestiMar et < LD dans l'hexagone). Le lindane confirme la tendance observée dans l'air (< 5 dans PestiMar par rapport à 17 ng/g dans l'hexagone).

Au regard du faible effectif de logements étudiés dans PestiMar, l'ensemble de ces comparaisons ne sont que des tendances qu'il est nécessaire de confirmer par d'autres études menées dans les environnements intérieurs en Martinique. La campagne PestiLoge menée dans l'hexagone ne mesure qu'une seule fois les concentrations en pesticides sur une semaine quelle que soit la saison, là où dans PestiMar quatre interventions sont réalisées au cours de l'année. Cette différence méthodologique peut jouer sur la comparaison des résultats. Ces tendances par ailleurs pointent des niveaux possiblement plus élevés en Martinique. Une étude plus approfondie des usages entre Martinique et hexagone devrait être menée pour chercher à comprendre ces différences.

En l'absence de données nationales sur les concentrations en pesticides dans les écoles, la comparaison des résultats dans les deux écoles de PestiMar n'a pas pu être menée avec l'hexagone.

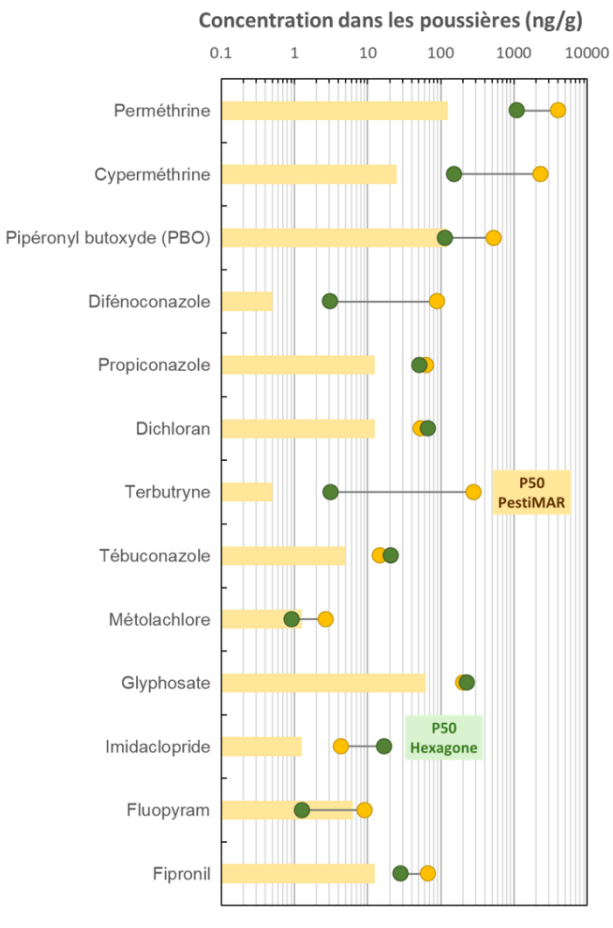


Figure 27 : Comparaison de la concentration médiane des 13 pesticides quantifiés le plus souvent dans les poussières des logements entre PestiMar et la France hexagonale.

Sur la base des données du projet PestiMar, un travail de hiérarchisation a été effectué pour identifier les substances d'intérêts en santé publique. Cette méthode de travail repose sur une analyse croisée des données (cf. Figure 28). La hiérarchisation a été établie à partir des données de contamination des pesticides et de données toxicologiques. Le processus de sélection combine 2 approches complémentaires reposant sur deux critères identifiés pour chaque molécule détectée dans le projet PestiMar (FD>0%).

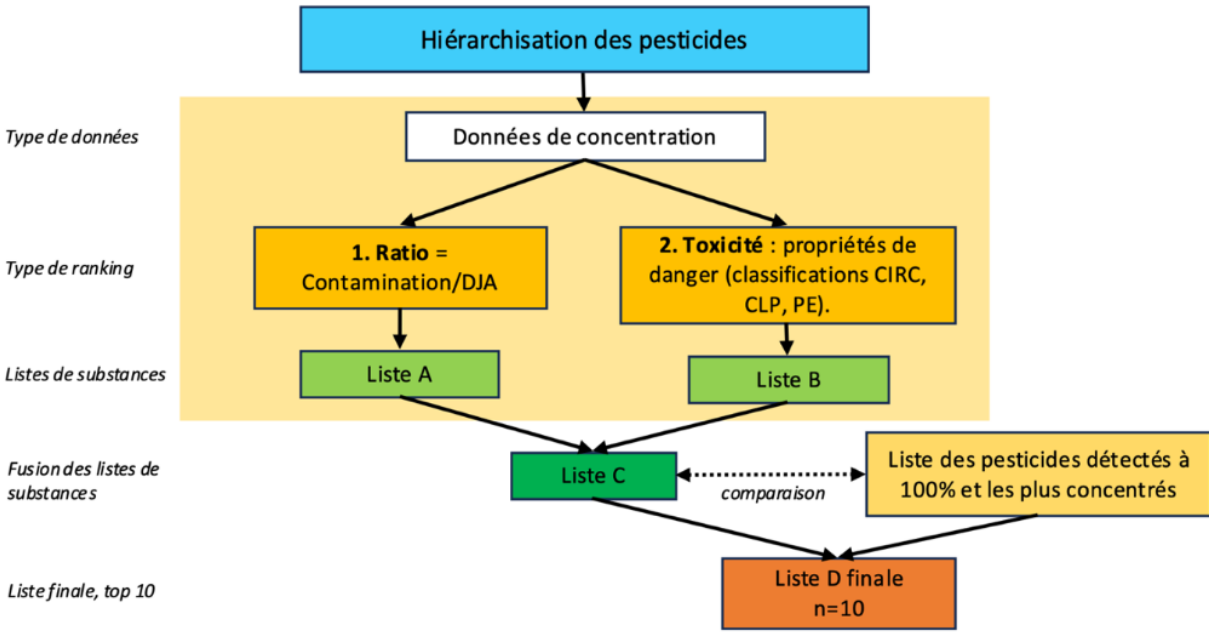


Figure 28 : Démarche d'identification des pesticides prioritaires dans l'étude PestiMar *(CIRC : Centre International de recherche sur le cancer, CLP : règlement européen de classification, étiquetage et emballage ; PE : perturbateurs endocriniens)*

Le premier critère est basé sur le ratio des 95ème centiles (P95) des concentrations (air et poussières) sur la valeur toxicologique de référence de chaque pesticide (dose journalière admissible, DJA). Ce ratio s'étendait de 0 à 10 000 000, aussi 5 groupes ont été identifiés des ratios les moins importants aux plus importants (Tableau 18).

Tableau 18 : catégorisation des pesticides en fonction du ratio des niveaux de contamination (P95) sur les Valeurs Toxicologiques de Référence (DJA), représentant un proxy du risque

Groupe hiérarchisés	Nombre de points attribués	Ratio P95 contamination / DJA
Groupe 1	1 point	0 - 100
Groupe 2	2 points	101 – 10 000
Groupe 3	3 points	10 001 – 100 000
Groupe 4	4 points	100 001 – 1 000 000
Groupe 5	5 points	1 000 001 – 10 000 000

Le second critère est basé sur les classifications de danger les plus pénalisantes pour chaque substance au titre de plusieurs sources de données : 1) l'existence d'une mention de danger relative à la classification européenne au titre du règlement CLP, 2) les preuves de cancérogénicité : catégorie « C » au titre du règlement CLP et classification du CIRC, 3) les preuves d'une mutagénicité : catégorie « M » au titre au règlement CLP, 4) les preuves d'une reprotoxicité (fertilité et/ou développement) : catégorie « R » au titre du règlement CLP, 5) les indications d'une perturbation endocrinienne : la liste européenne EDList et la base de données DEDUCT ont été utilisées. Ici également les pesticides ont été groupés par niveau allant de 1 à 5 en fonction du nombre de critères toxicologiques remplis : mention de danger, cancérogéniticité, mutagénicité, reprotoxicité, perturbation endocrinienne (Tableau 19). La méthodologie de l'Anses a été retenue pour identifier ces critères (Anses, 2020).

Tableau 19 : catégorisation des pesticides en fonction du nombre de critères toxicologiques remplis

Groupe hiérarchisés	Nombre de points attribués	Nombre de critères toxicologiques remplis parmi : CIRC, CLP et PE
Groupe 1	1 point	1
Groupe 2	2 points	2
Groupe 3	3 points	3
Groupe 4	4 points	4
Groupe 5	5 points	5

Les pesticides ont ensuite été présentés selon les fréquences de détection (Rapport de Lotus Delavareille, Master 2 Mention Santé Publique, Parcours METEORE, Rennes, septembre 2025). Les résultats sont présentés en Annexe 13 (*Annexe 13 :* Hiérarchisation des pesticides en termes de santé publique

Annexe Figure 6 a,b,c,d).

Les listes obtenues pour chaque critère (listes A et B de la Figure 28) ont ensuite été fusionnées en une liste commune (liste C). Cela a permis de conduire à la priorisation de 10 substances d'intérêt : **lindane, pendiméthaline, dichloran, perméthrine, cyperméthrine, pypéronyl butoxyde, glyphosate (et AMPA), difénoconazole, propiconazole et terbutryne**. Le Tableau 20 reprend ces pesticides et la justification de leur caractère prioritaire en santé publique.

Tableau 20 : liste des 10 pesticides priorisés et raisons relatives au ratio Contamination/VTR, aux dangers (classement toxicité) et aux fréquences de détection (air et poussières) dans le projet PestiMar

	AIR			POUSSIERES		
	Score ratio Cair/DJA	Score classement toxicité	FD Air	Score ratio Cpous/DJA	Score classement toxicité	FD Poussière
Lindane	2	3	80 – 99 %	2	3	20 – 39 %
Pendiméthaline	1	3	100 %	2	3	60 – 79 %
Dichloran	1	1	80 – 99 %	3	1	100 %
Perméthrine	2	2	20 – 39 %	4	2	100 %
Cyperméthrine	2	1	40 – 59 %	5	1	100 %
Pipéronylbutoxyde	2	1	0 – 19 %	3	1	100 %
Glyphosate (et AMPA)	ND	ND	ND	2	2	100 %
Difénoconazole	ND	ND	ND	3	3	100 %
Propiconazole	1	3	40 – 59 %	3	3	100 %
Terbutryne	ND	ND	ND	3	1	100 %

4 Recommandations

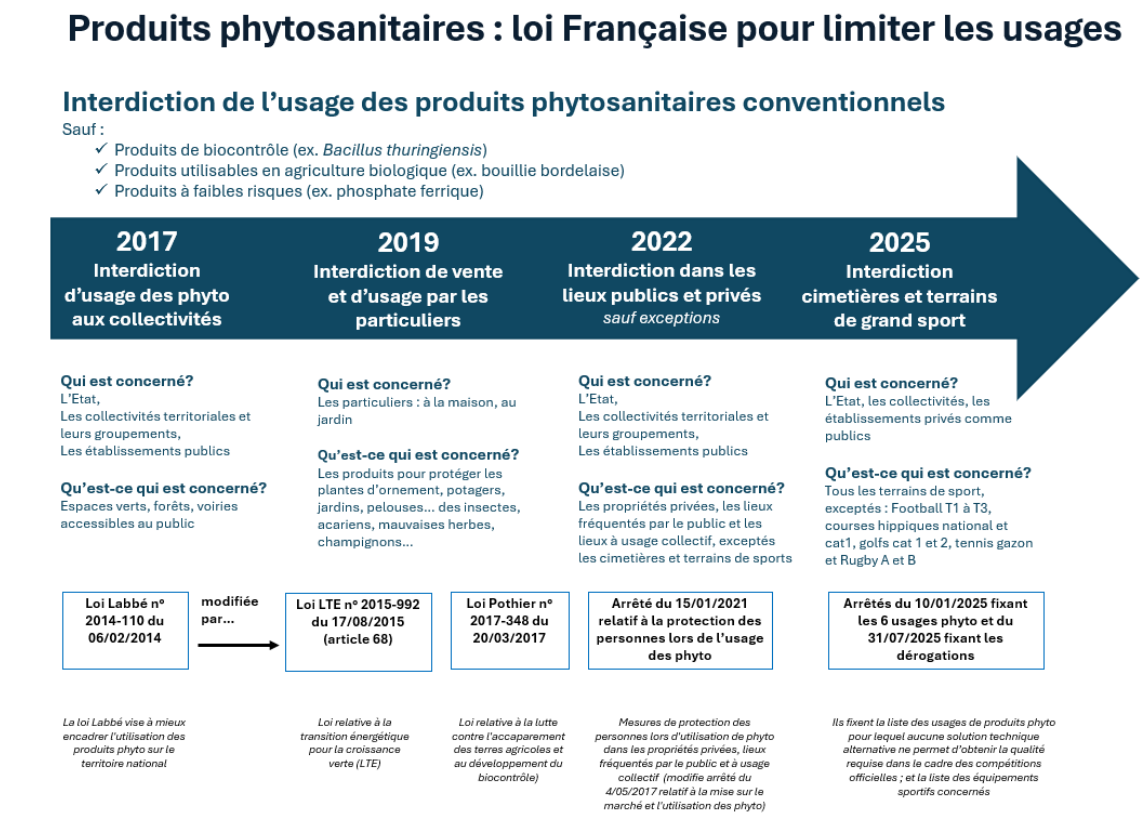
Les résultats du projet PestiMar ont permis d'élaborer des fiches de sensibilisations a destination des différents publics : particuliers, établissement recevant du public (école) (CF FASCICULES en partie 5). Ces recommandations peuvent être résumées, pour les particuliers, en 10 gestes permettant de réduire les expositions :

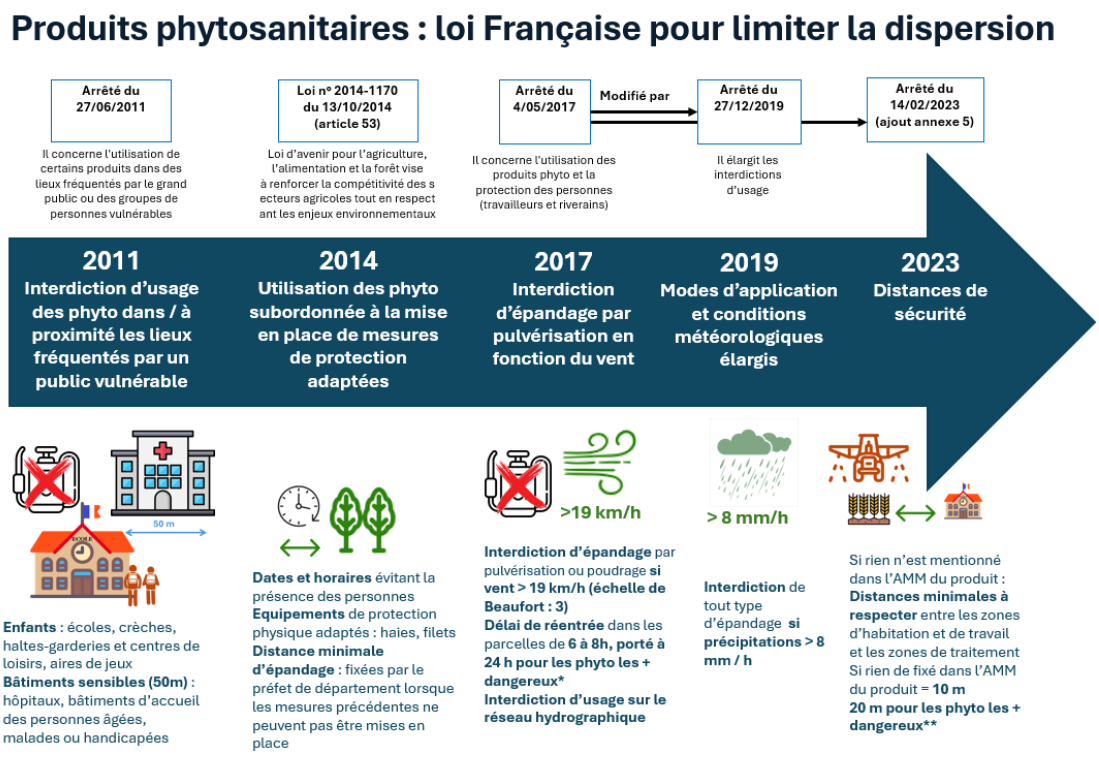
- Aérer 20 min matin et soir (même avec la climatisation ;
- Préférer le balayage humide avec une serpillère au balayage à sec qui remet en suspension les poussières plutôt que de les supprimer ;
- Utiliser un aspirateur avec filtre HEPA (filtre à haute efficacité) lors du ménage ;
- Laver fréquemment les textiles (rideaux, draps, tapis, peluches…) ;
- Retirer les chaussures en rentrant chez soi pour limiter l'apport de poussières extérieures ;
- Limiter l'usage d'insecticides en privilégiant les moustiquaires non traitées, les pièges physiques, ou ventilateurs ;
- Nettoyer les systèmes de ventilateurs et climatisation qui accumulent la poussière ;
- Ranger les produits chimiques en dehors des pièces de vie ;
- Se laver les mains et laver les mains des enfants plusieurs fois par jour ;
- Nettoyer fréquemment les jouets et surface basse

Elles peuvent être résumées, pour les écoles, en bonnes pratiques suivantes :

- Adapter le nettoyage (balai/serpillère humide et aspirateur filtre HEPA) ;
- Préférer les surfaces facilement lavables et limiter les textiles difficiles à nettoyer ;
- Aérer quotidiennement, au moins 20 min matin et après-midi, en profitant des récréations si possibles ;
- Vérifier le fonctionnement et entretenir les systèmes de ventilation : filtres de climatisation, bouches d'extraction…
- Encadrer l'usage des insecticides (pas de pulvérisation en présence des occupants, solutions de protection physique, entretien des extérieurs, réaliser les traitements pendant les vacances scolaires ;
- Renforcer la prévention : former les agents d'entretien aux bonnes pratiques, sensibiliser les équipes éducatives.

Par ailleurs, le projet a aussi mis en avant un besoin de mieux communiquer sur la règlementation existante en France, et qui s'applique en Martinique. Cette règlementation encadre à la fois la limitation des usages des produits phytosanitaires en France, et la limitation de la dispersion lorsque les usages sont encore autorisés. Elle a beaucoup évolué entre 2010 et 2025 : aussi une infographie simplifiée est présentée en Figure 29.





**H315, H318 ou H319, H317, H334, H340, H341, H350 et H350i, H351, H360F, H360D, H360FD, H360Fd H360Df, H361f, H361d, H361fd ou H362 ; ** H300, H310, H330, H331, H334, H340, H350, H350i, H360, H360F, H360D, H360FD, H360Fd H360Df, H370, H372 et perturbateurs endocriniens*

Figure 29 : infographie représentant la loi Française encadrant les usages et la dispersion des produits phytosanitaires dans les collectivités, à proximité des bâtiments sensibles, etc.

5 Production scientifique et sensibilisation du grand public

5.1 Article scientifique consacré à la chlordécone dans les poussières martiniquaises

Journal of Hazardous Materials 495 (2025) 138809

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Hazardous Materials

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhazmat

Determination of chlordecone in indoor dust by GC/MS/MS and associated human exposure in the French West Indies

Marie Dufresne [a,*], Gaëlle Raffy [a], Jean Guimberteau [b], Nathalie Bonvallot [a], Aurélien Lecorgne [a], Emilie Surget [a], Carole Boullanger [b], Luc Multigner [a], Olivier Ramalho [c], Philippe Glorennec [a], Barbara Le Bot [a]

[a] Univ Rennes, Inserm, EHESP, Irset (Institut de recherche en santé, environnement et travail) - UMR_S 1085, Rennes 35000, France
[b] Madininair, Air Quality Observatory of Martinique, Fort-de-France, Martinique 97200, France
[c] Scientific and technical Center for Building (CSTB), Health and Comfort Department, Marne-la-Vallée 77447, France

HIGHLIGHTS

- First analysis of chlordecone (CLD) in indoor dust using a novel GC/MS/MS method.
- Limit of detection of 8 ng/g and limit of quantification of 16 ng/g.
- Quantified CLD concentrations in dust samples ranged from 51 to 247 ng/g.
- Higher concentrations are found in rural areas than in urban areas.
- Indoor dust ingestion alone does not expose to a risk to human health (< 1,5% ADI).

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Keywords:
public health
indoor contamination
exposome
pesticide
chlordecone
household dust

ABSTRACT

Chlordecone (CLD) is an organochlorine pesticide with various toxicities, widely used from 1972 to 1993 in the French West Indies lands (FWI, Guadeloupe and Martinique). It can remain in environment leading to indoor contamination by pollutants coming from outside. Therefore, investigating indoor pollutants is necessary due to the potential indoor dust ingestion though hand-to-mouth contact, in particular for children. No chemical analytical method measures CLD in indoor dust and we propose to investigate its presence in this specific compartment, in Martinique. CLD was analyzed from dust samples taken from homes and schools (n = 47). We extracted CLD from dust with pressure liquid extraction (PLE) using a suitable mixture solvent of hexane and ethyl acetate (85:15). This was followed with gas chromatography coupled to tandem spectrometry (GC/MS/MS) analysis. A sampled mass of 25 mg was optimal for analysis. Concentrations of CLD in indoor dust varied from

Abbreviations: ASE, accelerated solvent extraction; CLD, chlordecone; ISTD, internal standard; LOD, limit of detection; LOQ, limit of quantification; TCNB, tetrachloronitrobenzene; GC/MS/MS, gaz chromatography coupled with tandem mass spectrometer.

* Correspondence to: 15 avenue du Prof. Léon Bernard CS 74312, Rennes 35043, France.
E-mail addresses: marie.dufresne@ehesp.fr (M. Dufresne), gaelle.raffy@ehesp.fr (G. Raffy), jean.guimberteau@madininair.fr (J. Guimberteau), nathalie.bonvallot@ehesp.fr (N. Bonvallot), aurelien.lecorgne@ehesp.fr (A. Lecorgne), emilie.surget@ehesp.fr (E. Surget), carole.boullanger@madininair.fr (C. Boullanger), luc.multigner@univ-rennes.fr (L. Multigner), olivier.ramalho@cstb.fr (O. Ramalho), philippe.glorennec@ehesp.fr (P. Glorennec), barbara.lebot@ehesp.fr (B. Le Bot).

https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.138809
Received 7 March 2025; Received in revised form 9 May 2025; Accepted 31 May 2025
Available online 4 June 2025
0304-3894/© 2025 Published by Elsevier B.V.

5.2 Article scientifique sur les pesticides dans les poussières martiniquaises

Cet article est soumis à Journal of Hazardous Materials. Les deux pages ci-dessous décrivent les auteurs, les points marquants, le résumé et le résumé graphique de l'article.

Title

Pesticides in indoor air and settled dust in Martinique: a pilot study

Author names and affiliations

Lotus de Lavareille[1], Gaëlle Raffy[1], Jean Guimberteau[2], Carole Boullanger[2], Loetitia Gamard[2], Aurélien Lecorgne[1], Camille Duguépéroux[1], Quentin Goyat[1], Luc Multigner[1], Philippe Glorennec[1], Nathalie Bonvallot[1], Olivier Ramalho[1] and Barbara Le Bot[1*]

[1]Univ Rennes, Inserm, EHESP, Irset (Institut de recherche en santé, environnement et travail) - UMR_S 1085, F-35000 Rennes, France
[2]Madininair, Air Quality Observatory of Martinique, Fort-de-France, Martinique 97200, France

e-mail address of each author

Lotus de Lavareille: lotus.de-lavareille@ehesp.fr
Gaëlle Raffy: gaelle.raffy@ehesp.fr
Jean Guimberteau: jean.guimberteau@madininair.fr
Carole Boullanger: carole.boullanger@madininair.fr
Loetitia Gamard: loetitia.gamard@madininair.fr
Aurélien Lecorgne: aurelien.lecorgne@ehesp.fr
Camille Duguépéroux: camille.dugueperoux@ehesp.fr
Quentin Goyat: quentin.goyat@ehesp.fr
Luc Multigner: luc.multigner@univ-rennes.fr
Philippe Glorennec: philippe.glorennec@ehesp.fr
Nathalie Bonvallot: nathalie.bonvallot@ehesp.fr
Olivier Ramalho: olivier.ramalho@cstb.fr
Barbara Le Bot: barbara.lebot@ehesp.fr

Corresponding author*

Barbara Le Bot
Phone number: +33 (0) 299022924
E-mail : barbara.lebot@ehesp.fr
Postal address: 15 avenue du Prof. Léon Bernard CS 74312 35043 RENNES Cedex, France

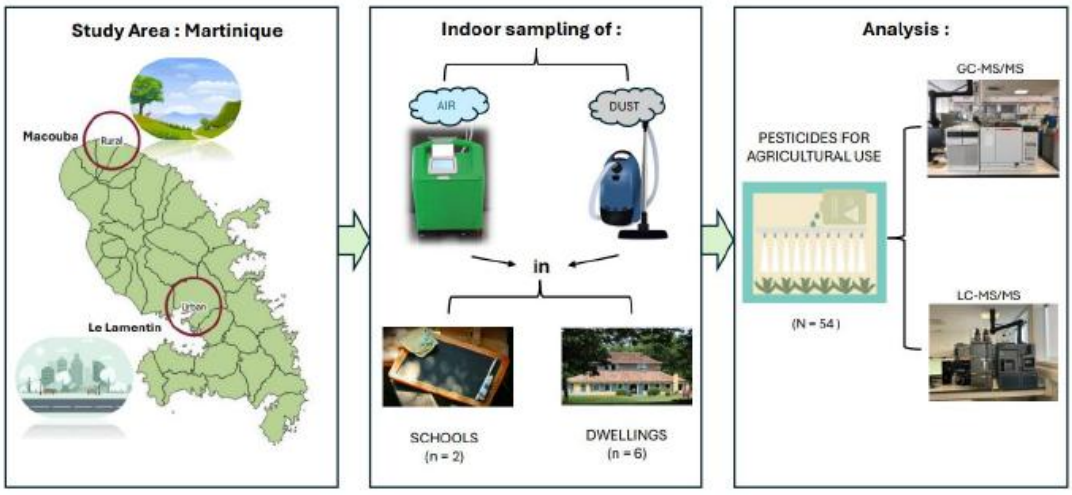
Highlights

- 54 pesticides studied in indoor dust and 30 in indoor air.
- Pendimethalin detected in all air samples from dwellings.
- Pendimethalin and lindane present at highest concentrations in indoor air.
- Cypermethrin, dicloran, difenoconazole, permethrin quantified in all dust samples.
- Permethrin and cypermethrin present at highest concentrations in settled dust.

Abstract

Previous studies have demonstrated the presence of pesticides in indoor environments (air and dust) and have shown that they can have adverse effects on human health via various pathways. Pesticide contamination is poorly documented in the French West Indies. The aim of this project is to assess the concentrations of agricultural pesticides in indoor air and settled dust within homes and schools in Martinique. Sampling was conducted from November 2022 to November 2023 at two schools and six dwellings evenly distributed between a rural area and an urban area. We analyzed 54 substances in dust, and the 30 most volatile in air, by gas chromatography coupled to tandem spectrometry and liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry. We detected 17 of these substances at least once in indoor air. Pendimethalin and lindane were detected in indoor air throughout the year, particularly in rural environments. Nine substances were detected in all dust samples from both schools and dwellings, including cypermethrin, dicloran, difenoconazole and permethrin, which were quantified in all samples from both types of environments. The substances with the highest median concentrations in dust were AMPA, cypermethrin, difenoconazole, glyphosate, piperonyl butoxide (PBO), permethrin, propiconazole and terbutryn (35 to 4,011 ng/g). This study provides the first-time preliminary results for indoor contamination with pesticides and its variation over a one-year period. These findings should be confirmed in studies encompassing a larger number of samples and sites in Martinique.

Graphical abstract



Keywords

Agricultural use; Schools; Dwellings; Indoor exposure; Public health.

5.3 Fascicule à destination des occupants des logements

Le fascicule ci-dessous est une version préliminaire de celle qui sera diffusé au public





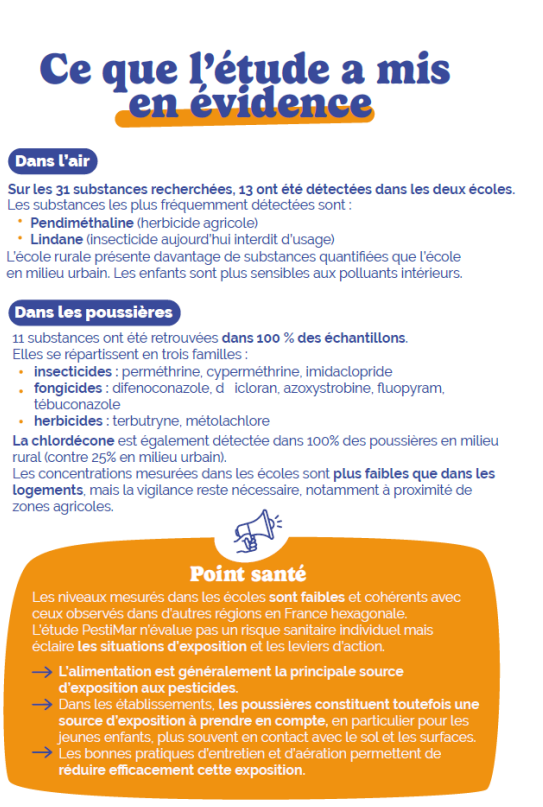


5.4 Fascicule à destination des établissements recevant un jeune public

Le fascicule ci-dessous est une version préliminaire de celle qui sera diffusé au public







Conclusion

L'intégralité de la campagne de prélèvement a été réalisé dans tous les logements et écoles selon le programme établi de novembre 2022 à novembre 2023. Pour les échantillons d'air, ce sont 24 échantillons d'air de logements et 24 échantillons d'air d'écoles, situés pour moitié en zone rurale et en zone urbaine, qui ont été analysés. Onze pesticides différents ont été quantifiés dans les logements, et uniquement 3 pesticides dans les écoles. Pour les poussières sédimentées, sur les 24 logements prélevés, seuls 22 échantillons ont pu être analysés, par manque de quantité de poussière. Dans les écoles, 24 échantillons de poussières ont été analysés, mais la filière d'analyse des COSV n'a pas été réalisé sur 2 écoles par manque de quantité de poussière. Quatorze pesticides ont été quantifiés dans les poussières de logements, et 23 pesticides dans les écoles. Au niveau des questionnaires, certaines substances comme la perméthrine, la cyperméthrine et le PBO pourraient être, plus liées à la contribution de sources intérieures, qu'à des sources extérieures, même si une contribution chiffrée est impossible à établir à ce stade.

La contamination en milieu rural semble plus forte qu'en milieu urbain. Le chlordécone a été quantifié pour la première fois, à notre connaissance, dans les poussières intérieures. Cette quantification varie de 51 à 247ng/g. Parmi les autres pesticides recherchés, dix molécules (Lindane, Pendiméthaline, Dichloran, Perméthrine, Cyperméthrine, Pipéronylbutoxyde, Glyphosate (et AMPA), Difénoconazole, Propiconazole et Terbutryne) sont identifiés comme prioritaire à suivre en termes de santé publique en environnement intérieur. Ces premiers résultats ont permis la rédaction de deux articles scientifiques, dont l'un est déjà publié dans un journal international (Dufresne et al., 2025) et l'autres en cours de révision.

L'une des principale limite de l'étude est la liste des pesticides qui est basée sur ceux déjà quantifiées dans les milieux environnementaux en Martinique, elle ne couvre pas l'ensemble des pesticides utilisées localement. Et au niveau de la concentration des pesticides dans l'air, et à ce jour, il n'existe pas de valeurs guide intérieure pour identifier un risque pour la population. Ces premiers résultats de concentration, issus de cette étude pilote, sont bien sûre à conforter par d'autres prélèvements et mesures. De même, il pourrait être intéressant dans de futures études de questionner à nouveau les usages de pesticides à l'intérieur ou à proximité des habitats, pour alimenter une métabase de données. Les exploitations de cette métabase de données gagneraient en puissance statistique pour rechercher des liens et quantifier les différentes contributions intérieur/extérieur. Au niveau sanitaire, dix molécules ont été identifiées préoccupantes, cela doit également être confirmé par des mesures d'air et de poussière dans un plus grand nombre d'habitat et école. Idéalement, il est souhaitable de coupler ce type d'étude avec une étude d'alimentation total spécifique aux Antilles afin de mettre en perspectives la contribution de ces expositions aux pesticides via l'air et les poussières vis à vis des expositions alimentaires.

Cette première documentation de la fréquence et des niveaux de concentration des substances phytosanitaires en environnement intérieur, en Martinique, a été présenté aux établissements recevant du public (ERP), services publics (ARS, DAF, DEAL, ADEME et OFB) par l'organisation de réunions de restitutions.

Au niveau prévention, des fascicules ont été réalisés par Madininair pour élargir la communication vers la population et les ERP. Cette sensibilisation du public, à ces expositions, participe à la réduction de l'utilisation de ces composés ou mettre en place les bons gestes pour diminuer les expositions en environnement intérieur.

Bibliographie

Anses. (2020a). Campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air ambiant : Premières interprétations sanitaires. https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2020SA0030Ra.pdf

ANSES. 2021. Etude Pesti'home Départements et régions d'outre-mer - Guadeloupe - Martinique - La Réunion- Rapport d'étude scientifique. [En ligne] 2021. https://www.anses.fr/fr/system/files/2019SA0163-Ra.pdf.

—. 2017. Présentation des différentes listes socles de substances actives identifiées comme hautement prioritaires pour une surveillance dans l'air ambiant. [En ligne] 2017. https://www.anses.fr/fr/system/files/Liste_substances_Martinique.pdf.

ARS. 2020. Résultats de l'enquête ARS concernant les pesticides dans l'eau du robinet. [En ligne] 2020. https://www.observatoire-eau-martinique.fr/actualites/739-resultats-de-l-enquete-ars-concernant-les-pesticides-dans-l-eau-du-robinet.

BRGM. 2019. Etude des relations pression-impact des masses d'eau souterraines de la Martinique. [En ligne] 2019. https://www.martinique.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/brgmrp-68630-fr_rapport_final.pdf.

Eaufrance. 2021. Ventes de pesticides par département - BNVD millésime 2021 (années 2013 à 2020). [En ligne] 2021. https://data.eaufrance.fr/jdd/bd45f801-45f7-4f8c-b128-a1af3ea2aa3e.

LCSQA. 2019. Résultats de la campagne nationale exploratoire de mesure des résidus de pesticides dans l'air ambiant (2018-2019). [En ligne] 2019. https://www.lcsqa.org/fr/rapport/resultats-de-la-campagne-nationale-exploratoire-de-mesure-des-residus-de-pesticides-dans.

Madininair. 2013. Evaluation des concentrations des produits phytosanitaires dans l'air ambiant. [En ligne] Juin 2013. https://www.madininair.fr/IMG/pdf/evaluation_phytosanitaire_air_ambiant_vf.pdf.

ODE. 2020. Suivi des produits phytopharmaceutiques dans les cours d'eau de martinique. [En ligne] 2020. https://www.observatoire-eau-martinique.fr/documents/ODE972-Rapport-pesticides--2019-VF.pdf.

Annexes

Annexe 1 : Substances retenues à partir de la BNVD (quantité > 100kg)

		Quantité vendue en Martinique (en kg)							
Substances	**CAS**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
2,4-d	94-75-7	4023	5545	5935	4711	4530	5223	5677	5854
2,4-MCPA	94-74-6	123							
Acide pelargonique (acide nonanoique)	112-05-0					259	596	825	520
Aclonifen	74070-46-5								120
Alcools terpeniques	98-55-5								136
Azoxystrobine	131860-33-8	455	475	370	287	270	340	394	347
Bacillus subtilis	68038-70-0	565	353	239	195	151	276	312	355
Benoxacor	98730-04-2	145	146	167	151	155	170	180	190
Cuivre du sulfate de cuivre	8011-63-0	526	217	588	488	550	583	459	402
Dicamba	1918-00-9						140		227
Difenoconazole	119446-68-3	4163	2341	2063	1891	1703	1468	1160	1889
Diméthoate	60-51-5	576	503						
Diquat	85-00-7	1036	1227	1062	512	494	659	599	
Fluazifop-P-butyl	79241-46-6	226	182	229	157	178		167	131
Fluopyram	658066-35-4				285	790	415	209	370
Fluroxypyr	69377-81-7		170	117			142	114	152
Fosétyl-aluminium	39148-24-8	166			279		180		
Fosthiazate	98886-44-3	2968	2474	2719	2077	1794	775	743	794
Glufosinate	77182-82-2	8419	8020	6464	4479	4158	1284		
Glutaraldehyde	111-30-8		107						
Glyphosate	1071-83-6	41759	33938	34638	34218	28540	27589	23994	22024
Goudrons de pin	8011-48-1	141	105	112				105	
Huile de colza	8002-13-9	113		408					
Huile de vaseline	8042-47-5			311	315	318	262	169	246
Huile minerale paraffinique	8012-95-1	129	156	146	172	140			625710
Imazalil	35554-44-0	816	849	602	435	335	377		
mancozebe	8018-01-7	1129	1014	1474	1169	915	655	1439	546
Manèbe	12427-38-2		210	128					
Mesotrione	104206-82-8	518	436	475	450	427	559	563	537
Metaldehyde	108-62-3	276	300	183	216	252	134		102
Métolachlore (dont S-Métolachlore)	87392-12-9	4249	3652	4254	3844	4121	5240	4902	4895
Metrafenone	220899-03-6		185						
Metribuzine	21087-64-9	115	525	207	216	166	171	475	527
Pendimethaline	40487-42-1	868	1424	2240	1942	2326	2752	2716	2602
Piclorame	1918-02-1	115							
Propiconazole	60207-90-1	1600	1055	1629	1550	1101	1219	1542	
Soufre pour pulverisation (micronise)	7704-34-9	1186	1067	1157	911	1185	499	1468	1338
Thiabendazole	148-79-8	368	301	560	468	252	267	586	441
Thiophanate-methyl	23564-05-8	234		137	134	151	201	204	
Triclopyr	55335-06-3	253	525	549	551	633	674	626	689
Trifloxystrobine	141517-21-7	625	306	407	323	442	244	161	241

Annexe 2 : Liste des pesticides non retenus et raison des exclusions

Substance	CAS	Raison de l'exclusion	Filière
zeta cyperméthrine	1315501-18-8	Isomère de la cyperméthrine	
1-(3,4-dichlorophenyl)-3-methyl-uree	3567-62-2	Développement Analytique	LC
2-hydroxy atrazine	2163-68-0	Développement Analytique	LC
3,4-dichlorophenyluree	2327-02-8	Développement Analytique	LC
Acétamipride	135410-20-7	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Abamectine	71751-41-2	Pas de filière analytique	
Arsenic du diméthylarsinate de sodium	124-65-2	Pas d'utilisation phytosanitaire	
alcools terpeniques	98-55-5	Mélange	
acide pelargonique (acide nonanoique)	112-05-0	Développement Analytique	GC
aclonifen	74070-46-5	Développement Analytique	GC
Aldicarbe sufoxyde	1646-87-3	Développement Analytique	APCI/LC
Aldicarbe sulfoné	1646-88-4	Développement Analytique	APCI/LC
Brodifacoum	56073-10-0	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Anthraquinone	84-65-1	Développement Analytique	GC
Atrazine	1912-24-9	Développement Analytique	LC
bacillus subtilis	68038-70-0	Bactérie	
Atrazine déséthyl	6190-65-4	Développement Analytique	LC
Chlorophacinone	3691-35-8	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Chrysanthemum cinérariaefolium	89997-63-7	Pas d'utilisation phytosanitaire	
benoxacor	98730-04-2	Développement Analytique	GC
Biphényle	92-52-4	Développement Analytique	GC
Bromacil	314-40-9	Développement Analytique	LC
Bromadiolone	28772-56-7	Pas de filière analytique	
Carbendazime	10605-21-7	Développement Analytique	LC
Cuivre	7440-50-8	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Chlordécol	1034-41-9	Développement Analytique	GC
Cyfluthrine	68359-37-5	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Cyphénothrine	39515-40-7	Pas d'utilisation phytosanitaire	
D-Alléthrine	584-79-2	Pas d'utilisation phytosanitaire	
DEET	134-62-3	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Diazinon	333-41-5	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Dichlorvos	62-73-7	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Difenacoum	56073-07-5	Pas d'utilisation phytosanitaire	
D-Phénothrine	188023-86-1	Pas d'utilisation phytosanitaire	
D-Tétraméthrine	1166-46-7	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Esbiothrine	84030-86-4	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Chlordécone 5b hydro	53308-47-7	Développement Analytique	GC

Substance	CAS	Raison de l'exclusion	Filière
Etofenprox	80844-07-1	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Géraniol	106-24-1	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Cuivre du sulfate de cuivre	8011-63-0	Développement Analytique	
Substance	CAS	Raison de l'exclusion	Filière
dicamba	1918-00-9	Pas de filière analytique	
Huile blanche parafinique	8012-95-1	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Huile végétale	68956-68-3	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Icaridine	119515-38-7	Pas d'utilisation phytosanitaire	
IPBC	55406-53-6	Pas d'utilisation phytosanitaire	
IR3535	52304-36-6	Pas d'utilisation phytosanitaire	
diquat	85-00-7	Développement Analytique	LC
Diuron	330-54-1	Développement Analytique	LC
Malathion	121-75-5	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Fenoxycarbe	72490-01-8	Développement Analytique	GC
Margousier (extraits)	84696-25-3	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Méthoprène	40596-69-8	Pas d'utilisation phytosanitaire	
goudrons de pin	8011-48-1	Mélange	
Fluazifop-P-butyl	79241-46-6	Développement Analytique	GC
PBO	1317-36-8	Pas d'utilisation phytosanitaire	
huile de vaseline	8042-47-5	Mélange	
huile minerale paraffinique	8012-95-1	Mélange	
P-menthane-3,8-diol	3564-98-5	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Pralléthrine	23031-36-9	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Formétanate	22259-30-9	Développement Analytique	LC
Pyrèthre	8003-34-7	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Pyréthrine	8003-34-7	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Fosthiazate	98886-44-3	Développement Analytique	LC
Pyréthrines et pyréthrinoïdes	8003-34-7	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Pyriproxifène	95737-68-1	Pas d'utilisation phytosanitaire	
glutaraldehyde	111-30-8	Développement Analytique	LC
Spinosad	168316-95-8	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Hexachlorocyclohexane alpha	319-84-6	Développement Analytique	GC
Sulfate de fer	7782-63-0	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Hexachlorocyclohexane beta	319-85-7	Développement Analytique	GC
Hexazinone	51235-04-2	Développement Analytique	GC
Sulfosate	81591-81-3	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Methanal = formaldéhyde	50-00-0	Aldéhydes	
Imazalil	35554-44-0	Développement Analytique	LC
Tétraméthrine	7696-12-0	Pas d'utilisation phytosanitaire	

Substance	CAS	Raison de l'exclusion	Filière
Iprodione	36734-19-7	Développement Analytique	LC
Isoxaben	82558-50-7	Développement Analytique	LC
Transfluthrine	118712-89-3	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Linuron	330-55-2	Développement Analytique	LC
mancozebe	8018-01-7	Pas de filière analytique	
Warfarine	81-81-2	Pas d'utilisation phytosanitaire	
Manèbe	12427-38-2	Pas de filière analytique	
mesotrione	104206-82-8	Développement Analytique	LC
Méthomyl	16752-77-5	Développement Analytique	LC
Métolachlor ESA	171118-09-5	Développement Analytique	LC
Métolachlore total	51218-45-2	Développement Analytique	LC
Monuron	150-68-5	Développement Analytique	LC
Pencycuron	66063-05-6	Développement Analytique	LC
Pentachlorophenol	87-86-5	Pas de filière analytique	
Piclorame	1918-02-1	Développement Analytique	LC
Propamocarbe hydrochloride	24579-73-5	Développement Analytique	LC
pymetrozine	123312-89-0	Développement Analytique	LC
Roténone	83-79-4	Pas de filière analytique	
Soufre pour pulvérisation	7704-34-9	Développement Analytique	
Terbuthylazine	5915-41-3	Développement Analytique	LC
Terbuthylazine hydroxy	66753-07-9	Développement Analytique	LC
thiabendazole	148-79-8	Développement Analytique	LC
thiophanate-methyl	23564-05-8	Développement Analytique	LC
Toxaphène	8001-35-2	Développement Analytique	IC/GC

Annexe 3 Données de toxicité sur les pesticides

Classement selon le Règlement européen CLP

CAS	NOM substance active	Classement toxicité règlement CLP (attention, molécule non autorisée = pas de classement)	Date du classement
309-00-2	Aldrine		
60-57-1	Dieldrine		
76-44-8	Heptachlore		
143-50-0	Chlordécone		
72-20-8	Endrine		
120068-37-3	Fipronil		
2385-85-5	Mirex		
57-74-9	Chlordane		
2921-88-2	Chlorpyriphos ethyl	H301,H400,H410	2008
60-51-5	Diméthoate		
58-89-9	Lindane		
52315-07-8	Cypermethrine	H302,H332,H335,H373,H400,H410	2021
62924-70-3	Flumétraline		
563-12-2	Ethion		
91465-08-6	Lambda-cyhalothrine	H301,H312,H330,H400,H410	2009
33629-47-9	Butralin		
34256-82-1	Acétochlore		
19666-30-9	Oxadiazon		
99-30-9	Diclorane		
52888-80-9	Prosulfocarbe	H302,H317,H411	2008
52918-63-5	Deltamethrine	H301,H331,H400,H410	2009
119446-68-3	Difenoconazole	H302,H319,H351,H400,H410	2021
658066-35-4	Fluopyram	H411	2016
21087-64-9	Metribuzine	H302,H400,H410	2009
82657-04-3	Bifenthrine		
1897-45-6	Chlorothalonil		
60168-88-9	Fénarimol		
67306-00-7	fenpropidine	H302,H315,H317,H318,H332,H335,H373,H400,H410	2014
108-62-3	metaldehyde	H228,H301,H361f,H412	2019
77182-82-2	Glufosinate		
88671-89-0	Myclobutanil	H302,H319,H361d,H411	2008
886-50-0	Terbutryne		
107534-96-3	tebuconazole	H302,H361d,H400,H410	2015
55335-06-3	Triclopyr	H302,H317,H319,H412	?
23103-98-2	Pyrimicarbe	H301,H317,H331,H351,H400,H410	2016
60207-90-1	Propiconazole		
110488-70-5	Diméthomorphe	H360f,H411	2021
19044-88-3	Oryzalin	H317,H351,H400,H410	2009
52645-53-1	Perméthrine		
23950-58-5	Propyzamide	H351,H400,H410	2008
138261-41-3	Imidaclopride	H301,H400,H410	2021
34014-18-1	Tebuthiuron		
87392-12-9	S-Metolachlore	H317,H400,H410	2008
731-27-1	Tolyfluanide		
141517-21-7	Trifloxystrobine	H317,H362,H400,H410	2021
40487-42-1	Pendimethaline	H317,H400,H410	2008
115-32-2	Dicofol		
131860-33-8	Azoxystrobine	H331,H400,H410	2020
51-03-6	Piperonyl butoxyde	H319,H335,H400,H410	?
94-75-7	2,4-d	H302,317,318,335, 412	2008
1071-83-6	Glyphosate	H318,H411	2008
69377-81-7	Fluroxypyr	H400,H410,H412	2008
1066-51-9	AMPA		
57837-19-1	Métalaxyl	H302,H318	2008

CLASSEMENT CODE H	CLASSEMENT MENTION DANGER
H220	Gaz extrêmement inflammable
H226	Liquides et vapeurs inflammables
H228	Matière solide inflammable
H260	Dégage, au contact de l'eau, des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément
H300	Mortel en cas d'ingestion
H301	Toxique en cas d'ingestion
H302	Nocif en cas d'ingestion
H304	Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires
H310	Mortel par contact cutané
H311	Toxique par contact cutané
H312	Nocif par contact cutané
H314	Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
H315	Provoque une irritation cutanée
H317	Peut provoquer une allergie cutanée
H318	Provoque des lésions oculaires graves
H319	Provoque une sévère irritation des yeux
H330	Mortel par inhalation
H331	Toxique par inhalation
H332	Nocif par inhalation
H335	Peut irriter les voies respiratoires
H336	Peut provoquer somnolence ou des vertiges
H341	Susceptible d'induire des anomalies génétiques
H350	Peut provoquer le cancer
H351	Susceptible de provoquer le cancer
H360D	Peut nuire au foetus
H360F	Peut nuire à la fertilité
H360FD	Peut nuire à la fertilité. Peut nuire au foetus
H361d	Susceptible de nuire au foetus
H361f	Susceptible de nuire à la fertilité
H361fd	Susceptible de nuire à la fertilité. Susceptible de nuire au foetus
H362	Peut être nocif pour les bébés nourris au lait maternel
H370	Risque avéré d'effets graves pour les organes
H372	Risque avéré d'effet graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée
H373	Risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée
H400	Très toxique pour les organismes aquatiques
H410	Très toxique pour les organismes aquatiques, entraine des effets néfastes à long terme
H411	Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme
H412	Nocif pour les organismes aquatiques, entraine des effets néfastes à long terme
H413	Peut être nocif à long terme pour les organismes aquatiques

Caractère de perturbateurs endocriniens

CAS	NOM SA	DJA ("potentiel toxique") / Source : openfoodtox, base de données Efsa, Europe (valeurs règlementaires pour les dossiers AMM). Si non trouvé, précision dans les commentaires	PE (base deduct) catégories (voir légende)	PE catégories Anses 2021
309-00-2	Aldrine	0,0001	PE IV	PE III
60-57-1	Dieldrine	0,0001	PE IV	PE III
76-44-8	Heptachlore	0,0001	PE III	PE II
143-50-0	Chlordécone	0,00017	PE II	PE III
72-20-8	Endrine	0,0002	abs.	PE II
120068-37-3	Fipronil	0,0002	PE III	PE II
2385-85-5	Mirex	0,0003	PE III	PE II
57-74-9	Chlordane	0,0005	abs.	PE I
2921-88-2	Chlorpyriphos ethyl	0,001	PE III	PE II
60-51-5	Diméthoate	0,001	abs.	PE II
58-89-9	Lindane	0,001	PE II	PE I
52315-07-8	Cypermethrine	0,0012	PE II	PE I
62924-70-3	Flumétraline	0,0015	abs.	abs.
563-12-2	Ethion	0,002	abs.	abs.
91465-08-6	Lambda-cyhalothrine	0,0025	PE IV	PE III
33629-47-9	Butralin	0,003	abs.	abs.
34256-82-1	Acétochlore	0,0036	PE II	PE II
19666-30-9	Oxadiazon	0,0036	abs.	PE III
99-30-9	Diclorane	0,005	abs.	abs.
52888-80-9	Prosulfocarbe	0,005	abs.	abs.
52918-63-5	Deltamethrine	0,01	PE III	PE II
119446-68-3	Difenoconazole	0,01	abs.	PE III
658066-35-4	Fluopyram	0,012	abs.	abs.
21087-64-9	Metribuzine	0,013	PE III	PE II
82657-04-3	Bifenthrine	0,015	abs.	PE II
1897-45-6	Chlorothalonil	0,015	PE III	PE II
60168-88-9	Fénarimol	0,02	PE II	PE I
67306-00-7	fenpropidine	0,02	abs.	abs.
108-62-3	metaldehyde	0,02	abs.	PE II
77182-82-2	Glufosinate	0,021	abs.	abs.
88671-89-0	Myclobutanil	0,025	PE III	PE II
886-50-0	Terbutryne	0,027	abs.	abs.
107534-96-3	tebuconazole	0,03	PE II	PE I
55335-06-3	Triclopyr	0,03	abs.	abs.
23103-98-2	Pyrimicarbe	0,035	abs.	abs.
60207-90-1	Propiconazole	0,04	PE II	PE I
110488-70-5	Diméthomorphe	0,05	abs.	PE II
19044-88-3	Oryzalin	0,05	abs.	PE II
52645-53-1	Perméthrine	0,05	PE III	PE II
23950-58-5	Propyzamide	0,05	abs.	PE I
138261-41-3	Imidaclopride	0,06	PE II	PE I ou 0
34014-18-1	Tebuthiuron	0,07	abs.	abs.
87392-12-9	S-Metolachlore	0,1	PE III	PE II
731-27-1	Tolyfluanide	0,1	PE III	PE II
141517-21-7	Trifloxystrobine	0,1	abs.	PE III
40487-42-1	Pendimethaline	0,125	PE III	PE II
115-32-2	Dicofol	0,15	PE IV	PE III
131860-33-8	Azoxystrobine	0,2	abs.	PE III
51-03-6	Piperonyl butoxyde	0,2	abs.	abs.
94-75-7	2,4-d	0,3	abs.	PE III
1071-83-6	Glyphosate	0,5	PE II	PE II
69377-81-7	Fluroxypyr	0,8	abs.	PE III
1066-51-9	AMPA	abs.	PE IV	abs.
57837-19-1	Métalaxyl	abs.	abs.	PE I

Légende PE (Perturbateurs Endocriniens)

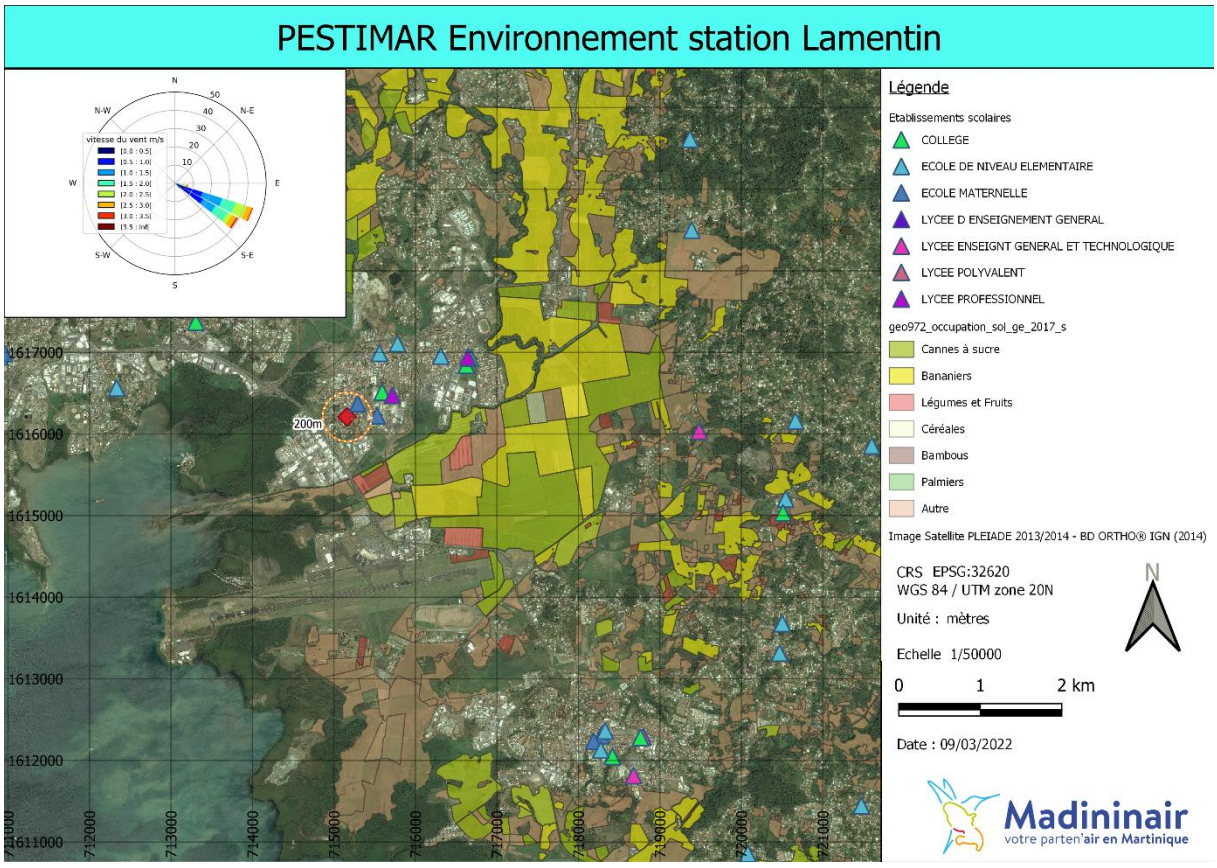
Base deduct, 2021 :
Category I: Supporting evidence from in vivo human experiments
Category II: Supporting evidence from in vivo rodent and in vitro human experiments but not from in vivo human experiments
Category III: Supporting evidence from only in vivo rodent experiments
Category IV: Supporting evidence from only in vitro human experiments

Liste Anses, 2021 :
Catégorie I, reprenant les catégories I et II de DEDuCT (2019) et la catégorie I de l'étude d'impact de la Commission (2016)
Catégorie II, reprenant les catégories III de DEDuCT (2019) et la catégorie II de l'étude d'impact de la Commission (2016)
Catégorie III, reprenant les catégories IV de DEDuCT (2019) et la catégorie III de l'étude d'impact de la Commission (2016)

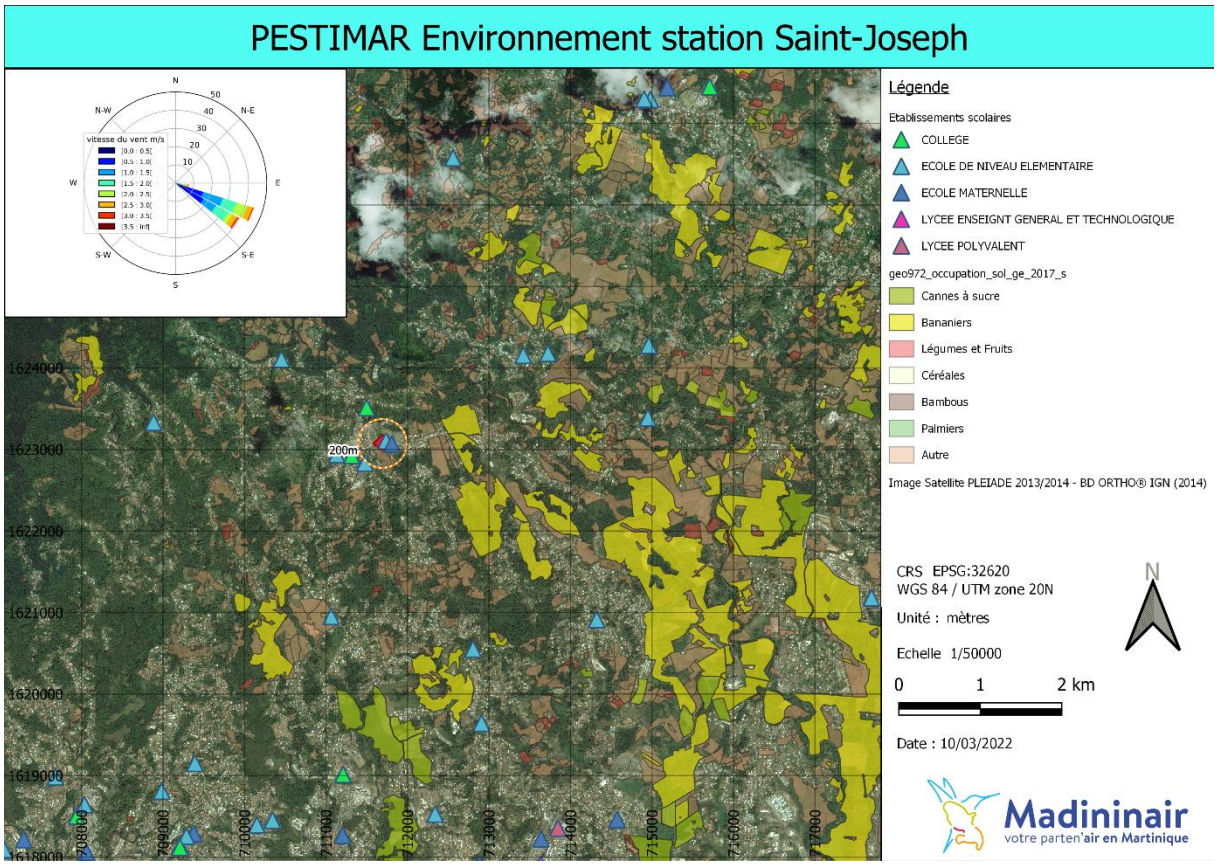
Catégorie de l'étude d'impact de la commission européenne :
Dans le cadre d'une étude d'impact des différentes options de définition d'un PE proposées par la commission européenne,
Un exercice d'identification de substances actives phytopharmaceutiques et biocides qui pourraient être identifiées comme PEs a eu lieu en 2016 (EU Impact Assessment, 2016).
Parmi les options analysées, l'option 3, basée sur la définition de l'OMS / IPCS, conduisait à identifier 197 substances actives, selon différentes catégories en fonction du poids des preuves différent :
Substances de catégorie I : PE confirmés lorsque des effets indésirables ont un lien plausible avec un ou des mode(s) d'action endocrinien disponibles ou, dans certains cas spécifiques, le schéma des effets indésirables peut être le diagnostic d'un mode d'action PE.
Substances de catégorie II : PE présumés lorsque des effets indésirables spécifiques indiquant une perturbation endocrinienne ont été identifiés sans preuves mécanistiques à l'appui, ou inversement des preuves mécanistiques in vivo sans preuves d'effets indésirables.
Substances de catégorie III identifiant les substances ayant une activité endocrine sans preuves in vivo.

Annexe 4 : Sélection des sites

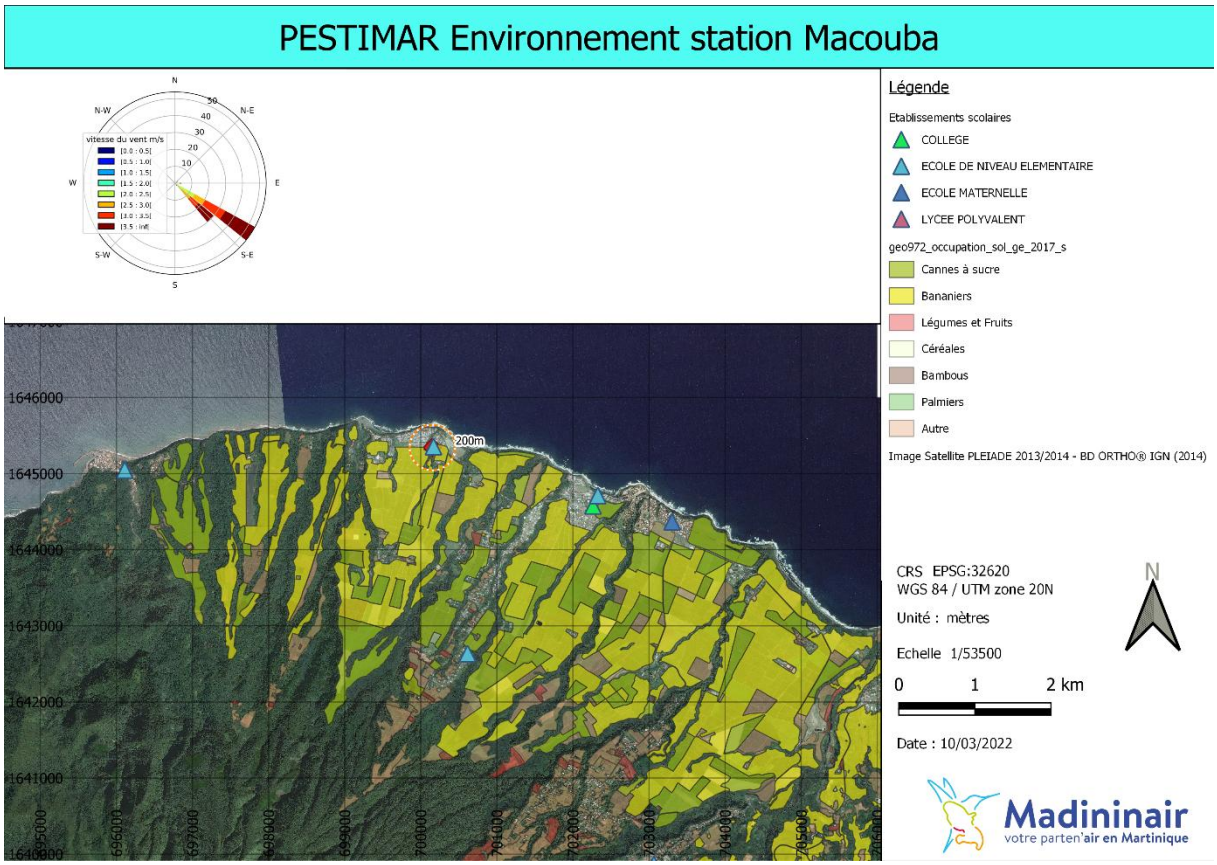
Description de la zone du Lamentin



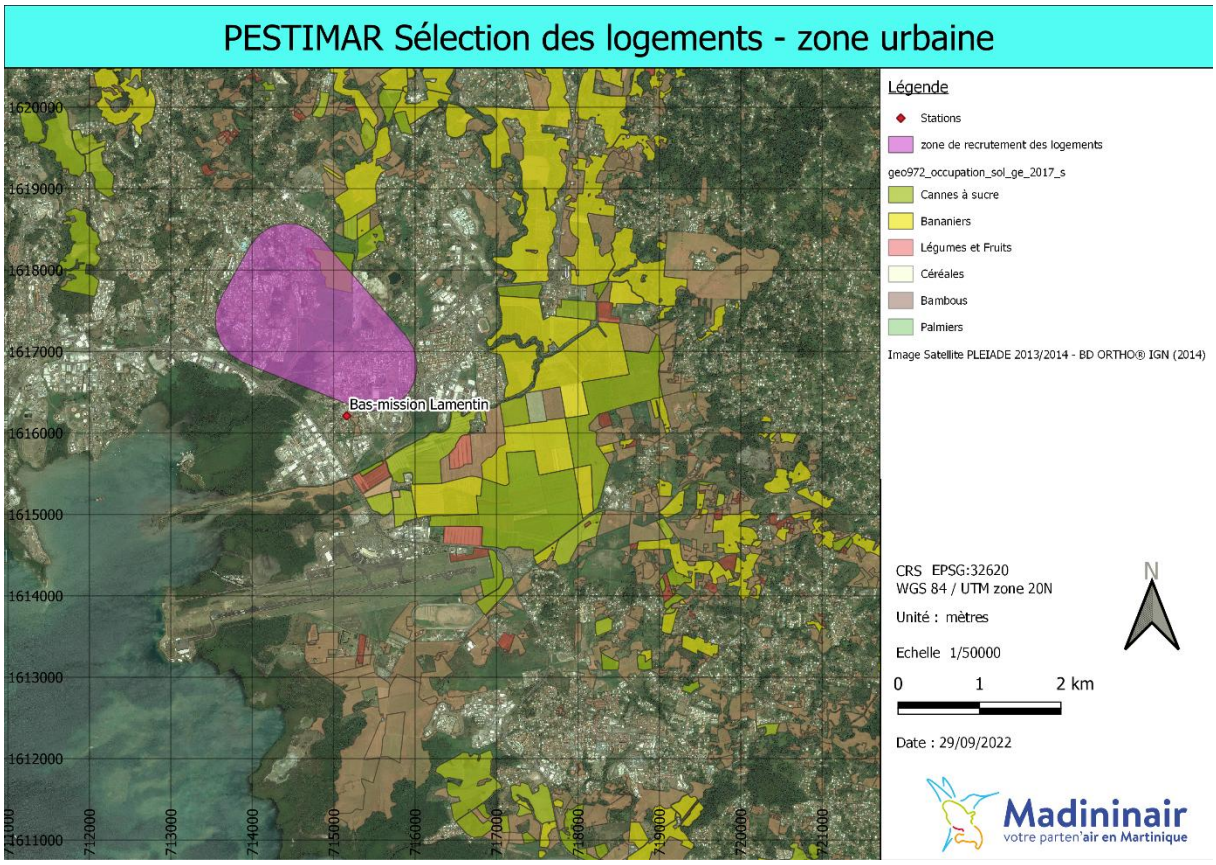
Description de la zone de Saint-Joseph



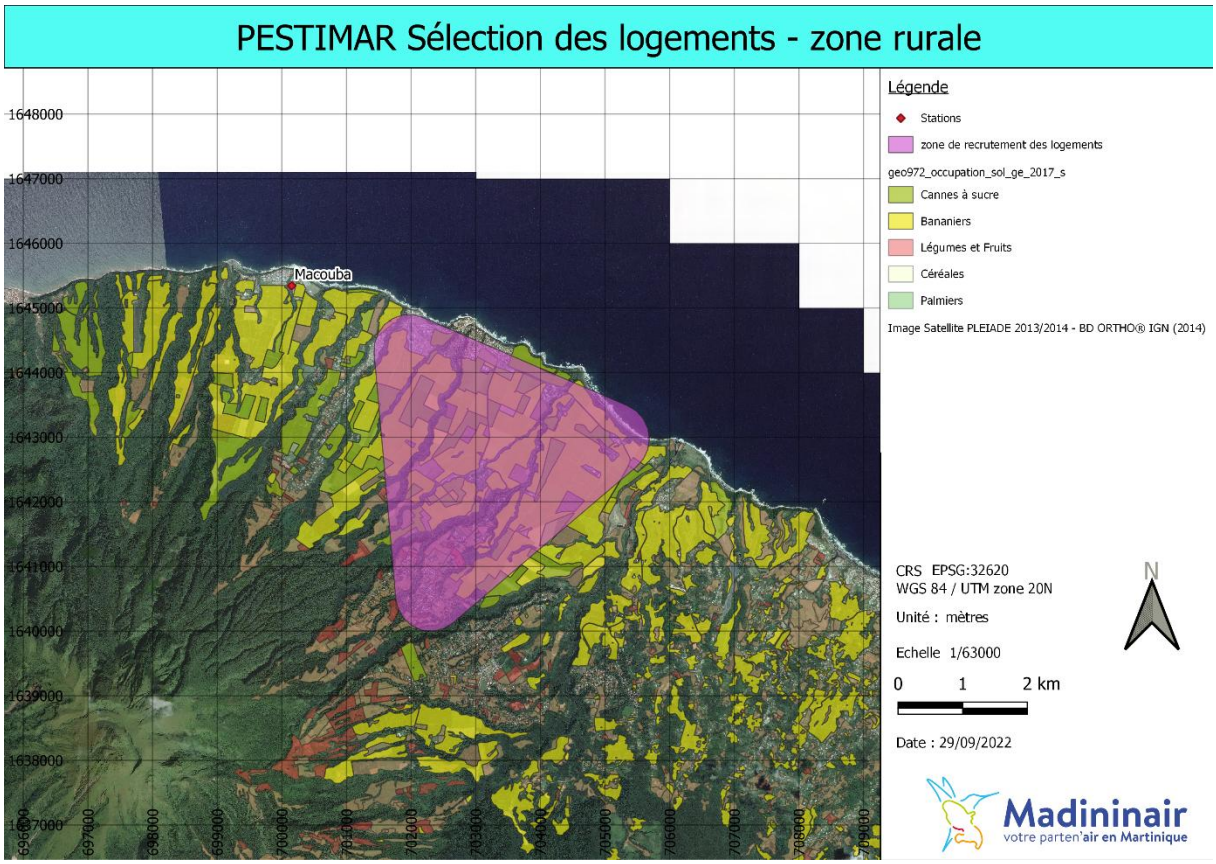
Description de la zone du Macouba



Choix des logements en zone urbaine



Choix des logements en zone rurale



Annexe 5 : Protocole de prélèvement

Préparation du matériel

Aspirateurs

Le projet dispose de 4 aspirateurs domestiques avec sac qui sont prêtés aux participants pour effectuer les prélèvements de poussière.

Un aspirateur est mis à disposition de chaque école pendant toute la durée de la campagne. Dans chaque zone, urbaine et rurale, un aspirateur dédié aux prélèvements dans les logements est prêté à tour de rôle dans les 3 logements sélectionnés afin de récolter les poussières dans les semaines qui précèdent la récupération des échantillons.

Dans les logements, après récupération de l'échantillon, l'aspirateur est nettoyé par l'enquêteur à l'aide d'une lingette microfibre humide pour nettoyer le bac d'aspiration, d'une brosse pour éliminer les dépôts sur le balai et d'un écouvillon microfibre pour éliminer les poussières résiduelles dans le manche et le tuyau.

Il est ensuite remis à disposition du logement dans lequel a lieu le prélèvement suivant (voir Annexe 5).

Chaque aspirateur sera prêté avec une rallonge électrique d'au moins 4m afin de faciliter leur usage.

Le jour de l'installation des pompes

L'installation a lieu successivement dans les écoles et les logements (sauf cas particulier des grandes vacances).

Il est nécessaire de prévoir pour chaque site de prélèvement :

- Une cartouche URG emballée dans de l'aluminium nettoyé et maintenue au frais, placée dans un sachet ziplock préalablement étiqueté ;
- Une pompe dont les batteries sont préalablement chargées, avec un mât télescopique équipé d'un support pour cartouche URG
- Un débitmètre TSI ou BIOS avec un embout adapté au diamètre de la cartouche URG ;
- Des gants de laboratoire pour les manipulations des cartouches ;
- Une rallonge multiprises avec interrupteur ;
- Un bac en plastique afin d'isoler le préleveur du sol et des risques de projections d'eau ;
- Des élastiques et des serflex pour maintenir la cartouches URG en place ;
- Une fiche de prélèvement à compléter (voir Annexe 8);
- Un semainier d'activité (voir Annexe 7);
- Un semainier d'occupation (un exemplaire par occupant dans les logements voir Annexe 7).
- Un appareil de mesure de la température et de l'humidité Class'Air qui mesures les paramètres de l'air pendant toute la durée du prélèvement. Il faut s'assurer que les batteries soient chargées.

La veille du prélèvement

L'opérateur s'assure que des pains de glace ont été placés au congélateur en nombre suffisant pour maintenir une température inférieure à 5°C dans la glacière qui sert au transport des échantillons depuis les sites de prélèvement jusqu'aux locaux de Madininair.

De plus, l'opérateur vérifie que les enregistreurs de température Trivia sont disponibles et préconfigurés.

Le jour du prélèvement

La récupération a lieu successivement dans les écoles et les logements (sauf cas particulier des grandes vacances).

Il est nécessaire de prévoir pour chaque site de prélèvement :

- Un débitmètre TSI ou BIOS avec un embout adapté au diamètre de la cartouche URG ;
- Des gants de laboratoire pour les manipulations des cartouches et des sacs d'aspirateur ;
- Des feuilles d'aluminium préalablement nettoyées à l'acétone puis placées dans un sachet zip ;
- Un grand sachet ziplock aluminisé prévu à cet effet et étiqueté pour recueillir le sac de poussière ;
- Du ruban adhésif ;
- Une glacière munie de pains de glace ;
- Un enregistreur de température Trivia, préalablement configuré, à placer dans la glacière ;
- Un sac neuf pour aspirateur ;
- Une brosse pour le nettoyage du balai d'aspirateur ;
- Un écouvillon microfibre pour le nettoyage du tuyau d'aspirateur ;
- Une lingette microfibre à humidifier à l'eau avec un spray pour le nettoyage du bac d'aspirateur ;
- Une fiche de prélèvement à compléter (voir Annexe 8).

Il est nécessaire de récupérer les questionnaires complétés auprès des participants.

Prélèvement des poussières

Durée de prélèvement des poussières

Le sac aspirateur devant contenir assez de poussière pour être analysé en laboratoire, il est convenu que les prélèvements s'effectuent sur une période de 3 à 4 semaines ou jusqu'à remplissage du sac pour les écoles et les logements. La fréquence d'utilisation de l'aspirateur doit correspondre à la fréquence habituelle de ménage dans les pièces étudiées avec un minimum d'une utilisation par semaine.

Dans les écoles, l'aspirateur est utilisé uniquement par le personnel en charge de l'entretien qui a été préalablement informé et a accepté de se conformer aux consignes de prélèvement.

Lieu d'aspiration

L'aspirateur doit être utilisé uniquement pour un usage classique d'aspiration des surfaces à l'intérieur des locaux. L'aspiration doit s'effectuer sur toute la surface au sol dans la pièce où se déroulera le prélèvement d'air.

Dans les logements il est possible d'étendre l'aspiration aux autres pièces de vie afin de récolter plus de poussière, il ne faut pas toutefois en faire l'usage à l'extérieur ou dans des endroits qui ne sont pas des pièces de vie (voiture, garage, cave, grenier, barbecue…).

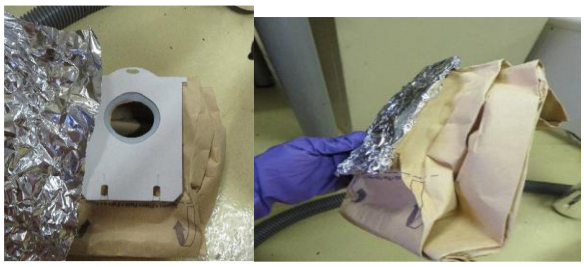
Dans les écoles, seule la salle de classe qui sert aux prélèvements d'air est nettoyée à l'aide de l'aspirateur.

Récupération des poussières

Afin de ne pas générer de gêne pour les occupants, la récupération des poussières s'effectue si possible en dehors des locaux.

Afin de ne pas générer de gêne pour les occupants, la récupération des poussières s'effectue si possible en dehors des locaux. Les étapes suivantes doivent être suivies :

- Apporter près de l'aspirateur le sachet aluminisé ziplock préalablement étiqueté, ainsi que qu'une feuille d'aluminium préalablement nettoyée à l'éthanol puis séchée.
- Mettre les gants nitrile.
- Ouvrir le compartiment à sac de l'aspirateur.
- Décrocher délicatement le sac de l'aspirateur de manière à ne pas perdre de la poussière.
- A l'aide de la feuille d'aluminium, couvrir l'entrée du sac de façon à la rendre la plus étanche possible, SANS METTRE D'ADHESIF.



Fermeture du sac

- Ouvrir le grand sachet ziplock étiqueté et y insérer le sac d'aspirateur à l'intérieur, bien au fond du sachet.
    - Plier ensuite le sachet ziplock, en deux, voire en quatre SANS FORCER, tout en chassant l'air progressivement, afin que le sac aspirateur se retrouve le plus emmailloté possible et que le sachet plastique prenne moins de place. Ne pas plier plus petit qu'une feuille A4.



Conditionnement de l'échantillon

- Bien refermer le sachet ziplock en faisant pression sur la fermeture.
- Ajouter un ou deux morceaux de scotch adhésif aluminium sur le sachet afin que les pliages effectués soient maintenus.
- Placer immédiatement le sachet ziplock dans la glacière.

Si l'aspirateur doit être déménagé sur un autre site pour le prochain prélèvement, l'opérateur utilise le matériel à sa disposition afin de nettoyer l'aspirateur et éliminer les poussières résiduelles. Le nettoyage s'effectue en dehors des logements, si possible en extérieur.

Prélèvement d'air

Durée de prélèvement d'air

La durée du prélèvement est de :

- 4 jours pour les écoles, du lundi matin au vendredi matin.
- 7 jours pour les logements, par défaut du vendredi matin au vendredi matin de la semaine suivante ou du lundi matin au lundi suivant.

Installation

L'emplacement des pompes pour chaque site a été validé conjointement par Madininair, l'EHESP et le CSTB afin qu'il soit à proximité d'une alimentation électrique et représentatif de l'exposition moyenne, si possible au centre de la pièce et à au moins un mètre de tout obstacle. L'emplacement des pompes est validé avec les occupants de la pièce, son acceptabilité étant une condition essentielle au bon déroulement des prélèvements sur la durée de la campagne. Pour les écoles, les salles occupées par les enfants les plus jeunes sont favorisées dans la mesure du possible.

Pour les 3 pompes prêtées par le CSTB, les étapes suivantes doivent être suivies :

- Placer les câbles d'alimentation aimantés de la pompe sur les batteries et les relier au secteur à l'aide de la multiprise.
- Allumer la pompe (en soulevant le clapet de l'écran) et vérifier les paramètres de dates et d'heure ainsi que le niveau des batteries.
- Déployer les trois niveaux du mât télescopique pour placer la cartouche URG à une hauteur d'environ 1m20, ce qui correspond approximativement à la hauteur des voies respiratoires chez une personne assise.

- Avec des gants, sortir l'URG de son sachet zip et retirer délicatement l'aluminium. Une fois retiré, replier l'aluminium en 4 vers l'intérieur et le replacer dans le sachet zip. Conserver le sachet zip dans le bac avec la pompe car il est réutilisé lors de la récupération.
- Retirer les bouchons rouges des extrémités de l'URG et les conserver dans le sachet zip de transport avec l'aluminium. Laisser le sachet dans l'espace de stockage derrière la pompe.
- Connecter l'URG au tuyau souple relié à la pompe : l'impacteur (embout large) doit se trouver côté atmosphère tandis que la mousse de polyuréthane (embout étroit) se trouve du côté pompe. L'URG doit être placée « tête en bas » sur le support métallique en tête du mât et maintenue par un élastique.
- Lancer un prélèvement programmé avec une consigne de débit de 4L/min et une durée de 7 jours dans les logements, 4 jours et demi dans les écoles.
- A noter que dans les écoles, lorsque l'installation a lieu le vendredi précédent la semaine de prélèvement, il faut programmer un allumage automatique de la pompe le lundi matin à 8h.
- Connecter le débitmètre à la cartouche URG en utilisant l'adaptateur souple et noter le débit mesuré 5 min après le lancement du prélèvement. Le débit mesuré doit être entre 3.8L/min et 4.2L/min, en dehors de cette plage, il convient de relancer le prélèvement en modifiant la consigne de débit pour obtenir le débit mesuré souhaité.
- Noter le code du prélèvement, la date, l'heure de démarrage du prélèvement, le numéro de la pompe et le débit mesuré sur la fiche de prélèvement.
- Retirer le débitmètre.
- Refermer le clapet sur l'écran d'affichage de la pompe.
- Poser le dispositif Class'Air à proximité de la pompe, lancer la mesure (Un appui long droite et 2 appuis longs gauche).et noter le numéro du Class'air, la température et l'hygrométrie sur la fiche de prélèvement.

Un capteur Class'Air est installé systématiquement à proximité de la pompe afin d'enregistrer la température et l'hygrométrie de la pièce pendant toute la durée du prélèvement.



Capteur de qualité de l'air Class'Air

Désinstallation

Les étapes suivantes s'appliquent lors de l'utilisation des pompes prêtées par le CSTB :

- Si le prélèvement est terminé, vérifier les paramètres affichés et valider ou invalider les mesures.
- Connecter le débitmètre à la cartouche URG en utilisant l'adaptateur souple et noter le débit mesuré (ne pas oublier de mettre le filtre en sortie du débitmètre).
- Relancer un prélèvement de 5min si le précédent est terminé.
- Noter le débit mesuré sur la fiche de prélèvement.
- Arrêter le prélèvement s'il n'est pas encore terminé, vérifier les paramètres affichés et valider les mesures sur la pompe.
- Relever la date et l'heure d'arrêt du prélèvement, ainsi que le volume théorique indiqué par la pompe sur la fiche de prélèvement.
- Eteindre la pompe et refermer le clapet sur l'écran
- Avec des gants, déconnecter la cartouche URG de la pompe ;
- Refermer les extrémités de la cartouche URG à l'aide des bouchons rouges laissés dans le sachet zip;
- Emballer l'URG dans le papier aluminium laissé dans le sachet zip qui a été prévu pour conditionner les cartouches et mettre la cartouche emballée dans le sachet zip;
- Placer immédiatement le sachet dans la glacière et indiquer la date et l'heure sur la fiche de prélèvement.
- Allumer l'enregistreur de température Trivia et le placer avec les échantillons dans la glacière.
- Noter la température et l'hygrométrie sur la fiche de prélèvement puis éteindre et récupérer le Class'Air (Un appui long droite et 2 appuis longs gauche).

Annexe 6 : Conservation transport et envoi des échantillons

Envoi des cartouches URG conditionnées

Les cartouches URG sont envoyées conditionnées par l'EHESP (nettoyage des PUF au dichlorométhane par extraction liquide sous pression, et du filtre de quartz par un passage au four à 550°C pendant 2 heures), et emballées dans de l'aluminium nettoyé au dichlorométhane, puis enfermées dans des sachets zip étiquetés. Ces mêmes sachets sont réutilisés pour renvoyer les cartouches.

Stockage et gestion des échantillons

- Pour les cartouches URG, réutiliser le sachet ziplock étiqueté qui a servi à l'envoi de la cartouche conditionnée.
- Pour les prélèvements de poussière, coller une pochette porte-document adhésive sur le sachet ziplock étiqueté.



Conservation de l'échantillon

- Imprimer la fiche de terrain et l'insérer dans le porte-document. Cela permet au laboratoire d'avoir les informations nécessaires directement sur l'échantillon à analyser et de rattacher le prélèvement de poussière à celui de la cartouche URG associée.



Etiquetage de l'échantillon

- Conserver les sachets ziplocks dans une glacière munie de pains de glace, jusqu'au retour à Madininair puis placer les échantillons à 5°C± 3°C dans un réfrigérateur jusqu'à l'expédition des

prélèvements. Le stockage au congélateur n'est pas recommandé, afin d'éviter des cycles de congélation/décongélation pouvant dégrader les pesticides dans les échantillons.

Envoi des échantillons

Tous les échantillons sont expédiés en une fois après chaque prélèvement mensuel dans une glacière munie de pains de glace et de capteur de température, le lundi suivant la dernière récupération. Le délai de réception au laboratoire ne doit pas dépasser 15 jours après le prélèvement.

- Placer les sachets de prélèvements de poussières avec ceux des cartouches URG dans une glacière de transport munie de pains de glace.



Glacière pour l'expédition des prélèvements

- Allumer puis placer un enregistreur de température protégé dans un sachet ziplock au milieu de la glacière.



Enregistreur de température multi-usage TRIVIA

- Caler le tout avec du papier bulles ou des chips de mousse.
- Emballer la glacière dans du film.
- Coller une pochette porte-document adhésive sur le colis et y insérer le bordereau d'envoi Chronopost à destination de l'EHESP avec une facture pro-forma mentionnant les produits transportés.

Annexe 7 : Questionnaires

Questionnaire descriptif des écoles



Questionnaire-Descriptif_Ecoles.pdf

Questionnaire descriptif des logements



Questionnaire-Descriptif_Logements.pd

Semainier activités des écoles



Semainier_ACTIVITES_Ecoles.pdf

Semainier activité des logements



Semainier_ACTIVITES_Logement_Semain



Semainier_ACTIVITES_Logement_Semain



Semainier_ACTIVITES_Logement_Semain

Semainier occupation des écoles



Semainier_OCCUPATION_Ecoles.pdf

Semainier occupation des logements



Semainier_OCCUPATION_Logement.pdf

Annexe 7 : Fiche de prélèvement



Fiche_de_preleveme
nt_PestiMar_modele

Annexe 9 : Réception, enregistrement, conservation et destruction des données

Echantillons

Pour les échantillons d'air, les pesticides collectés sur le PUF et le filtre en fibre de quartz sont extraits par extraction liquide sous pression dans un délai d'un mois maximum après leur réception au laboratoire. Le processus d'extraction conduit à la destruction de l'échantillon.

Les échantillons de poussière sont tamisés à 100 µm et stockés au congélateur (-20°C) jusqu'à l'étape de tamisage à 100 µm. La fraction granulométrique supérieure à 100 µm est détruite lors du tamisage. La fraction inférieure à 100 µm est conservée au congélateur à -20°C puis détruite à la fin effective du projet PestiMar, sur production d'un bon de destruction.

Questionnaires

Après chaque récupération d'échantillon, les questionnaires récoltés en format papier sont numérisés puis stockés dans une armoire sécurisée de Madininair.

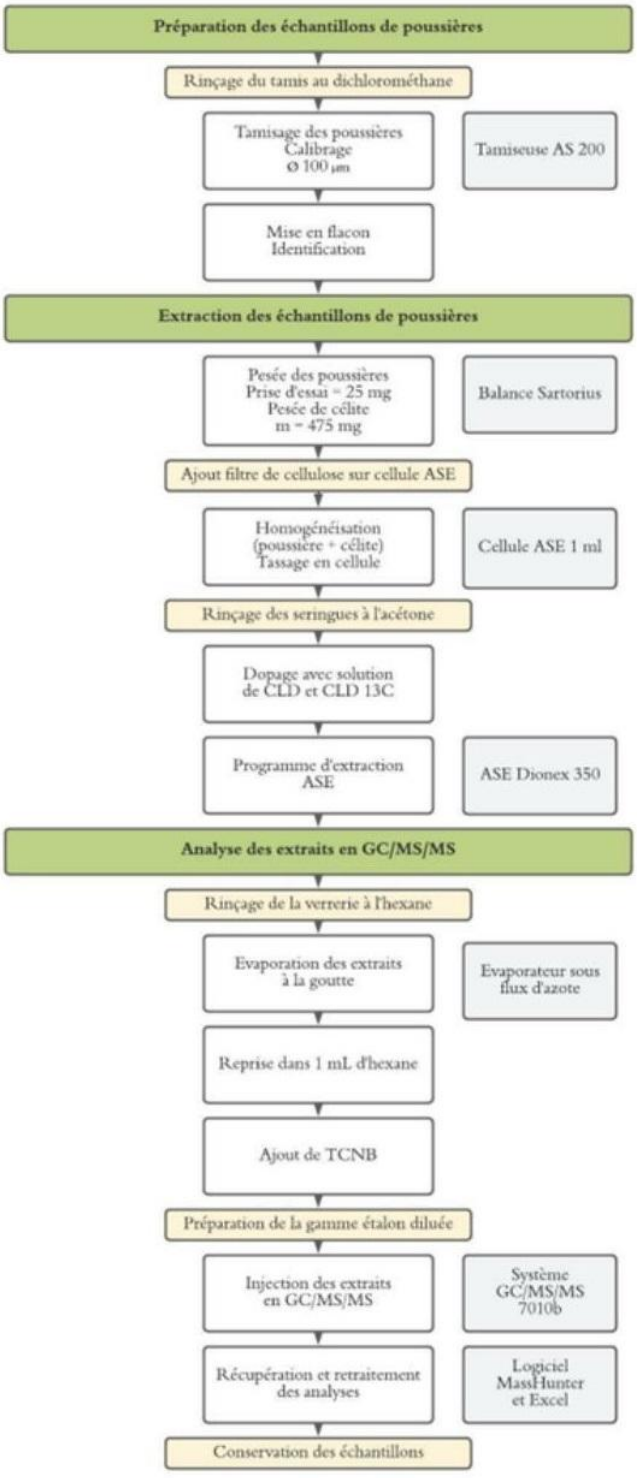
Les copies numérisées sont envoyées via File Sender ou TEAMS (uniquement pour la sécurité des données) à l'EHESP et au CSTB afin d'être traitées. Elles sont stockées sur les serveurs privés appartenant à chacun des partenaires.

Tous les questionnaires papier seront détruits 12 mois après que les questionnaires du dernier prélèvement de la campagne aient été remplis

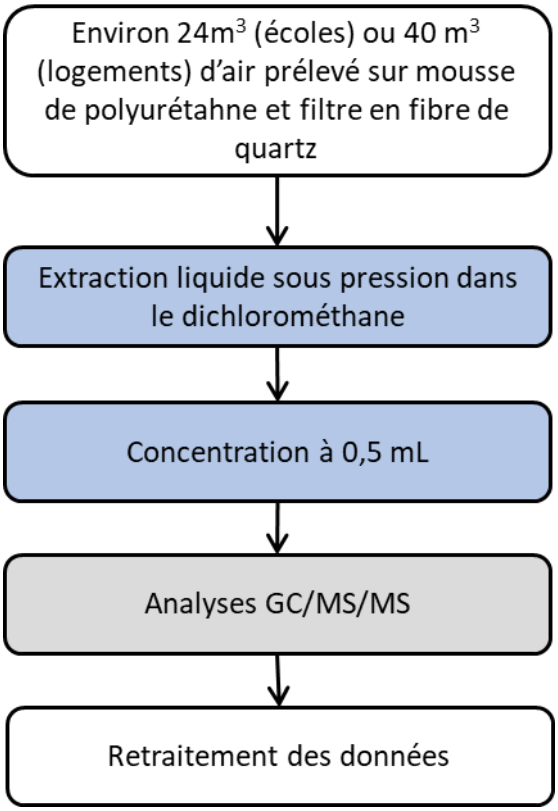
Toutes les copies numérisées des questionnaires seront effacées chez tous les partenaires 12 mois après l'envoi du dernier questionnaire.

Un bon de destruction des versions papier et numérique des questionnaires sera produit par Madininair.

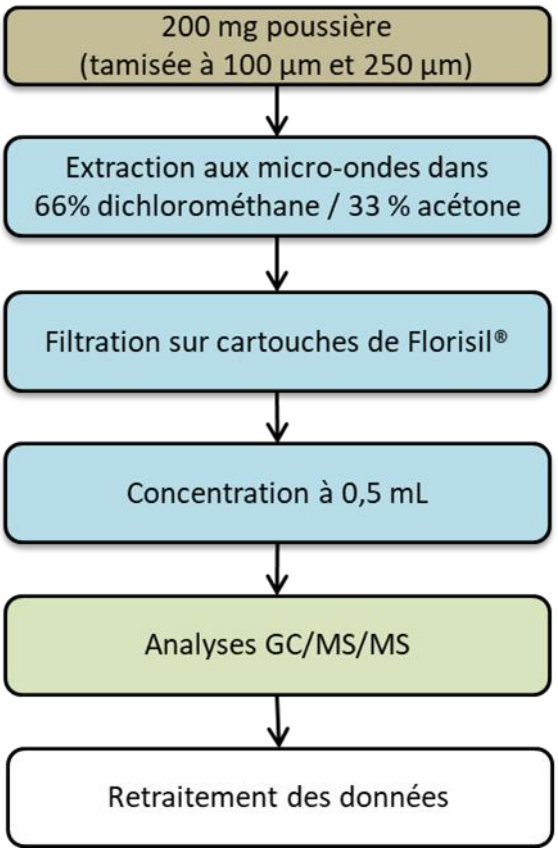
Annexe 10 : Synoptiques des méthodes d'analyse chimique



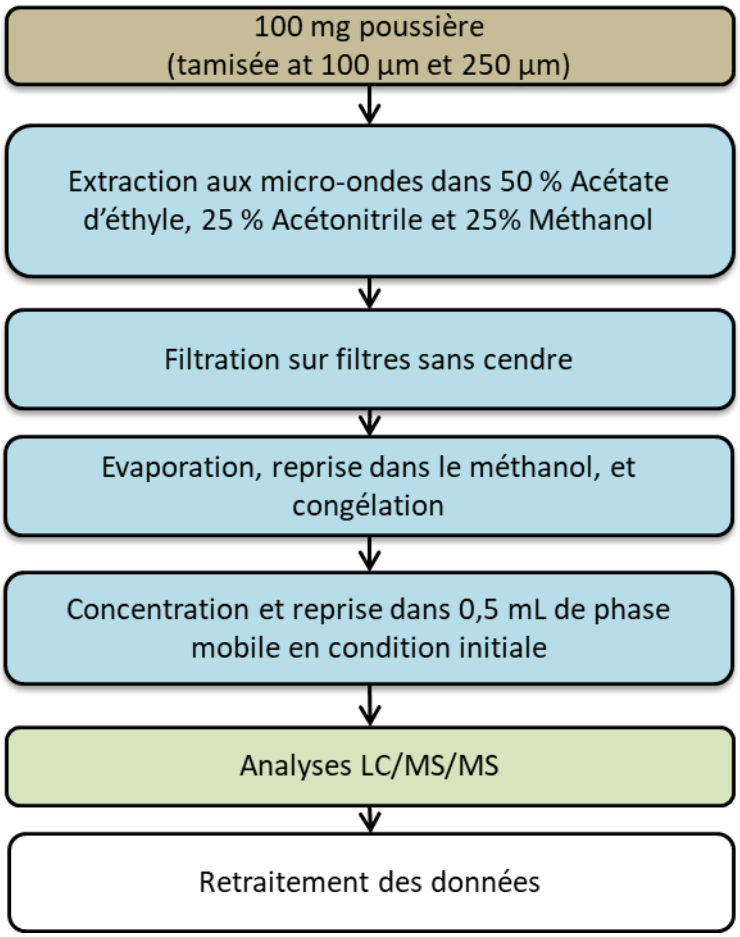
Annexe Figure 1 : Synoptique de la méthode d'analyse de la chlordécone dans les poussières



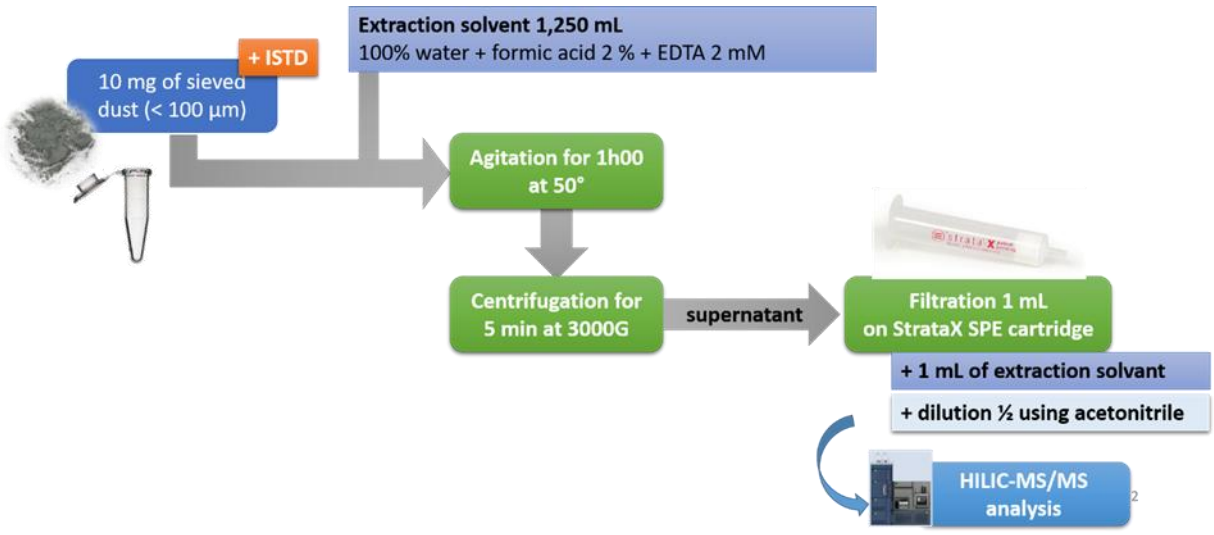
Annexe Figure 2 : Synoptique de la méthode d'analyse des pesticides dans l'air



Annexe Figure 3 : Synoptique de la méthode d'analyse des pesticides semi-volatils dans les poussières



Annexe Figure 4 : Synoptique de la méthode d'analyse des pesticides thermosensibles et/ou non volatils dans les poussières



Annexe Figure 5 : Synoptique de la méthode d'analyse des pesticides très polaires dans les poussières

Annexe 11 : Liste des substances et performances analytiques des méthodes d'analyse

Annexe Tableau 1 : liste des substances, caractéristiques et performances de l'analyse des pesticides dans l'air

Nom de la substance active	N°CAS	Etalon interne utilisé	Justesse sur les points de contrôle associés à chaque substance Niveau LQ	Coefficient de variation (CVR) sur les points de contrôle associés à chaque substance Niveau LQ	Justesse sur les points de contrôle associés à chaque substance Niveau milieu de gamme	Coefficient de variation (CVR) sur les points de contrôle associés à chaque substance Niveau milieu de gamme	Limite de quantification LOQ (en ng/m^3) pour un prélèvement de 24 m^3 (école)	Limite de quantification LOQ (en ng/m^3) pour un prélèvement de 40 m^3 (logement)
Aldrine	309-00-2	Aldrine ^{13}C	105%	26% (n=10)	98%	3% (n=10)	0,042	0,025
Bifenthrine	82657-04-3	Bifenthrin D5	103%	7% (n=10)	100%	2% (n=10)	0,104	0,063
Butraline	33629-47-9	Chlorpyrifos Ethyl D10	102%	23% (n=10)	94%	11% (n=10)	0,104	0,063
Chlordane (cis)	5103-71-9	Dieldrine ^{13}C	104%	14% (n=10)	101%	4% (n=10)	0,042	0,025
Chlordane (trans)	5103-74-2	Dieldrine ^{13}C	100%	21% (n=10)	102%	5% (n=10)	0,042	0,025
Chlorothalonil	1897-45-6	Lindane ^{13}C	115%	21% (n=10)	113%	9% (n=10)	0,208	0,125
Chlorpyrifos-éthyl	2921-88-2	Chlorpyrifos Ethyl D10	107%	7% (n=10)	98%	2% (n=10)	0,104	0,063
Cyperméthrine	52315-07-8	Fenpropathrine	107%	15% (n=10)	104%	5% (n=10)	0,208	0,125
Deltaméthrine	52918-63-5	Hexaconazole	101%	20% (n=10)	100%	10% (n=10)	0,208	0,125
Diclorane	99-30-9	Malathion D6	107%	19% (n=10)	93%	8% (n=10)	0,104	0,063
Dicofol	115-32-2	Dicofol D8	92%	21% (n=10)	94%	11% (n=10)	0,208	0,125
Dieldrine	60-57-1	Dieldrine ^{13}C	98%	15% (n=10)	100%	3% (n=10)	0,104	0,063
Diméthoate	60-51-5	Dimethoate D6	96%	10% (n=10)	95%	6% (n=10)	0,104	0,063
Endrine	72-20-8	Dieldrine ^{13}C	112%	11% (n=10)	105%	8% (n=9)	0,417	0,250
Éthion	563-12-2	Ethion D20	101%	7% (n=10)	100%	2% (n=10)	0,042	0,025
Fénarimol	60168-88-9	Fenpropathrine	97%	10% (n=10)	100%	8% (n=10)	0,104	0,063
Fipronil	120068-37-3	Fipronil ^{13}C	104%	10% (n=10)	101%	4% (n=10)	0,104	0,063
Flumétraline	62924-70-3	Dimethoate D6	80%	18% (n=10)	87%	11% (n=7)	0,104	0,063
Heptachlore	76-44-8	Lindane ^{13}C	106%	11% (n=9)	106%	6% (n=10)	0,042	0,025
lambda-Cyhalothrine	91465-08-6	Fenpropathrine	98%	16% (n=10)	105%	5% (n=10)	0,104	0,063
Lindane (gamma-HCH)	58-89-9	Lindane ^{13}C	106%	13% (n=10)	102%	3% (n=10)	0,104	0,063
Métaldehyde	108-62-3	Metaldehyde D16	108%	8% (n=10)	103%	4% (n=10)	1,042	0,625
Mirex (perchlordécone)	2385-85-5	Pentachlorobenzene ^{13}C	93%	17% (n=10)	95%	8% (n=10)	0,042	0,025
Oxadiazon	19666-30-9	Alpha-Endosulfan D4	100%	21% (n=10)	96%	8% (n=10)	0,042	0,025
Pendiméthaline	40487-42-1	Pendimethalin D5	110%	13% (n=10)	102%	5% (n=10)	0,104	0,063
Perméthrine	52645-53-1	Permethrine D5	107%	10% (n=10)	100%	2% (n=10)	1,042	0,625
Pipéronyl butoxyde (PBO)	51-03-6	PBO D9	96%	8% (n=10)	100%	3% (n=10)	1,042	0,625
Propiconazole	60207-90-1	Dieldrine ^{13}C	99%	12% (n=10)	105%	5% (n=10)	0,104	0,063
Prosulfocarbe	52888-80-9	Chlorpyrifos Ethyl D10	99%	14% (n=10)	96%	7% (n=10)	0,042	0,025
Tébuconazole	107534-96-3	Permethrine D5	99%	14% (n=10)	100%	5% (n=10)	0,042	0,025
Tolyfluanide	731-27-1	Tolylfluanid D7	98%	8% (n=10)	102%	3% (n=10)	0,104	0,063

Annexe Tableau 2 : liste des substances, caractéristiques et performances de l'analyse des pesticides semi-volatils dans les poussières

Nom de la substance active	N°CAS	Etalon interne utilisé	Justesse sur les points de contrôle associés à chaque substance Niveau LQ	Coefficient de variation (CVR) sur les points de contrôle associés à chaque substance Niveau LQ	Justesse sur les points de contrôle associés à chaque substance Niveau milieu de gamme	Coefficient de variation (CVR) sur les points de contrôle associés à chaque substance Niveau milieu de gamme	Limite de quantification LOQ (en ng/g)
Aldrine	309-00-2	Aldrine ^{13}C	86%	24% (n=3)	92%	11% (n=3)	5
Bifenthrine	82657-04-3	Bifenthrin D5	100%	6% (n=3)	101%	1% (n=3)	12,5
Butraline	33629-47-9	Chlorpyrifos Ethyl D10	93%	27% (n=3)	97%	6% (n=3)	12,5
Chlordane (cis)	5103-71-9	Dieldrine ^{13}C	123%	- (n=1)	95%	15% (n=3)	5
Chlordane (trans)	5103-74-2	Dieldrine ^{13}C	134%	- (n=1)	92%	16% (n=3)	5
Chlorothalonil	1897-45-6	Lindane ^{13}C	95%	37% (n=3)	102%	9% (n=3)	25
Chlorpyrifos-éthyl	2921-88-2	Chlorpyrifos Ethyl D10	97%	23% (n=3)	100%	3% (n=3)	12,5
Cyperméthrine	52315-07-8	Fenpropathrine	91%	16% (n=3)	98%	3% (n=3)	25
Deltaméthrine	52918-63-5	Hexaconazole	86%	5% (n=3)	99%	7% (n=3)	25
Diclorane	99-30-9	Malathion D6	90%	43% (n=2)	94%	14% (n=3)	12,5
Dicofol	115-32-2	Dicofol D8	99%	31% (n=3)	81%	4% (n=3)	25
Dieldrine	60-57-1	Dieldrine ^{13}C	99%	21% (n=3)	98%	13% (n=3)	12,5
Diméthoate	60-51-5	Dimethoate D6	115%	28% (n=3)	102%	8% (n=3)	12,5
Endrine	72-20-8	Dieldrine ^{13}C	93%	19% (n=3)	98%	5% (n=3)	50
Éthion	563-12-2	Ethion D20	104%	2% (n=3)	100%	3% (n=3)	5
Fénarimol	60168-88-9	Fenpropathrine	108%	7% (n=3)	100%	1% (n=3)	12,5
Fipronil	120068-37-3	Fipronil ^{13}C	111%	8% (n=3)	100%	5% (n=3)	25
Flumétraline	62924-70-3	Dimethoate D6	95%	37% (n=3)	103%	2% (n=3)	12,5
Heptachlore	76-44-8	Lindane ^{13}C	85%	23% (n=2)	97%	3% (n=3)	5
lambda-Cyhalothrine	91465-08-6	Fenpropathrine	84%	7% (n=3)	98%	3% (n=3)	12,5
Lindane (gamma-HCH)	58-89-9	Lindane ^{13}C	88%	24% (n=2)	99%	6% (n=3)	12,5
Métaldehyde	108-62-3	Metaldehyde D16	106%	6% (n=3)	103%	8% (n=3)	125
Mirex (perchlordécone)	2385-85-5	Pentachlorobenzene ^{13}C	86%	13% (n=2)	104%	6% (n=3)	5
Oxadiazon	19666-30-9	Alpha-Endosulfan D4	121%	22% (n=3)	97%	8% (n=3)	5
Pendiméthaline	40487-42-1	Pendimethalin D5	104%	7% (n=2)	98%	4% (n=3)	12,5
Perméthrine	52645-53-1	Permethrine D5	103%	4% (n=3)	100%	2% (n=3)	125
Pipéronyl butoxyde (PBO)	51-03-6	PBO D9	94%	6% (n=3)	103%	4% (n=3)	125
Propiconazole	60207-90-1	Dieldrine ^{13}C	103%	4% (n=3)	92%	12% (n=3)	12,5
Prosulfocarbe	52888-80-9	Chlorpyrifos Ethyl D10	91%	62% (n=2)	101%	2% (n=3)	5
Tébuconazole	107534-96-3	Permethrine D5	108%	8% (n=3)	97%	2% (n=3)	5
Tolylfluanide	731-27-1	Tolylfluanid D7	100%	17% (n=3)	97%	11% (n=3)	12,5

Annexe Tableau 3 : liste des substances, caractéristiques et performances de l'analyse des pesticides thermosensibles et/ou non volatils dans les poussières

Nom de la substance active	N°CAS	Etalon interne utilisé	Justesse sur les points de contrôle associés à chaque substance Niveau LQ	Coefficient de variation (CVR) sur les points de contrôle associés à chaque substance Niveau LQ	Justesse sur les points de contrôle associés à chaque substance Niveau milieu de gamme	Coefficient de variation (CVR) sur les points de contrôle associés à chaque substance Niveau milieu de gamme	Limite de quantification LOQ (en ng/g)
2,4-D	94-75-7	2,4-D ^{13}C	106%	14% (n=3)	97%	8% (n=3)	25,0
2,4-MCPA	94-74-6	Picaridine D_3	125%	1% (n=2)	103%	16% (n=3)	62,5
Acétochlore	34256-82-1	Métolachlore D_6	98%	13% (n=2)	102%	6% (n=3)	62,5
Azoxystrobine	131860-33-8	Azoxystrobine D_4	91%	15% (n=3)	74%	22% (n=3)	0,500
Difénoconazole	119446-68-3	Difénoconazole D_6	99%	38% (n=2)	86%	15% (n=3)	0,500
Dimétomorphe	110488-70-5	Diméthomorphe D_8	92%	27% (n=2)	96%	16% (n=3)	0,500
Fenpropidine	67306-00-7	Fenpropidine D_{10}	101%	17% (n=3)	103%	10% (n=3)	6,25
Fluopyram	658066-35-4	Boscalid D4	105%	5% (n=3)	107%	8% (n=3)	6,25
Fluroxypyr	81406-37-3	Fluroxypyr D_2	104%	6% (n=3)	97%	3% (n=3)	12,5
Imidaclopride	138261-41-3	Imidaclopride D_4	86%	27% (n=2)	92%	20% (n=3)	1,25
Métalaxyle (formes Métalaxyle et m-Métalaxyle)	70630-17-0	Métalaxyle D_6	103%	10% (n=3)	108%	4% (n=3)	2,50
Métolachlore (dont S-Métolachlore)	87392-12-9	Métolachlore D6	86%	10% (n=2)	97%	18% (n=3)	1,25
Metrafénone	220899-03-6	Difénoconazole D6	109%	10% (n=3)	108%	18% (n=3)	2,50
Metribuzine	21087-64-9	Fluroxypyr D_2	80%	9% (n=3)	92%	1% (n=3)	6,25
Myclobutanil	88671-89-0	Myclobutanil-D_9 (butyl-D_9)	96%	14% (n=3)	91%	6% (n=3)	1,25
Oryzalin	19044-88-3	Propyzamide D_3	108%	7% (n=2)	108%	16% (n=3)	12,5
Propyzamide	23950-58-5	Propyzamide D_3	105%	3% (n=2)	99%	6% (n=3)	2,50
Pyrimicarbe	23103-98-2	Pyrimicarbe D_6	127%	- (n=1)	100%	38% (n=3)	0,500
Tébuthiuron	34014-18-1	Thiaclopride D4	84%	21% (n=3)	65%	47% (n=3)	0,500
Terbutryne	886-50-0	Diméthénamide-P D3	31%	23% (n=3)	25%	25% (n=3)	0,500
Triclopyr	57213-69-1	2,4-D ^{13}C	111%	12% (n=3)	110%	6% (n=3)	625
Trifloxystrobine	141517-21-7	Trifloxystrobine D_6	110%	9% (n=2)	88%	24% (n=3)	31,3

Annexe Tableau 4 : liste des substances, caractéristiques et performances de l'analyse des pesticides très polaires dans les poussières

Nom de la substance active	N°CAS	Etalon interne utilisé	Justesse sur les points de contrôle associés à chaque substance Niveau LQ	Coefficient de variation (CVR) sur les points de contrôle associés à chaque substance Niveau LQ	Justesse sur les points de contrôle associés à chaque substance Niveau milieu de gamme	Coefficient de variation (CVR) sur les points de contrôle associés à chaque substance Niveau milieu de gamme	Limite de quantification LOQ (en ng/g)
AMPA	1066-51-9	AMPA 1,2-^{13}C,^{15}N	64%	30% (n=4)	83%	5% (n=4)	63
Glufosinate d'ammonium	77182-82-2	Glufosinate-d_3 hydrochloride	77%	18% (n=4)	78%	10% (n=4)	63
Glyphosate	1071-83-6	Glyphosate 1,2-$^{13}C_2$,^{15}N	77%	34% (n=4)	85%	6% (n=4)	63

Annexe 12 : Concentration de pesticides dans l'air et les poussières des logements et des écoles

Annexe Tableau 5 : Concentration de pesticides dans les échantillons-témoin des prélèvements d'air

ECHANTILLON	22.7235.3	23.730.3	23.828.3	23.1296.3	23.1700.3	23.2193.3	23.2768.3	23.4310.3	23.4778.3	23.5259.3	23.5804.3
REFERENCE	C02_UEc_T_AIR	C03_REc_T_AIR	C04_RL1_T_AIR	C05_UL2_T_AIR	C06_RL3_T_AIR	C07_UL1_T_AIR	C08_RL2_T_AIR	C10_UL1_T_AIR	C11_UEc_T_AIR	C12_UL3_T_AIR	C13_REc_T_AIR
Campagne	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C10	C11	C12	C13
REF	UEc_T	REc_T	RL1_T	UL2_T	RL3_T	UL1_T	RL2_T	UL1_T	UEc_T	UL3_T	REc_T
OBSERVATION	URG témoin installé en même temps que la pompe (9/12 à 10:00) et rebouché le 12/12 à 13:00						Pas de clé Trivia pour le transport	Témoin non rebouché ni remballé dans son papier d'aluminium	Témoin invalidé par mauvaise manipulation		
Aldrine en masse (ng)	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
Bifenthrine en masse (ng)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Butoxyde de pipéronyle (PBO) en masse (ng)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Butraline en masse (ng)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Chlorothalonil en masse (ng)	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Chlorpyrifos-éthyl en masse (ng)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
cis-Chlordane en masse (ng)	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
Cyhalothrine (lambda-) en masse (ng)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Cyperméthrine en masse (ng)	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Deltaméthrine en masse (ng)	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Dichloran en masse (ng)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Dicofol en masse (ng)	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Dieldrine en masse (ng)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Diméthoate en masse (ng)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Endrine en masse (ng)	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0
Éthion en masse (ng)	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
Fénarimol en masse (ng)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Fipronil en masse (ng)	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Flumétralin en masse (ng)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Heptachlore en masse (ng)	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
Lindane (gamma-HCH) en masse (ng)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Métaldehyde en masse (ng)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Oxadiazon en masse (ng)	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
Pendiméthaline en masse (ng)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1,4	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Perméthrine en masse (ng)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Propiconazole en masse (ng)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Prosulfocarbe en masse (ng)	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
Tébuconazole en masse (ng)	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
Tolylfluanide en masse (ng)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
trans-Chlordane en masse (ng)	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
Prosulfocarbe en masse (ng)	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
Tébuconazole en masse (ng)	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
Tolylfluanide en masse (ng)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
trans-Chlordane en masse (ng)	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40

Annexe Tableau 6 : Concentrations des pesticides en ng/m³ dans l'air des logements

ECHANTILLON	22.7034.1	23.828.1	23.2195.1	23.4309.1	22.7239.1	23.1298.1	23.2768.1	23.4781.1	23.731.1	23.1700.1	23.3753.1	23.5258.1	22.7237.1	23.830.1	23.2193.1	23.4310.1	22.7034.3	23.1296.1	23.2770.1	23.4779.1	23.732.1	23.1702.1	23.3755.1	23.5259.1
REFERENCE	C01_RL1_ AIR	C04_RL1_ AIR	C07_RL1_ AIR	C10_RL1_ AIR	C02_RL2_ AIR	C05_RL2_ AIR	C08_RL2_ AIR	C11_RL2_ AIR	C03_RL3_ AIR	C06_RL3_ AIR	C09_RL3_ AIR	C12_RL3_ AIR	C02_UL1_ AIR	C04_UL1_ AIR	C07_UL1_ AIR	C10_UL1_ AIR	C01_UL2_ AIR	C05_UL2_ AIR	C08_UL2_ AIR	C11_UL2_ AIR	C03_UL3_ AIR	C06_UL3_ AIR	C09_UL3_ AIR	C12_UL3_ AIR
Campagne	C01	C04	C07	C10	C02	C05	C08	C11	C03	C06	C09	C12	C02	C04	C07	C10	C01	C05	C08	C11	C03	C06	C09	C12
REF	RL1	RL1	RL1	RL1	RL2	RL2	RL2	RL2	RL3	RL3	RL3	RL3	UL1	UL1	UL1	UL1	UL2	UL2	UL2	UL2	UL3	UL3	UL3	UL3
Volume prélevé (m^3)	40,4	43,6	40,6	28,1	38,3	43,0	40,7	40,8	41,2	41,3	39,1	39,8	40,7	40,7	41,2	41,3	42,4	41,6	41,2	23,5	40,7	41,3	38,1	39,5
Humidité relative moyenne (%)	75,7	67,8	69,8	74,3	67,8	68,5	73,9	72,6	73	72,8	76,8	73,2	74	74,2	79,6	80,8	71,1	63,4	72,3	68,9	75,1	69,1	74,6	72,4
Température moyenne (°C)	28,5	28,6	28,7	31,3	28,5	27,5	29,2	30,8	26,7	26,3	28,3	29,5	25,7	26,7	27,5	29,2	28,8	27,9	30	30,8	26,3	26,8	29	29,6
Aldrine	<0.0099	<0.0092	<0.0099	<0.014	<0.010	<0.0093	<0.0098	<0.0098	<0.0097	<0.0097	<0.010	<0.010	<0.0098	<0.0098	0,015	<0.0097	<0.0094	<0.0096	<0.0097	<0.017	<0.0098	<0.0097	<0.011	<0.010
Bifenthrine	<0.025	<0.023	<0.025	<0.036	<0.026	<0.023	<0.025	<0.024	<0.024	<0.024	<0.026	<0.025	<0.025	<0.025	<0.024	<0.024	<0.024	<0.024	<0.024	<0.042	<0.025	<0.024	<0.026	<0.025
Pipéronyl butoxyde (PBO)	<0.25	<0.23	<0.25	<0.36	<0.26	<0.23	<0.25	51	<0.24	<0.24	26	0,43	<0.25	<0.25	<0.24	<0.24	<0.24	<0.24	<0.24	<0.42	0,25	<0.24	<0.26	<0.25
Butraline	<0.025	<0.023	<0.025	<0.036	<0.026	<0.023	<0.025	<0.024	<0.024	<0.024	<0.026	<0.025	<0.025	<0.025	<0.024	<0.024	<0.024	<0.024	<0.024	<0.042	<0.025	<0.024	<0.026	<0.025
Chlordane (cis)	<0.0099	<0.0092	<0.0099	<0.014	<0.010	<0.0093	<0.0098	<0.0098	<0.0097	<0.0097	<0.010	<0.010	<0.0098	<0.0098	<0.0097	<0.0097	<0.0094	<0.0096	<0.0097	<0.017	<0.0098	<0.0097	<0.011	<0.010
Chlordane (trans)	<0.0099	<0.0092	<0.0099	0,015	<0.010	<0.0093	<0.0098	0,066	<0.0097	<0.0097	<0.010	<0.010	0,032	0,027	0,041	0,036	<0.0094	<0.0096	<0.0097	<0.017	<0.0098	<0.0097	<0.011	<0.010
Chlorothalonil	<0.049	<0.046	<0.049	0,071	<0.052	<0.047	0,054	<0.049	<0.049	<0.048	<0.051	<0.050	<0.049	<0.049	<0.049	<0.048	<0.047	<0.048	<0.048	<0.085	<0.049	<0.048	<0.053	<0.051
Chlorpyrifos-éthyl	<0.025	<0.023	0,027	<0.036	0,047	<0.023	0,037	0,034	0,029	<0.024	0,038	0,05	0,061	0,19	0,16	0,12	0,031	<0.024	0,036	0,055	0,037	0,027	0,042	0,056
Cyhalothrine (lambda-)	<0.025	<0.023	<0.025	<0.036	<0.026	<0.023	<0.025	<0.024	<0.024	<0.024	<0.026	<0.025	<0.025	<0.025	<0.024	<0.024	<0.024	<0.024	<0.024	<0.042	<0.025	<0.024	<0.026	<0.025
Cyperméthrine	<0.049	<0.046	0,35	<0.071	0,34	0,063	0,081	0,12	0,39	0,18	0,22	0,22	<0.049	<0.049	<0.049	<0.048	<0.047	<0.048	<0.048	0,1	<0.049	<0.048	<0.053	<0.051
Deltaméthrine	<0.049	<0.046	<0.049	<0.071	<0.052	<0.047	<0.049	<0.049	<0.049	<0.048	<0.051	<0.050	<0.049	<0.049	<0.049	<0.048	<0.047	<0.048	<0.048	<0.085	<0.049	<0.048	<0.053	<0.051
Dichloran	0,027	<0.023	0,025	0,039	0,094	0,07	0,1	0,096	0,066	0,046	0,074	0,13	0,061	0,064	0,053	0,075	0,42	0,26	0,34	0,76	0,025	0,027	0,029	<0.025
Dicofol	<0.049	<0.046	<0.049	<0.071	<0.052	<0.047	<0.049	<0.049	<0.049	<0.048	<0.051	<0.050	<0.049	<0.049	<0.049	<0.048	<0.047	<0.048	<0.048	<0.085	<0.049	<0.048	<0.053	<0.051
Dieldrine	0,03	<0.023	<0.025	0,039	<0.026	<0.023	<0.025	<0.024	<0.024	<0.024	<0.026	<0.025	0,089	0,11	0,12	0,1	<0.024	<0.024	<0.024	<0.042	0,03	<0.024	<0.026	<0.025
Diméthoate	<0.025	<0.023	<0.025	<0.036	<0.026	<0.023	<0.025	<0.024	<0.024	<0.024	<0.026	<0.025	<0.025	<0.025	<0.024	<0.024	<0.024	<0.024	<0.024	<0.042	<0.025	<0.024	<0.026	<0.025
Endrine	<0.099	<0.092	<0.099	<0.14	<0.10	<0.093	<0.098	<0.098	<0.097	<0.097	<0.10	<0.10	<0.098	<0.098	<0.097	<0.097	<0.094	<0.096	<0.097	<0.17	<0.098	<0.097	<0.11	<0.10
Éthion	<0.0099	<0.0092	<0.0099	<0.014	<0.010	<0.0093	<0.0098	<0.0098	<0.0097	<0.0097	<0.010	<0.010	<0.0098	<0.0098	<0.0097	<0.0097	<0.0094	<0.0096	<0.0097	<0.017	<0.0098	<0.0097	<0.011	<0.010
Fénarimol	<0.025	<0.023	<0.025	<0.036	<0.026	<0.023	<0.025	<0.024	<0.024	<0.024	<0.026	<0.025	<0.025	<0.025	<0.024	<0.024	<0.024	<0.024	<0.024	<0.042	<0.025	<0.024	<0.026	<0.025
Fipronil	<0.049	<0.046	<0.049	<0.071	<0.052	<0.047	<0.049	<0.049	<0.049	<0.048	<0.051	<0.050	<0.049	<0.049	<0.049	<0.048	<0.047	<0.048	<0.048	<0.085	<0.049	<0.048	<0.053	<0.051
Flumétralin	<0.025	<0.023	<0.025	<0.036	<0.026	<0.023	<0.025	<0.024	<0.024	<0.024	<0.026	<0.025	<0.025	<0.025	<0.024	<0.024	<0.024	<0.024	<0.024	<0.042	<0.025	<0.024	<0.026	<0.025
Heptachlore	<0.0099	<0.0092	<0.0099	<0.014	<0.010	<0.0093	<0.0098	0,24	<0.0097	<0.0097	<0.010	<0.010	0,27	0,3	0,29	0,24	<0.0094	<0.0096	<0.0097	<0.017	<0.0098	<0.0097	<0.011	<0.010
Lindane (gamma-HCH)	0,077	0,055	0,054	0,1	0,039	0,047	0,057	0,051	0,19	0,16	0,24	0,3	0,081	0,076	0,09	0,082	0,038	0,026	<0.024	0,055	0,2	0,13	0,25	0,14
Métaldehyde	<0.25	<0.23	<0.25	<0.36	<0.26	<0.23	<0.25	<0.24	<0.24	<0.24	<0.26	<0.25	<0.25	<0.25	<0.24	<0.24	<0.24	<0.24	<0.24	<0.42	<0.25	<0.24	<0.26	<0.25
Oxadiazon	<0.0099	<0.0092	<0.0099	<0.014	<0.010	<0.0093	<0.0098	<0.0098	<0.0097	<0.0097	<0.010	<0.010	<0.0098	<0.0098	<0.0097	<0.0097	<0.0094	<0.0096	<0.0097	<0.017	<0.0098	<0.0097	<0.011	<0.010
Pendiméthaline	0,2	0,087	0,19	0,39	0,42	0,22	3	0,47	0,092	0,073	0,28	4	0,18	0,12	0,66	0,063	0,035	0,11	0,29	0,31	0,093	0,12	0,12	0,15
Perchlordécone (Mirex)	<0.0099	<0.0092	<0.0099	<0.014	<0.010	<0.0093	<0.0098	<0.0098	<0.0097	<0.0097	<0.010	<0.010	<0.0098	<0.0098	<0.0097	<0.0097	<0.0094	<0.0096	<0.0097	<0.017	<0.0098	<0.0097	<0.011	<0.010
Perméthrine	0,4	<0.23	<0.25	<0.36	<0.26	0,51	<0.25	19	<0.24	<0.24	13	0,5	<0.25	0,3	0,34	0,36	<0.24	<0.24	<0.24	<0.42	<0.25	<0.24	<0.26	<0.25
Propiconazole	<0.025	<0.023	<0.025	<0.036	<0.026	<0.023	<0.025	<0.024	<0.024	<0.024	0,043	0,07	0,076	0,089	0,051	0,089	0,028	0,026	0,027	0,051	<0.025	<0.024	0,034	0,04
Prosulfocarbe	<0.0099	<0.0092	<0.0099	<0.014	<0.010	<0.0093	<0.0098	<0.0098	<0.0097	<0.0097	<0.010	<0.010	<0.0098	<0.0098	<0.0097	<0.0097	<0.0094	<0.0096	<0.0097	<0.017	<0.0098	<0.0097	<0.011	<0.010
Tébuconazole	0,015	<0.0092	<0.0099	<0.014	<0.010	<0.0093	<0.0098	<0.0098	<0.0097	0,011	<0.010	0,012	<0.0098	0,015	<0.0097	<0.0097	<0.0094	<0.0096	<0.0097	<0.017	<0.0098	<0.0097	<0.011	<0.010
Tolylfluanide	<0.025	<0.023	<0.025	<0.036	<0.026	<0.023	<0.025	<0.024	0,1	0,11	0,23	0,22	<0.025	<0.025	<0.024	<0.024	<0.024	<0.024	<0.024	<0.042	<0.025	<0.024	<0.026	<0.025

Annexe Tableau 7 : Concentrations des pesticides en ng/g dans les poussières des logements

ECHANTILLON	22.7035.1	23.828.2	23.2195.2	23.4309.2	22.7239.2	23.1298.2	23.2768.2	23.4781.2	23.731.2	23.1700.2	23.3753.2	23.5258.2	22.7237.2	23.830.2	23.2193.2	23.4310.2	22.7035.3	23.1296.2	23.2770.2	23.4779.2	23.5805.1	23.732.2	23.1702.2	23.3755.2	23.5259.2
REFERENCE	C01_RL1_ POU	C04_RL1_ POU	C07_RL1_ POU	C10_RL1_ POU	C02_RL2_ POU	C05_RL2_ POU	C08_RL2_ POU	C11_RL2_ POU	C03_RL3_ POU	C06_RL3_ POU	C09_RL3_ POU	C12_RL3_ POU	C02_UL1_ POU	C04_UL1_ POU	C07_UL1_ POU	C10_UL1_ POU	C01_UL2_ POU	C05_UL2_ POU	C08_UL2_ POU	C11_UL2_ POU	C13_UL2_ POU	C03_UL3_ POU	C06_UL3_ POU	C09_UL3_ POU	C12_UL3_ POU
Campagne	C01	C04	C07	C10	C02	C05	C08	C11	C03	C06	C09	C12	C02	C04	C07	C10	C01	C05	C08	C11	C13	C03	C06	C09	C12
REF	RL1	RL1	RL1	RL1	RL2	RL2	RL2	RL2	RL3	RL3	RL3	RL3	UL1	UL1	UL1	UL1	UL2	UL2	UL2	UL2	UL2	UL3	UL3	UL3	UL3
Masse stockée à 100µm (g)	1,074	2,543	4,27	1,716	1,822	6,195	1,961	0,165	1	0,429	1,694	2,65	0,766	3,052	0,225	5,226	2,265	1,025	0,091	2,338	0,196	4,375	3,191	0,695	10,67
2,4 D	<10	<10	<10	<10	11	18	35		24	29	18	16	<10	<10	<10	<10	<10	11		<10	<10	<10	12	<10	<10
2,4-MCPA	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25		<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25		<25	<25	<25	<25	<25	<25
Acétochlore	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25		<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25		<25	<25	<25	<25	<25	<25
Aldrine	<2.0	<2.0	6,4	7,0	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	23		<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<8.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
AMPA	190	281	213	249	98	151	130		405	200	290	201	281	215	118	285	80	114		169	110	146	121	166	139
Azoxystrobine	6,7	4,4	9,0	33	5,2	4,8	8,5		326	1 350	789	837	3,4	1,4	2,9	5,5	28	14		27	24	3,4	9,7	3,6	19
Bifenthrine	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	9,2	5,7		<5.0	<20.0	11	6,3	<5.0	<5.0
Butraline	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	5,5		<5.0	<20.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Chlordane (cis)	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	2,6		<2.0	<8.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Chlordane (trans)	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	2,6	<2.0		<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	2,4		<2.0	<8.0	<2.0	<2.0	<2.0	2,1
Chlordécone	118	110	93	136	207	247	186		13	12	12	12	<8.0	14	<10.0	<8.0	<8.0	<8.0		<8.0	<8.0	<8.0	9,9	<8.0	<8.0
Chlorothalonil	<10	<10	<10	<10	<10	11	<10		<10	<10	<10	<10	<10	<10		<10	<10	15		<10	<40	<10	<10	<10	<10
Chlorpyrifos-éthyl	<5.0	7,3	5,4	<5.0	<5.0	11	7,5		8,6	<5.0	<5.0	5,1	12	<5.0		5,4	<5.0	12		5,5	<20.0	<5.0	5,4	5,8	<5.0
Cyperméthrine	4 401	2 190	22 179	5 333	549	11 963	4 223		27 313	17 245	18 437	6 951	1 962	12 531		394	624	801		2 350	730	949	567	475	347
Deltaméthrine	<10	30	28	<10	15	<10	15		15	<10	<10	<10	14	74		12	28	<10		44	<40	30	<10	<10	<10
Dichloran	26	83	42	54	144	16	18		23	292	102	274	121	52		81	489	1 193		185	51	29	47	34	15
Dicofol	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10		<10	<10	<10	<10	<10	<10		<10	<10	<10		<10	<40	<10	<10	<10	<10
Dieldrine	<5.0	<5.0	<5.0	11	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	19		<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<20.0	<5.0	<5.0	7,5	<5.0
Difénoconazole	564	675	234	1 808	311	82	34		194	54	68	134	121	130	16	74	88	25		27	27	179	62	46	108
Diméthoate	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<20.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Diméthomorphe	<0.20	1,6	0,9	0,4	0,6	2,2	1,2		4,6	0,2	0,4	<0.20	<0.20	1,4	1,5	<0.20	<0.20	0,7		0,6	<0.20	0,5	1,4	0,5	0,5
Endrine	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20		<20	<20	<20	<20	<20	<20		<20	<20	<20		<20	<80	<20	<20	<20	<20
Éthion	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<8.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Fénarimol	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<20.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Fenpropidine	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5		<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5		<2.5	<2.5	<2.5	4,2	<2.5	<2.5
Fipronil	2 369	12	93	70	62	<5	<5		<5	32	<5	<5	12	1 034		1 633	265	260		73	46	<5	152	221	129
Flumétralin	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<20.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Fluopyram	8,2	9,0	293	13	7,7	9,6	135		9,0	8,6	14	3,8	47	5,5	<2.5	2,7	5,6	3,1		3,0	54	21	19	23	4,3
Fluroxypyr	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
gamma-HCH (lindane)	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	5,7		<5.0	<20.0	5,3	<5.0	<5.0	<5.0
Glufosinate d'ammonium	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25		<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25		<25	<25	<25	<25	<25	115
Glyphosate	414	327	232	194	390	233	202		4 893	1 015	827	224	61	29	57	116	200	584		193	97	50	66	68	121
Heptachlore	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		2,4	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<8.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Imidaclopride	0,8	2,3	1,9	1,1	<0.50	<0.50	1,5		1,3	0,6	<0.50	0,6	10	4,7	4,3	39	41	18		6,7	5,1	114	23	23	37
lambda-Cyhalothrine	<5.0	<5.0	15	<5.0	<5.0	5,9	<5.0		16	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	56		<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<20.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Métalaxyle (formes Métalaxyle et m-Métalaxyle)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1,2	<1.0	<1.0		1,2	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Métaldehyde	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50		<50	<50	<50	<50	<50	<50		<50	<50	<50		<50	<200	<50	<50	<50	<50
Métolachlore (dont S-Métolachlore)	4,0	3,4	1,8	3,6	3,7	2,8	14		34	2,6	1,9	1,9	9,5	2,4	4,4	1,1	1,1	1,8		2,1	12	1,7	2,0	2,9	1,1
Métrafénone	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Métribuzine	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5		<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5		<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Myclobutanil	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50		11	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50		<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Oryzalin	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Oxadiazon	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<8.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Pendiméthaline	7,2	7,3	<5.0	7,2	13	5,1	22		8,6	<5.0	5,7	6,7	5,3	5,2		<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<20.0	6,5	<5.0	7,4	<5.0
Perchlordécone (Mirex)	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	2,6	3,5		6,0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<8.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Perméthrine	12 354	2 312	19 128	10 154	12 419	33 559	4 728		673	1 311	13 745	4 195	3 827	58 879		19 421	1 862	6 128		1 333	804	615	810	1 264	440
Pipéronyl butoxyde (PBO)	1 244	666	1 592	276	191	7 722	499		220	374	17 224	971	1 040	6 336		188	556	802		738	387	146	206	136	175
Propiconazole	118	55	163	169	145	28	15		40	231	127	88	46	575		51	59	59		66	46	58	98	46	1 073
Propyzamide	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Prosulfocarbe	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	4,9		<2.0	<8.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Pyrimicarbe	<0.20	0,6	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20		<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	0,4	<0.20	<0.20	<0.20		<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Tébuconazole	25	16	80	58	8,8	28	6,6		13	11	8,8	8,8	24	255		4,5	27	32		23	14	6,7	11	14	15
Tébuthiuron	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20		<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20		<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Terbutryne	2,2	9,8	7,3	14	510	443	357		24	202	21	12	316	508	1 116	820	458	217		349	241	Présence	370	339	242
Tolylfluanide	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<20.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Triclopyr	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250		<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250		<250	<250	<250	<250	<250	<250
Trifloxystrobine	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13		Annulé	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13		<13	<13	<13	<13	<13	<13

Annexe Tableau 8 : Concentrations des pesticides en ng/m³ dans l'air des écoles

ECHANTILLON	22.7034.2	22.7238.1	23.730.1	23.827.1	23.1299.1	23.1701.1	23.2196.1	23.2769.1	23.3752.1	23.4780.1	23.5261.1	23.5804.1	22.7034.4	22.7235.1	23.733.1	23.829.1	23.1297.1	23.1703.1	23.2194.1	23.2771.1	23.3754.1	23.4778.1	23.5260.1	23.5803.1
REFERENCE	C01_REc _AIR	C02_REc _AIR	C03_REc _AIR	C04_REc _AIR	C05_REc _AIR	C06_REc _AIR	C07_REc _AIR	C08_REc _AIR	C09_REc _AIR	C11_REC _AIR	C12_REc _AIR	C13_REc _AIR	C01_UEc _AIR	C02_UEc _AIR	C03_UEc _AIR	C04_UEc _AIR	C05_UEc _AIR	C06_UEc _AIR	C07_UEc _AIR	C08_UEc _AIR	C09_UEc _AIR	C11_UEc _AIR	C12_UEc _AIR	C13_UEc _AIR
Campagne	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C11	C12	C13	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C11	C12	C13
REF	REc	REc	REc	REc	REc	REc	REc	REc	REc	REC	REc	REc	UEc	UEc	UEc	UEc	UEc	UEc	UEc	UEc	UEc	UEc	UEc	UEc
Volume prélevé (m^3)	23,7	22,8	24,8	25,8	25,5	23,1	25,5	24,1	24,2	22,4	24,3	18,6	24,1	23,4	24,2	24,0	24,2	29,8	24,5	24,5	24,8	41,9	24,6	24,1
Humidité relative moyenne (%)	78,5	77,4	77,7	73,4	70,1	68,8	81,2	76,6	78,8	72,6	67,2	77,1	69,5	70,7	69,8	63,8	61,3	60,6	64,7	70,5	69,1	68,8	67,2	67,4
Température moyenne (°C)	27,3	26,1	25,6	26,6	26,7	27,7	26,5	29,3	28,6	30,3	29,4	28,1	29,3	27,4	27,4	28,6	28,3	28,2	30,7	30,6	30,5	31,7	32,2	30,3
Aldrine	<0.017	<0.018	<0.016	<0.016	<0.016	<0.017	<0.016	<0.017	<0.017	<0.018	<0.016	<0.022	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.013	<0.016	<0.016	<0.016	<0.0096	<0.016	<0.017
Bifenthrine	<0.042	<0.044	<0.040	<0.039	<0.039	<0.043	<0.039	<0.042	<0.041	<0.045	<0.041	<0.054	<0.041	<0.043	<0.041	<0.042	<0.041	<0.034	<0.041	<0.041	<0.040	<0.024	<0.041	<0.042
Pipéronyl butoxyde (PBO)	<0.42	<0.44	<0.40	<0.39	<0.39	<0.43	<0.39	<0.42	<0.41	<0.45	<0.41	<0.54	<0.41	<0.43	<0.41	<0.42	<0.41	<0.34	<0.41	<0.41	<0.40	<0.24	<0.41	0,54
Butraline	<0.042	<0.044	<0.040	<0.039	<0.039	<0.043	<0.039	<0.042	<0.041	<0.045	<0.041	<0.054	<0.041	<0.043	<0.041	<0.042	<0.041	<0.034	<0.041	<0.041	<0.040	<0.024	<0.041	<0.042
Chlordane (cis)	<0.017	<0.018	<0.016	<0.016	<0.016	<0.017	<0.016	<0.017	<0.017	<0.018	<0.016	<0.022	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.013	<0.016	<0.016	<0.016	0,011	<0.016	<0.017
Chlordane (trans)	<0.017	<0.018	0,02	<0.016	<0.016	<0.017	<0.016	<0.017	<0.017	<0.018	<0.016	<0.022	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.013	<0.016	<0.016	<0.016	0,01	<0.016	<0.017
Chlorothalonil	<0.084	<0.088	<0.081	<0.078	<0.079	<0.087	<0.078	<0.083	<0.083	<0.089	<0.082	<0.11	<0.083	<0.086	<0.083	<0.083	<0.083	<0.067	<0.082	<0.082	<0.081	0,057	<0.081	<0.083
Chlorpyrifos-éthyl	<0.042	<0.044	<0.040	<0.039	<0.039	<0.043	<0.039	<0.042	<0.041	<0.045	<0.041	<0.054	<0.041	<0.043	<0.041	<0.042	<0.041	<0.034	0,098	<0.041	<0.040	<0.024	<0.041	<0.042
Cyhalothrine (lambda-)	<0.042	<0.044	<0.040	<0.039	<0.039	<0.043	<0.039	<0.042	<0.041	<0.045	<0.041	<0.054	<0.041	<0.043	<0.041	<0.042	<0.041	<0.034	<0.041	<0.041	<0.040	<0.024	<0.041	<0.042
Cyperméthrine	<0.084	<0.088	<0.081	<0.078	<0.079	<0.087	<0.078	<0.083	<0.083	<0.089	<0.082	<0.11	<0.083	<0.086	<0.083	<0.083	<0.083	<0.067	<0.082	<0.082	<0.081	<0.048	<0.081	<0.083
Deltaméthrine	<0.084	<0.088	<0.081	<0.078	<0.079	<0.087	<0.078	<0.083	<0.083	<0.089	<0.082	<0.11	<0.083	<0.086	<0.083	<0.083	<0.083	<0.067	<0.082	<0.082	<0.081	<0.048	<0.081	<0.083
Dichloran	<0.042	<0.044	0,068	<0.039	<0.039	<0.043	<0.039	<0.042	<0.041	0,049	<0.041	<0.054	<0.041	<0.043	<0.041	<0.042	<0.041	<0.034	<0.041	<0.041	<0.040	0,029	<0.041	<0.042
Dicofol	<0.084	<0.088	<0.081	<0.078	<0.079	<0.087	<0.078	<0.083	<0.083	<0.089	<0.082	<0.11	<0.083	<0.086	<0.083	<0.083	<0.083	<0.067	<0.082	<0.082	<0.081	<0.048	<0.081	<0.083
Dieldrine	<0.042	0,048	0,072	<0.039	<0.039	<0.043	0,047	<0.042	0,11	<0.045	<0.041	<0.054	<0.041	<0.043	<0.041	<0.042	<0.041	<0.034	<0.041	<0.041	<0.040	<0.024	<0.041	<0.042
Diméthoate	<0.042	<0.044	<0.040	<0.039	<0.039	<0.043	<0.039	<0.042	<0.041	<0.045	<0.041	<0.054	<0.041	<0.043	<0.041	<0.042	<0.041	<0.034	<0.041	<0.041	<0.040	<0.024	<0.041	<0.042
Endrine	<0.17	<0.18	<0.16	<0.16	<0.16	<0.17	<0.16	<0.17	<0.17	<0.18	<0.16	<0.22	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17	<0.13	<0.16	<0.16	<0.16	0,12	<0.16	<0.17
Éthion	<0.017	<0.018	<0.016	<0.016	<0.016	<0.017	<0.016	<0.017	<0.017	<0.018	<0.016	<0.022	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.013	<0.016	<0.016	<0.016	<0.0096	<0.016	<0.017
Fénarimol	<0.042	<0.044	<0.040	<0.039	<0.039	<0.043	<0.039	<0.042	<0.041	<0.045	<0.041	<0.054	<0.041	<0.043	<0.041	<0.042	<0.041	<0.034	<0.041	<0.041	<0.040	<0.024	<0.041	<0.042
Fipronil	<0.084	<0.088	<0.081	<0.078	<0.079	<0.087	<0.078	<0.083	<0.083	<0.089	<0.082	<0.11	<0.083	<0.086	<0.083	<0.083	<0.083	<0.067	<0.082	<0.082	<0.081	<0.048	<0.081	<0.083
Flumétralin	<0.042	<0.044	<0.040	<0.039	<0.039	<0.043	<0.039	<0.042	<0.041	<0.045	<0.041	<0.054	<0.041	<0.043	<0.041	<0.042	<0.041	<0.034	<0.041	<0.041	<0.040	<0.024	<0.041	<0.042
Heptachlore	<0.017	<0.018	<0.016	<0.016	<0.016	<0.017	<0.016	<0.017	<0.017	<0.018	<0.016	<0.022	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.013	<0.016	<0.016	<0.016	0,011	<0.016	<0.017
Lindane (gamma-HCH)	0,29	0,26	0,25	0,17	0,14	0,17	0,25	0,25	0,36	0,34	0,37	0,29	<0.041	<0.043	<0.041	<0.042	0,054	<0.034	0,061	<0.041	<0.040	0,029	0,057	0,054
Métaldehyde	<0.42	<0.44	<0.40	<0.39	<0.39	<0.43	<0.39	<0.42	<0.41	<0.45	<0.41	<0.54	<0.41	<0.43	<0.41	<0.42	<0.41	<0.34	<0.41	<0.41	<0.40	<0.24	<0.41	<0.42
Oxadiazon	<0.017	<0.018	<0.016	<0.016	<0.016	<0.017	<0.016	<0.017	<0.017	<0.018	<0.016	<0.022	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.013	<0.016	<0.016	<0.016	<0.0096	<0.016	<0.017
Pendiméthaline	0,16	0,13	0,15	0,082	0,67	0,1	0,7	0,22	2,9	0,54	0,45	0,22	<0.041	0,41	0,099	<0.042	0,058	0,074	1,2	0,3	0,081	0,093	0,094	0,1
Perchlordécone (Mirex)	<0.017	<0.018	<0.016	<0.016	<0.016	<0.017	<0.016	<0.017	<0.017	<0.018	<0.016	<0.022	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.013	<0.016	<0.016	<0.016	<0.0096	<0.016	<0.017
Perméthrine	<0.42	<0.44	<0.40	<0.39	<0.39	<0.43	<0.39	<0.42	<0.41	<0.45	<0.41	<0.54	<0.41	<0.43	<0.41	<0.42	<0.41	<0.34	<0.41	<0.41	<0.40	<0.24	<0.41	0,62
Propiconazole	<0.042	<0.044	<0.040	<0.039	<0.039	<0.043	<0.039	<0.042	<0.041	<0.045	<0.041	<0.054	<0.041	<0.043	<0.041	<0.042	<0.041	<0.034	<0.041	<0.041	<0.040	<0.024	<0.041	<0.042
Prosulfocarbe	<0.017	<0.018	<0.016	<0.016	<0.016	<0.017	<0.016	<0.017	<0.017	<0.018	<0.016	<0.022	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.013	<0.016	<0.016	<0.016	<0.0096	<0.016	<0.017
Tébuconazole	<0.017	<0.018	<0.016	<0.016	<0.016	<0.017	<0.016	<0.017	<0.017	<0.018	<0.016	<0.022	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.017	<0.013	<0.016	<0.016	<0.016	<0.0096	0,023	<0.017
Tolylfluanide	<0.042	<0.044	<0.040	<0.039	<0.039	<0.043	<0.039	<0.042	<0.041	<0.045	<0.041	<0.054	<0.041	<0.043	<0.041	<0.042	<0.041	<0.034	<0.041	<0.041	<0.040	<0.024	<0.041	<0.042

Annexe Tableau 9 : Concentrations des pesticides en ng/g dans les poussières des écoles

ECHANTILLON	22.7035.2	22.7238.2	23.730.2	23.827.2	23.1299.2	23.1701.2	23.2196.2	23.2769.2	23.3752.2	23.4780.2	23.5261.2	23.5804.2	22.7035.4	22.7235.2	23.733.2	23.829.2	23.1297.2	23.1703.2	23.2194.2	23.2771.2	23.3754.2	23.4778.2	23.5260.2	23.5803.2
REFERENCE	C01_REc_ POU	C02_REc_ POU	C03_REc_ POU	C04_REc_ POU	C05_REc_ POU	C06_REc_ POU	C07_REc_ POU	C08_REc_ POU	C09_REc_ POU	C11_REC_ POU	C12_REc_ POU	C13_REc_ POU	C01_UEc_ POU	C02_UEc_ POU	C03_UEc_ POU	C04_UEc_ POU	C05_UEc_ POU	C06_UEc_ POU	C07_UEc_ POU	C08_UEc_ POU	C09_UEc_ POU	C11_UEc_ POU	C12_UEc_ POU	C13_UEc_ POU
Campagne	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C11	C12	C13	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C11	C12	C13
REF	REc	REc	REc	REc	REc	REc	REc	REc	REc	REC	REc	REc	UEc	UEc	UEc	UEc	UEc	UEc	UEc	UEc	UEc	UEc	UEc	UEc
Masse stockée à 100µm (g)	3,837	2,264	2,157	1,639	0,972	2,391	0,191	0,641	2,442	0,278	2,45	2,251	1,107	2,161	0,929	1,659	1,873	0,701	0,609	1,851	2,034	0,186	1,49	0,216
2,4 D	14	<10	12	<10	16	13	16	11	12	<13	<10	16	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	11	<10	11	<10	<10
2,4-MCPA	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<31	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25
Acétochlore	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<31	<25	<25	Annulé	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25
Aldrine	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	3,0	<2.0	<2.0	<8.0	<2.0	<8.0
AMPA	<25	103	412	384	253	537	454	495	401	225	160	239	239	143	225	111	41	42	151	164	148	191	148	Annulé
Azoxystrobine	Présence	Présence	Présence	Présence	61	6,9	2,9	8,4	7,3	7,7	6,3	3,6	9,5	4,6	3,4	2,4	1,9	1,6	7,9	3,5	1,7	1,4	4,5	2,7
Bifenthrine	13	<5.0	16	<5.0	42	58		8,7	29		52	31	<5.0	<5.0	39	15	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<20.0	<5.0	<20.0
Butraline	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<20.0	<5.0	<20.0
Chlordane (cis)	<2.0	<2.0	2,3	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	2,4		<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	2,9	<2.0	<2.0	<2.0	3,3	<2.0	<2.0	<8.0	<2.0	<8.0
Chlordane (trans)	<2.0	<2.0	3,3	<2.0	<2.0	<2.0		2,0	4,2		<2.0	<2.0	4,0	<2.0	3,1	<2.0	<2.0	<2.0	5,0	<2.0	<2.0	<8.0	<2.0	<8.0
Chlordécone	97	86	135	113	85	60	65	71	94	51	77	112	8,1	<8.0	14	11	<8.0	<8.0	<8.0	<8.0	<8.0	<8.0	<8.0	<8.0
Chlorothalonil	<10	<10	<10	<10	<10	<10		<10	<10		<10	<10	15	<10	11	<10	12	<10	<10	<10	<10	<40	<10	<40
Chlorpyrifos-éthyl	5,3	8,8	7,7	<5.0	7,9	8,7		7,6	5,5		<5.0	5,1	11	<5.0	67	9,3	12	11	14	12	11	<20.0	9,2	<20.0
Cyperméthrine	609	1 479	627	945	518	369		755	559		274	239	1 222	1 430	89 429	546	2 376	869	1 008	1 442	1 270	1 712	1 204	1 570
Deltaméthrine	25	<10	79	<10	69	30		22	33		16	11	12	<10	<10	58	13	<10	<10	<10	<10	<40	<10	<40
Dichloran	21	75	39	24	38	27		36	14		26	33	57	58	217	20	236	29	82	71	38	86	40	73
Dicofol	<10	<10	<10	<10	<10	<10		<10	<10		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<40	<10	<40
Dieldrine	<5.0	<5.0	5,9	12	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	5,4	6,8	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<20.0	<5.0	<20.0
Difénoconazole	432	380	368	221	304	137	199	159	203	92	160	188	218	108	281	132	27	23	31	27	31	177	235	232
Diméthoate	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<20.0	<5.0	<20.0
Diméthomorphe	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	0,4	0,4	0,4	<0.20	0,7	0,3	0,9	1,0	<0.20	0,5	<0.20	<0.20	2,3	<0.20	<0.20	0,8	0,6	0,6	0,9	1,1
Endrine	<20	<20	<20	<20	<20	<20		<20	<20		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<80	<20	<80
Éthion	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<8.0	<2.0	<8.0
Fénarimol	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<20.0	<5.0	<20.0
Fenpropidine	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<3.1	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Fipronil	<5	<5	<5	86	<5	<5		<5	20		5,0	7,0	9,0	2 452	42	<5	10	14	9,0	11	7,0	<20	14	<20
Flumétralin	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<20.0	<5.0	<20.0
Fluopyram	16	56	19	13	38	17	31	600	106	14	15	13	35	56	26	13	10	11	8,4	86	32	8,0	7,1	55
Fluroxypyr	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	6,7	<6.3	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
gamma-HCH (lindane)	5,6	<5.0	6,5	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0		5,4	<5.0	<5.0	<5.0	9,4	<5.0	<5.0	<5.0	5,5	<5.0	<5.0	<20.0	<5.0	<20.0
Glufosinate d'ammonium	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25
Glyphosate	27	753	314	187	210	176	138	253	159	558	168	174	<25	<25	62	39	<25	<25	103	<25	67	51	39	Annulé
Heptachlore	2,6	<2.0	3,3	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	2,2	<2.0	3,5	<2.0	<2.0	<2.0	2,2	<2.0	<2.0	<8.0	<2.0	<8.0
Imidaclopride	1,6	16	6,3	2,5	5,1	2,6	4,0	1,3	1,2	3,7	1,0	0,7	2,9	4,5	8,4	5,8	60	9,8	39	30	9,5	7,2	12	8,9
lambda-Cyhalothrine	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	136	<5.0	5,0	<5.0	5,7	<5.0	<5.0	<20.0	<5.0	<20.0
Métalaxyle (formes Métalaxyle et m-Métalaxyle)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.3	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Métaldehyde	<50	<50	<50	<50	<50	<50		<50	<50		<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<200	<50	<200
Métolachlore (dont S-Métolachlore)	29	21	9,9	11	21	15	16	16	29	20	11	13	4,7	4,0	3,9	3,0	2,5	3,5	6,9	13	5,5	6,1	2,3	2,8
Métrafénone	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.3	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	4,8	<1.0	<1.0	<1.0
Métribuzine	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<3.1	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Myclobutanil	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.63	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Oryzalin	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<6.3	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Oxadiazon	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	13	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<8.0	<2.0	<8.0
Pendiméthaline	9,4	5,9	11	<5.0	15	6,3		10	30		16	15	7,6	<5.0	9,1	6,6	<5.0	5,1	11	14	11	<20.0	6,9	<20.0
Perchlordécone (Mirex)	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<8.0	<2.0	<8.0
Perméthrine	522	1 741	607	568	768	373		687	593		741	473	2 065	42 611	1 422	520	4 115	4 213	1 226	1 418	1 452	6 792	3 534	11 385
Pipéronyl butoxyde (PBO)	193	540	143	141	293	165		902	219		149	89	432	202	320	89	206	223	168	459	345	641	1 184	2 215
Propiconazole	89	25	91	97	117	76		267	163		50	83	32	148	159	60	<5.0	93	31	47	37	<20.0	35	<20.0
Propyzamide	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.3	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Prosulfocarbe	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		<2.0	<2.0		<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<8.0	<2.0	<8.0
Pyrimicarbe	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.25	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Tébuconazole	17	7,0	14	7,7	30	9,7		13	27		15	38	9,9	8,9	134	6,4	21	28	13	14	11	16	9,1	8,5
Tébuthiuron	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.25	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Terbutryne	31	38	Présence	25	38	14	20	26	30	33	70	94	52	35	52	45	34	64	21	20	29	77	58	66
Tolylfluanide	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		<5.0	<5.0		<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<20.0	<5.0	<20.0
Triclopyr	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<313	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250
Trifloxystrobine	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<16	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13

Annexe 13 : Hiérarchisation des pesticides en termes de santé publique

Annexe Figure 6 : Résultat de la hiérarchisation des pesticides en termes de santé publique. a) Ratio CairP95/DJA, b) Ratio CpousP95/DJA, c) Classement toxicologique par détection dans l'air, d) Classement toxicologique par détection dans les poussières

	Nombre de substances	Répartition selon la FD					
		FD = 100 %	99% <FD< 80%	79% <FD< 60%	59% <FD< 40%	39 % <FD< 20%	19% <FD< 0%
	34*	1	3	2	2	4	22
Ranking par ratio							
5	0						
4	0						
3	0						
2	12		**Lindane (L)**	Chlorpyrifos-éthyl (L) Lindane (E)	Cyperméthrine (L)	Dieldrine (L) Heptachlore (L) Perméthrine (L)	Dieldrine (E) Endrine (E), (L) Heptachlore (E) PBO (L)
1	22	**Pendiméthaline (L)**	**Dichloran (L)** **Pendiméthaline (E)**		Propiconazole (L)	Chlordane (trans) (L)	Aldrine (E), (L) Chlordane (trans) (E) Chlordane (cis) (E), (L) Chlorothalonil (E), (L) Chlorpyrifos-éthyl (E) Cyperméthrine (E) Dichloran (E) Perméthrine (E) PBO (E) Propiconazole (E) Tébuconazole (E), (L) Tolylfluanide (E), (L)

* 17 substances ont été détectées dans les écoles et logements. Les données sont présentées par lieu (E) Ecole et (L) Logement

	Nombre de substances	Répartition selon la FD					
		FD = 100 %	99% <FD< 80%	79% <FD< 60%	59% <FD< 40%	39 % <FD< 20%	19% <FD< 0%
	68*	23	4	6	9	4	22
Ranking par ratio							
5	3	**Cyperméthrine (L)**		Fipronil (L)	Chlordécone (L)		
4	6	**Cyperméthrine (E)** **Perméthrine (E), (L)**		Chlordécone (E)	Fipronil (E)		Dieldrine (L)
3	17	**Dichloran (E), (L)** **Difénoconazole (E), (L)** **PBO (L)** **Propiconazole (L)** **Terbutryne (L)**	**Fluopyram (L)**	Chlorpyrifos-éthyl (E)	Chlorpyrifos-éthyl (L)	Heptachlore (E)	Aldrine (E), (L) Dieldrine (E) Heptachlore (E) Perchlordécone (E), (L)
2	33	**Azoxystrobine (L)** **Fluopyram (E)** **Glyphosate (L)** **Imidaclopride (E)** **Métolachlore total (E), (L)** **PBO (E)** **Tébuconazole (E), (L)** **Terbutryne (E)**	Imidaclopride (L) Propiconazole (E)	Glyphosate (E) Pendiméthaline (E)	2,4 D (E) Bifenthrine (E) Deltaméthrine (E), (L) Pendiméthaline (L)	2,4 D (L) Chlordane (trans) (E) Lindane (E)	Bifenthrine (L) Chlordane (cis) (E), (L) Chlordane (trans) (L) Chlorothalonil (E), (L) Lambda-Cyhalothrine (E), (L) Lindane (L) Oxadiazon (E), (L)
1	9	**AMPA (L)** **Azoxystrobine (E)**	AMPA (E)	Diméthomorphe (L)	Diméthomorphe (E)		Métalaxyle (E), (L) Pyrimicarbe (E), (L)

	Nombre de substances	Répartition selon la FD					
		FD = 100 %	99% <FD< 80%	79% <FD< 60%	59% <FD< 40%	39 % <FD< 20%	19% <FD< 0%
	34*	1	3	2	2	4	22
Ranking par toxicité							
5	0						
4	0						
3	20	**Pendiméthaline (L)**	**Lindane (L)** **Pendiméthaline (E)**	**Lindane (E)**	Propiconazole (L)	Chlordane (trans) (L) Dieldrine (L) Heptachlore (L)	Aldrine (E), (L) Chlordane (cis) (E), (L) Chlordane (trans) (E) Chlorothalonil (E), (L) Dieldrine (E) Heptachlore (E) Propiconazole (E) Tébuconazole (E), (L)
2	4					Perméthrine (L)	Endrine (E), (L) Perméthrine (E)
1	10		**Dichloran (L)**	Chlorpyrifos-éthyl (L)	Cyperméthrine (L)		Cyperméthrine (E) Dichloran (E) PBO) (E) (L) Tolylfluanide (E), (L) Chlorpyrifos-éthyl (E)

* 17 substances ont été détectées dans les écoles et logements. Les données sont présentées par lieu (E) Ecole et (L) Logement

	Nombre de substances	Répartition selon la FD					
		FD = 100 %	99% <FD< 80%	79% <FD< 60%	59% <FD< 40%	39 % <FD< 20%	19% <FD< 0%
	68*	23	4	6	9	4	22
Ranking par toxicité							
5	3						
4	6						Perchlordécone (E), (L)
3	17	**Difénoconazole (E), (L)** **Métolachlore total (E), (L)** **Propiconazole (L)** **Tébuconazole (E), (L)**	**Propiconazole (E)**	**Chlordécone (E)** **Diméthomorphe (L)** **Pendiméthaline (E)**	Bifenthrine (E) Chlordécone (L) Diméthomorphe (E) Pendiméthaline (L)	Heptachlore (E) Chlordane (trans) (E) Lindane (E)	Aldrine (E), (L) Bifenthrine (L) Chlordane (cis) (E), (L) Chlordane (trans) (L) Chlorothalonil (E), (L) Dieldrine (E), (L) Heptachlore (E) Lindane (L)
2	33	**Glyphosate (L)** **Perméthrine (E), (L)**		Glyphosate (E)	2,4 D (E) Deltaméthrine (E), (L)	2,4 D (L)	
1	9	**AMPA (L)** **Azoxystrobine (E), (L)** **Cyperméthrine (E), (L)** **Dichloran (E), (L)** **Fluopyram (E)** **Imidaclopride (E)** **PBO (E), (L)** **Terbutryne (E), (L)**	AMPA (E) Fluopyram (L) Imidaclopride (L)	Chlorpyrifos-éthyl (E) Fipronil (L)	Chlorpyrifos-éthyl (L) Fipronil (E)		Métalaxyle (E), (L) Pyrimicarbe (E), (L) Lambda-Cyhalothrine (E), (L) Oxadiazon (E), (L)