



Madininair
votre parten'air en Martinique

EVALUATION DE PESTICIDES DANS L'AIR EN MARTINIQUE EN MILIEU URBAIN ET RURAL

•2021-2022•



Evaluation de pesticides dans l'air en Martinique en milieu urbain et rural

2021 – 2022

Madininair : Observatoire de la Qualité de l'Air




Rapport édité sous système de management de la qualité
certifié AFAQ ISO 9001 : 2015

	Rédaction	Vérification/Approbation
Nom	K.RAMASSAMY	C.BOULLANGER
Qualité	Ingénieure d'études	Responsable études
Visa		

• SOMMAIRE •

I. Lexique	5
II. Contexte et objectifs	7
III. Description des sites	8
III.1 Site rural	9
III.2 Site péri-urbain	10
III.1 . Site urbain.....	11
IV. Description des substances recherchées.....	12
V. Description des méthodes de prélèvements.....	15
V.1 Méthode et durée d'échantillonnage	15
V.1.1 Prélèvements des substances semi volatils.....	15
V.1.2 Prélèvements des substances polaires	15
V.2 Fréquence d'échantillonnage	16
VI. Résultats des mesures	17
VI.1 Analyse quantitative globale	17
VI.1.1 Fréquence de détection	17
VI.1.2 Fréquence de quantification	19
VI.1.3 Statistiques annuelles	22
VI.2 Etude de la distribution des données de quantification annuelles.....	25
VI.2.1 Distribution des fréquences de quantification et concentrations moyennes annuelles selon le profil agricole majoritaire	25
VI.2.1.a Bilan analytique en fonction du profil agricole : Arboricultures (Macouba et Saint Joseph).....	25
VI.2.1.b Bilan analytique en fonction du profil agricole : Grandes cultures (Lamentin)	26
VI.2.2 Distribution des fréquences de quantification et concentrations moyennes annuelles selon la typologie des sites.....	29
VI.2.2.a Bilan analytique en fonction de la typologie de site : rural (Macouba).....	29
VI.2.2.b Bilan analytique en fonction de la typologie de site : péri-urbain (Site de Saint-Joseph)	30
VI.2.2.a Bilan analytique en fonction de typologie de site : urbain (Lamentin).....	31



VI.2.3 Distribution des fréquences de quantification selon le profil agricole, la typologie des sites et l'usage des substances.....	33
VI.3 Etude de la distribution temporelle	34
VI.3.1 Variation temporelle des substances selon la typologie du site	34
VI.3.2 Variations temporelles selon l'usage des substances et la typologie du site.....	36
VI.3.2.a Evolution temporelle des herbicides en milieu rural	36
VI.3.2.a Evolution temporelle des herbicides en milieu péri-urbain.....	38
VI.3.2.b Evolution temporelle des herbicides en milieu urbain	39
VI.3.2.c Evolution temporelle des fongicides en milieu rural	41
VI.3.2.a Evolution temporelle des fongicides en milieu urbain.....	42
VI.3.2.b Evolution temporelle des insecticides en milieu urbain	44
VI.3.3 Variations des concentrations en fonction de la pluviométrie	45
VII. Bilan.....	47
VIII. Conclusion.....	51

I. Lexique

Pesticides : Le terme de pesticide est une appellation générique désignant toute substance chimique minérale ou organique capable de contrôler, repousser ou détruire des organismes jugés nuisibles par l'Homme. Les molécules peuvent être d'origine naturelle ou synthétisées en laboratoire et sont utilisées dans différents domaines de l'activité humaine.

Règlementairement, on distingue deux catégories de pesticides selon leurs usages :

- Les produits phytosanitaires sont employés pour la protection des végétaux, dans le domaine de l'agriculture ou pour l'entretien d'espaces verts, de voiries ou de jardins d'ornement.
- Les biocides sont utilisés pour la conservation du bois, le traitement des bâtiments, la démolition, l'élimination domestique d'insectes ou encore la protection de la santé vétérinaire.

Le mot pesticide fait référence soit à la substance active, c'est-à-dire la molécule chimique qui va agir directement sur l'organisme cible, soit à la préparation commerciale qui contient une ou plusieurs matières actives ainsi qu'un adjuvant. Ces derniers ont pour fonction de modifier les caractéristiques physicochimiques de la préparation pour améliorer l'efficacité du produit, en favorisant par exemple sa pénétration sur la cible ou sa persistance dans le milieu.


Substances semi-volatiles : ces substances ont la caractéristique physico-chimique de se répartir à la fois dans l'air, en phases gazeuse et particulaire, et dans les poussières déposées au sol. Ainsi, la technique de mesure pour échantillonner ces composés dispose d'une mousse qui fixe la phase gazeuse, couplée à un filtre qui capte la phase particulaire (particules dont le diamètre est inférieur à 10 μ m).

Substances polaires : Une molécule est polaire si les positions moyennes des charges partielles positives et négatives ne sont pas confondues. Une molécule est apolaire (non polaire) dans le cas contraire. La géométrie de la molécule aura donc une importance dans la polarité des molécules. Dans ce rapport, on parlera de molécules polaires pour l'Acide aminométhylphosphonique (AMPA), le Glyphosate et le Glufosinate ammonium

Limite de détection : La limite de détection d'une méthode est la plus basse concentration pour un composé, analysé dans une matrice réelle, qui, lorsque traité à travers toutes les étapes d'une méthode complète, produit un signal détectable avec une fiabilité définie, statistiquement différent de celui produit par un « blanc » dans les mêmes conditions.

Limite de quantification : La limite de quantification correspond à la concentration minimale qui peut être quantifiée à l'aide d'une méthode d'analyse avec une fiabilité définie.

Fréquence de détection : La fréquence de détection (FD) est nombre d'analyses supérieures à la limite de détection en fonction du nombre total d'analyse



Fréquence de quantification : La fréquence de quantification (FQ) est nombre d'analyses quantifiées en fonction du nombre total d'analyse.

II. Contexte et objectifs

Madininair a participé en 2018-2019, à une campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air (CNEP). Cette campagne, pilotée par l'Anses et l'INERIS, a permis d'échantillonner les pesticides en France suivant une méthodologie homogénéisée. Elle a ciblé 75 substances actives, sur plus de 50 points de mesure réparties sur le territoire dont les DOM. Parmi ces 75 substances, la recherche des composés polaires tels que le Glyphosate n'a toutefois été recherchée que sur 8 territoires de la Métropole, jugés comme prioritaires.

D'envergure nationale, cette étude a permis un traitement statistique des données de pesticides à l'échelle de la France, et ainsi de valider le protocole de mesure et le besoin de mise en place d'une surveillance pérenne des pesticides dans l'air dans chaque région française.

En parallèle de la mise en place d'une surveillance des pesticides sur le territoire martiniquais, une amélioration des connaissances sur la dynamique spatiale et la mesure des composés non mesurés pendant la CNEP paraissent essentielles. Ainsi, Madininair a mené une étude des pesticides dans l'air, complémentaires à celui de la CNEP permettant :

- Une interprétation des données sur la Martinique
 - Détection et quantification des composés polaires et apolaires
 - Représentativité spatiale et temporelle des données
 - Comparaison des sites entre eux (étude comparative rural/urbain/péri-urbain)
 - Comparaison aux données issues de la CNEP
 - Recoupement avec les paramètres météo, d'utilisation et de pratiques agricoles
- Améliorer les connaissances des pesticides dans l'air et ainsi orienter la mise en place d'une surveillance en Martinique
 - Choix des sites représentatifs de la région en comparant les détections et quantifications sur les sites de type urbain ou rural
 - Vérification de la temporalité des mesures sur la région

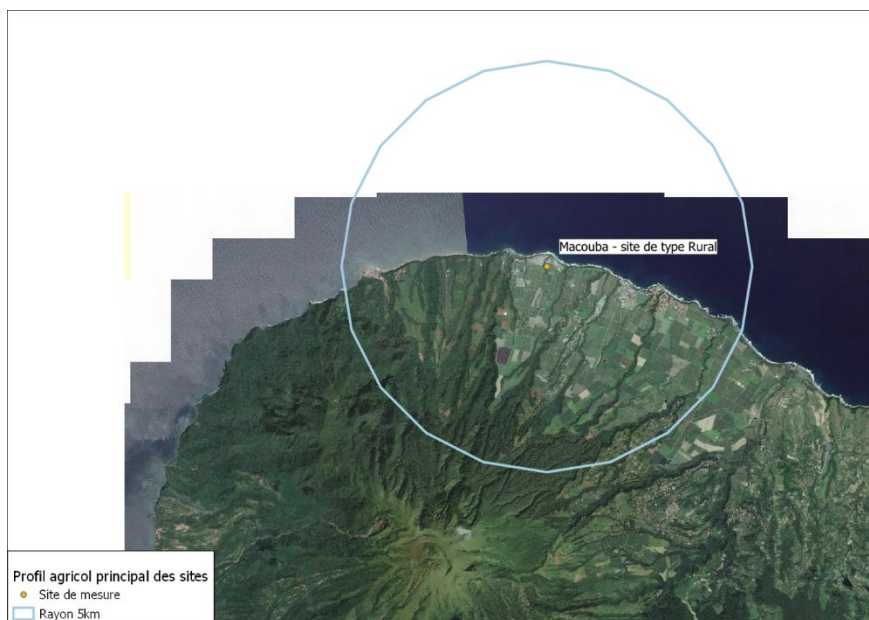
III. Description des sites

Pour cette étude et la surveillance annuelle, trois sites de mesure ont été sélectionnés :

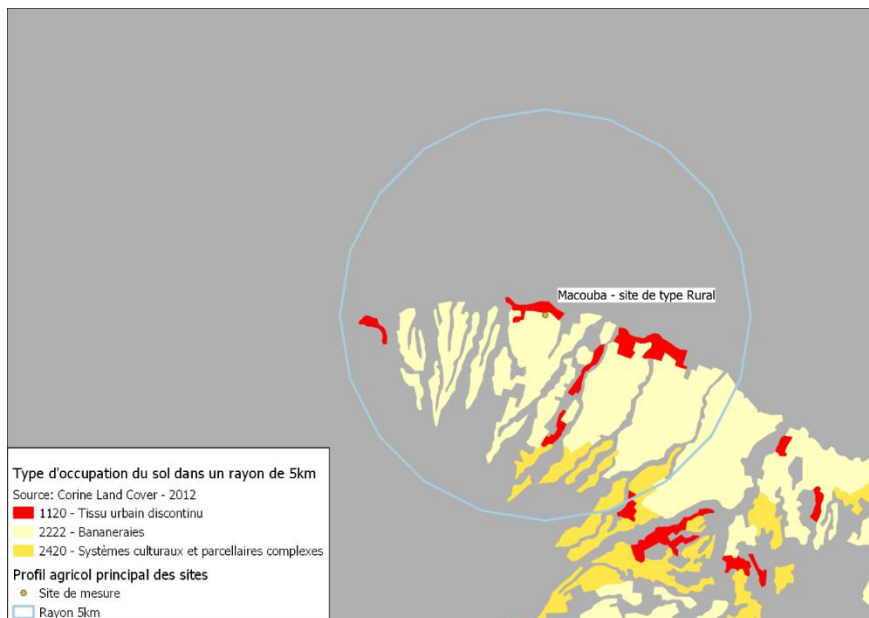
- **Un site situé en milieu rurale agricole dans la commune du Macouba** : Ce site a participé à la CNEP en 2018-2019. Dans cette zone, plusieurs types de surfaces agricoles ont été recensées (Maraichage, canne à sucre, banane)
- **Le site situé en milieu péri urbain dans la commune de Saint-Joseph** : les résultats des mesures effectuées dans le cadre de la surveillance des pesticides en Martinique, sur le site péri-urbain de Saint Joseph seront également présentés à titre comparatif.
- **Un site situé en milieu urbain dans la commune du Lamentin** : Ce site est implanté dans le quartier Four à Chaux du Lamentin qui dispose également d'une station de fond de mesure de la pollution urbaine

III.1 Site rural

Le site rural choisi se situe dans la commune du Macouba. Sur ce site, des mesures en composés semi-volatils et en composés polaires ont été effectuées.



Carte III-1 : Implantation du site de mesure péri-rural

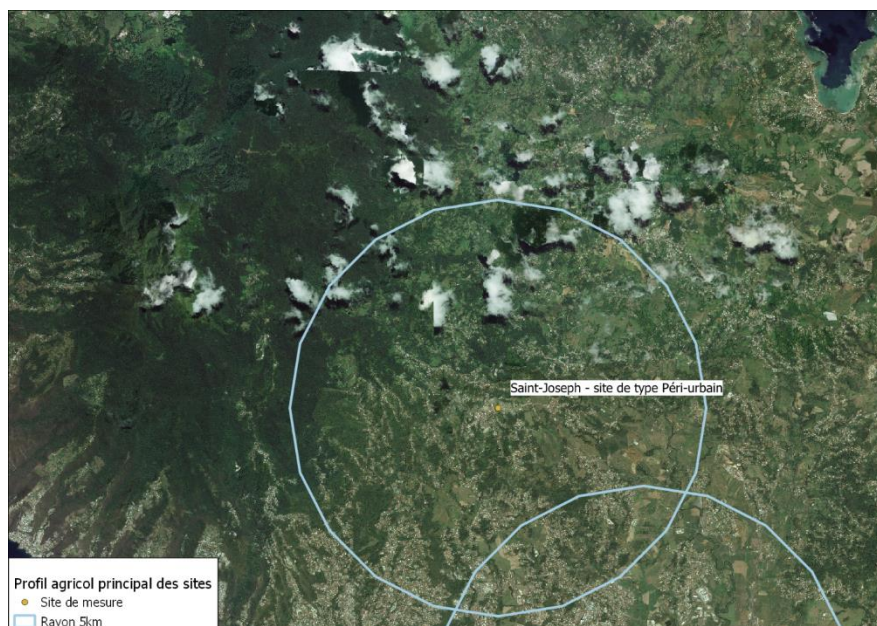


Carte III-2 : Occupation du sol dans un rayon de 5km autour du site de mesure rural

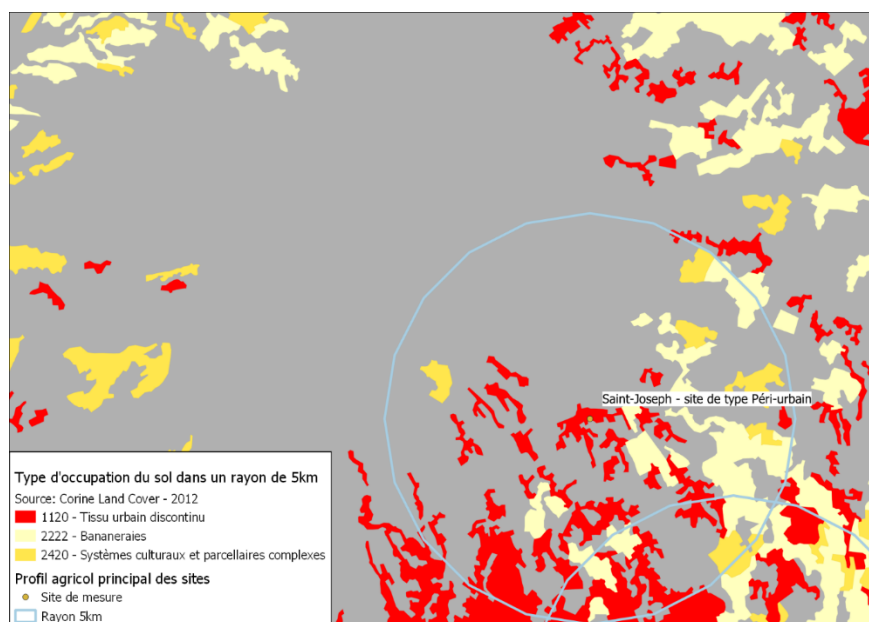
La population de la commune du Macouba est de 1087 habitants. Dans le rayon de 5km, la culture dominante est l'arboriculture (vergers), la part de la zone urbanisée est de 2.8% pour une population de 4 784 habitants. La parcelle la plus proche est à une distance de 58 mètres

III.2 Site péri-urbain

Le site péri-urbain choisi se situe dans la commune de Saint Joseph. Sur ce site, des mesures en composés semi-volatils et en composés polaires ont été effectuées.



Carte III-3 : Implantation du site de mesure péri-urbain



Carte III-4 : Occupation du sol dans un rayon de 5km autour du site de mesure péri-urbain

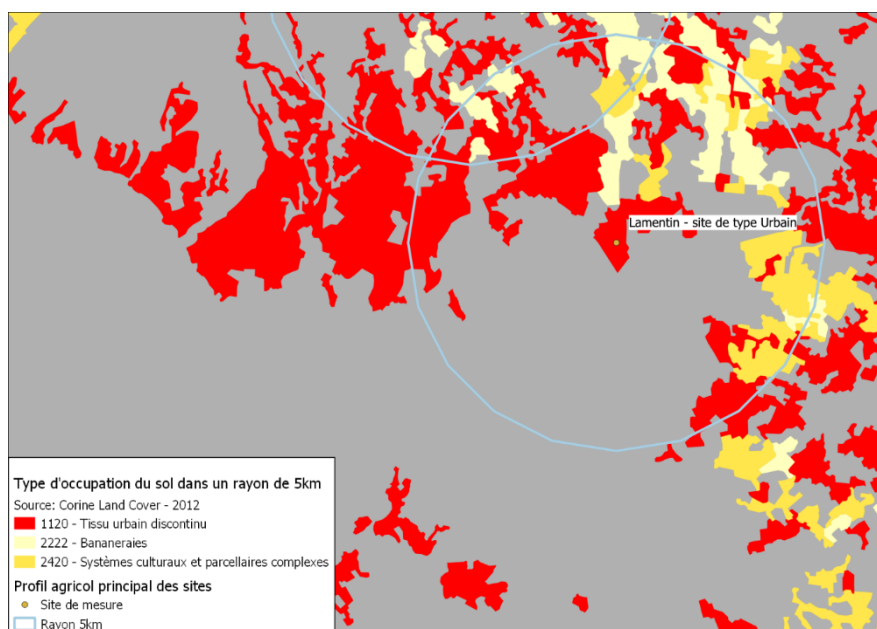
La population de la commune de Saint Joseph est de 16 494 habitants. Dans le rayon de 5km, la culture dominante est l'arboriculture (vergers), la part de la zone urbanisée est de 13% pour une population de 35 987 habitants. La parcelle la plus proche est à une distance de 250 mètres.

III.1 . Site urbain

Le site urbain choisi se situe dans la commune du Lamentin. Sur ce site, des mesures en composés semi-volatils ont été effectuées.



Carte III-5 : Implantation du site de mesure urbain



Carte III-6 : Occupation du sol dans un rayon de 5km autour du site de mesure urbain

La population de la commune du Lamentin est de 40 033 habitants. Dans le rayon de 5km, la culture dominante est la grande culture. La parcelle la plus proche est à une distance de 720 mètres.

IV. Description des substances recherchées

Le choix des pesticides recherchés a tenu compte des substances détectées lors de la CNEP mais également des substances utilisées en Martinique, dans les différents domaines d'activité (agricole, ménager, traitement des bâtiments...). Les composés qui ne sont plus utilisés actuellement ont également été recherchés. De plus, les composés polaires, non recherchés dans les DROM pendant la CNEP, ont également été mesurés (glyphosate, glufosinate et AMPA).

La liste des substances recherchées se décompose en **81 substances semi-volatils et 3 substances polaires**.

- Substances semi-volatils

Usage	Numéro CAS	Molécule	Substance interdite ou non utilisée dans les traitements agricoles en France au début des campagnes de mesure	Substance autorisée en usage biocide au début des campagnes de mesure
Fongicide	131860-33-8	Azoxystrobine		
	188425-85-6	Boscalid		
	1897-45-6	Chlorothalonil		
	94361-06-5	Cyproconazole		x
	121552-61-2	Cyprodinil		
	99-30-9	Diclorane	x	
	119446-68-3	Difenoconazole		
	110488-70-5	Dimethomorphe		
	133855-98-8	Epoxiconazole		
	60168-88-9	Fenarimol	x	
	67306-00-7	Fenpropidine		
	79622-59-6	Fluazinam		
	658066-35-4	Fluopyram		
	133-07-3	Folpel		x
	36734-19-7	Iprodione	x	
	88671-89-0	Myclobutanil		
	87-86-5	Pentachlorophenol	x	
	67747-09-5	Prochloraz		
	60207-90-1	Propiconazole		x
	53112-28-0	Pyrimethanil		
118134-30-8	Spiroxamine			
107534-96-3	Tebuconazole		x	
731-27-1	Tolyfluanide	x		
55219-65-3	Triadimenol			
141517-21-7	Trifloxystrobine			
Herbicide	1928-43-4	2,4-D (ESTERS)		
	1320-15-6	2,4-DB (ESTERS)		
	34256-82-1	Acetochlore	x	
	1689-99-2	Bromoxnyl octanoate		
	33629-47-9	Butraline	x	
	16118-49-3	Carbetamide		

Usage	Numéro CAS	Molécule	Substance interdite ou non utilisée dans les traitements agricoles en France au début des campagnes de mesure	Substance autorisée en usage biocide au début des campagnes de mesure
	101-21-3	Chlorprophame		
	81777-89-1	Clomazone		
	83164-33-4	Diflufenicanil		
	163515-14-8	Dimethenamide(-p)		
	330-54-1	Diuron	x	x
	62924-70-3	Flumetraline		
	2164-08-1	Lenacil		
	330-55-2	Linuron	x	
	41394-05-2	Metamitrone		
	67129-08-2	Metazachlore		
	87392-12-	Metolachlore(-s)		
	21087-64-9	Metribuzine		
	19044-88-3	Oryzalin		
	19666-30-9	Oxadiazon	x	
	42874-03-3	Oxyfluorfe		
	40487-42-1	Pendimethaline		
	23950-58-5	Propyzamide		
	52888-80-9	Prosulfocarbe	x	
	90717-03-6	Quinmerac		
	34014-18-1	Tebuthiuron	x	
	335104-84-2	Tembotrione		
	886-50-0	Terbutryne	x	x
	2303-17-5	Triallate		
55335-06-3	Triclopyr (ester)			
Insecticide	309-00-2	Aldrine		
	82657-04-3	Bifenthrine	x	x
	28772-56-7	Bromadiolone		x
	57-74-9	Chlordane	x	
	143-50-0	Chlordecone	x	
	2921-88-2	Chlorpyriphos ethyl		
	5598-13-0	Chlorpyriphos methyl		
	52315-07-8	Cypermethrine		x
	52918-63-5	Deltamethrine		x
	115-32-2	Dicofol	x	
	60-57-1	Dieldrine	x	
	60-51-5	Dimethoate	x	
	72-20-8	Endrine	x	
	563-12-2	Ethion	x	
	13194-48-4	Ethoprophos	x	
	80844-07-1	Etofenprox		x
	120068-37-3	Fipronil	x	x
	76-44-8	Heptachlore	x	
	138261-41-3	Imidaclopride		
	91465-08-6	Lambda cyhalothrine		x
58-89-9	Lindane	x		

Usage	Numéro CAS	Molécule	Substance interdite ou non utilisée dans les traitements agricoles en France au début des campagne de mesure	Substance autorisée en usage biocide au début des campagnes de mesure
	2385-85-5	Mirex	x	
	52645-53-1	Permethrine	x	x
	732-11-6	Phosmet		
	51-03-6	Piperonyl butoxide (PBO)		x
	23103-98-2	Pyrimicarbe		

- Substances polaires

Usage	Numéro CAS	Molécule	Substance interdite ou non utilisée dans les traitements agricoles en France au début des campagne de mesure	Substance autorisée en usage biocide au début des campagnes de mesure
Métabolite	1066-51-9	Acide aminomethylphosphonique (AMPA)		
Herbicide	1071-83-6	Glyphosate		
	77182-82-2	Glufosinate ammonium		

On relèvera que sur l'ensemble des substances, un tiers faisait l'objet, au début de la campagne de mesure, d'une interdiction d'usage phytosanitaire en France, depuis une durée variable selon la substance considérée.

Parmi celles-ci :

- 5 étaient néanmoins autorisées pour un usage phytosanitaire au niveau d'autres pays européen (Bifenthrine, Diméthoate, Diuron, Ethoprophos, Flumétraline)
- 5 étaient autorisées pour uniquement un usage biocide (Bifenthrine, Diuron, Fipronil, Permethrine, Terbutryne).

V. Description des méthodes de prélèvements

V.1 Méthode et durée d'échantillonnage

V.1.1 Prélèvements des substances semi volatils



Les mesures sont réalisées à l'aide d'un préleveur d'air PARTISOL, fonctionnant à bas débit ($1 \text{ m}^3/\text{h}$) avec une tête de prélèvement de coupure granulométrique $10 \mu\text{m}$ (PM10). Les prélèvements sont hebdomadaires. L'air aspiré passe au travers d'une cartouche contenant des matières filtrantes (mousses PUF en polyuréthane et filtres en microfibres de quartz) qui piège les pesticides. Ces cartouches sont ensuite analysées en laboratoire.

V.1.2 Prélèvements des substances polaires



Les mesures sont réalisées à l'aide d'un préleveur d'air DA80, fonctionnant à haut débit ($30 \text{ m}^3/\text{h}$) avec une tête de prélèvement de coupure granulométrique $10 \mu\text{m}$ (PM10) sur une durée de 48h. L'air aspiré passe au travers d'un filtre qui piège les substances. Ces filtres sont ensuite analysés en laboratoire.

Pour s'affranchir de l'artéfact lié à la méthode analytique et ainsi permettre la comparaison des mesures avec celles réalisées durant la CNEP, les analyses ont été effectuées par le même laboratoire d'analyse que pendant la CNEP, IANESCO.

V.2 Fréquence d'échantillonnage

Le choix a priori d'une fréquence de prélèvements régulière sur toute l'année a été fait, avec toutefois un renforcement des prélèvements entre juin et novembre qui correspond à la période maximale d'utilisation des produits phytosanitaires en Martinique (période humide, des pluies plus intenses).

Composés	Site	Sept-21	Oct-21	Nov-21	Déc-21	Janv-22	Févr-22	Mars-22	Avr-22	Mai-22	Juin-22	Total échantillons
Semi volatils	Rural		3	3	2	2	1	2		1		14
	Urbain	2		1	3	1	2	3	2	3		17
	Péri urbain	2	2	1	1	1	1	2	1	2	3	16
Polaires	Rural		3	8	3	2	2	3	4	4	3	32
	Péri urbain	4	4		1	1	1	4	2	3	2	22

Tableau V-1 : Fréquence d'échantillonnage des différents sites de mesure

On relèvera également la proportion élevée des échantillons destinés à l'analyse des composés polaires, liée à la durée de l'échantillonnage qui nécessite plusieurs prélèvements pour couvrir une semaine.

VI. Résultats des mesures

VI.1 Analyse quantitative globale

Les données sont exploitées de façon quantitative en termes de fréquences de détection, de quantification et de concentrations, sur la période de mesure de septembre 2021 à juin 2022. Par ailleurs, ces exploitations sont agrégées à l'échelle régionale.

VI.1.1 Fréquence de détection

Pour chaque substance, les fréquences de détection ont été déterminées. La fréquence de détection est nombre d'analyses supérieures à la limite de détection en fonction du nombre total d'analyse.

Le tableau ci-dessous présente la répartition des substances en fonction de leur fréquence de détection.

Sur les 84 substances recherchées, on relève que 66 substances, (dont 23 interdites en usage phytosanitaire) n'ont jamais été détectées et donc 18 substances ont été détectées. Parmi ces substances détectées, 4 sont interdites.

La Terbutryne a une fréquence de détection de 2%, on notera que ce composé interdit, n'a jamais été détecté en métropole lors de la CNEP de 2019.

Autre composé interdit, détecté, est le Lindane à 17%. Il est précisé que bien qu'interdit en France depuis 1998, le Lindane fait partie des substances les plus fréquemment détectées compte-tenu de son statut de polluant organique persistant (POP) et sa très forte volatilité. Il est ainsi considéré comme un polluant très répandu dans l'air ambiant. Il est plus fréquemment détecté en métropole (FD>90%).

Le Pentachlorophénol et la Perméthrine, qui sont également des composés interdit, ont été détectés à une fréquence de 21%. A noter que la Perméthrine peut être utilisée en biocide.

Les substances détectées à plus de 30% sont le Glyphosate (31%), le Pendiméthaline (79%) et le S-Métolachlore (83%). Ces 3 composés ne sont pas des substances interdites.

FD=0 %	0.1<FD<10 %	10%<FD<20 %	20%<FD<30 %	30%<FD<70 %	70%<FD<80 %	FD>80 %
66 substances	8 substances	5 substances	2 substances	1 substance	1 substance	1 substance
2,4-DB (ESTERS)	Propiconazole	Difenoconazole	Pentachlorophenol	Glyphosate	Pendimethaline	Metolachlore(-s)
Acetochlore	Tebuconazole	Cypermethrine	Permethrine			
Aldrine	Terbutryne	Fluopyram				
Azoxystrobine	Triclopyr (ester)	Lindane				
Bifenthrine	Trifloxystrobine	Piperonyl butoxide (PBO)				
Boscalid	2,4-D (ESTERS)					
Bromadiolone	Chlorpyriphos ethyl					
Bromoxynil octanoate	Etofenprox					
Butraline						
Carbetamide						
Chlordane						
Chlordecone						
Chlorothalonil						
Chlorprophame						
Chlorpyriphos methyl						
Clomazone						
Cyproconazole						
Cyprodinil						
Deltamethrine						
Diclorane						
Dicofol						
Dieldrine						
Diflufenicanil						
Dimethenamide(-p)						
Dimethoate						
Dimethomorphe						
Diuron						
Endrine						
Epoxiconazole						
Ethion						
Ethoprophos						
Fenarimol						
Fenpropridine						
Fipronil						
Fluazinam						
Flumetraline						
Folpel						
Heptachlore						
Imidaclopride						
Iprodione						
Lambda cyhalothrine						
Lenacil						
Linuron						
Metamitron						
Metazachlore						
Metribuzine						
Mirex						
Myclobutanil						
Oryzalin						
Oxadiazon						
Oxyfluorfen						
Phosmet						
Prochloraz						
Propyzamide						
Prosulfocarbe						
Pyrimethanil						
Pyrimicarbe						
Quinmerac						
Spiroxamine						
Tebuthiuron						
Tembotrione						
Tolyfluanide						
Triadimenol						
Triallate						
AMPA						
Glufosinate ammonium						

Tableau VI-1 : Répartition des substances en fonction de leur fréquence de détection – en rouge les substances interdites

VI.1.2 Fréquence de quantification

Pour chaque substance, les fréquences de quantification ont été déterminées. La fréquence de quantification est nombre d'analyses quantifiées en fonction du nombre total d'analyse.

Le tableau ci-dessous présente la répartition des substances en fonction de leur fréquence de quantification.

On relève que 75 substances n'ont pas été quantifiées en Martinique.

Parmi les 4 substances interdites détectées (Terbutryne, Lindane, Pentachlorophénol et Perméthrine) seul le Pentachlorophénol a été quantifié à 2%.

Sur les 18 substances détectées, 9 substances ont été quantifiées :

Substances	Fréquence de quantification durant la campagne	Fréquence de quantification en métropole
2,4-D (ESTERS)	2%	<5%
Cypermethrine	2%	<5%
Pentachlorophénol	2%	<5%
Propiconazole	2%	NA
Difenoconazole	4%	NA
Fluopyram	6%	<5%
Glyphosate	7%	>50%
Pendiméthaline	55%	>60%
S-Métolachlore	66%	>30%

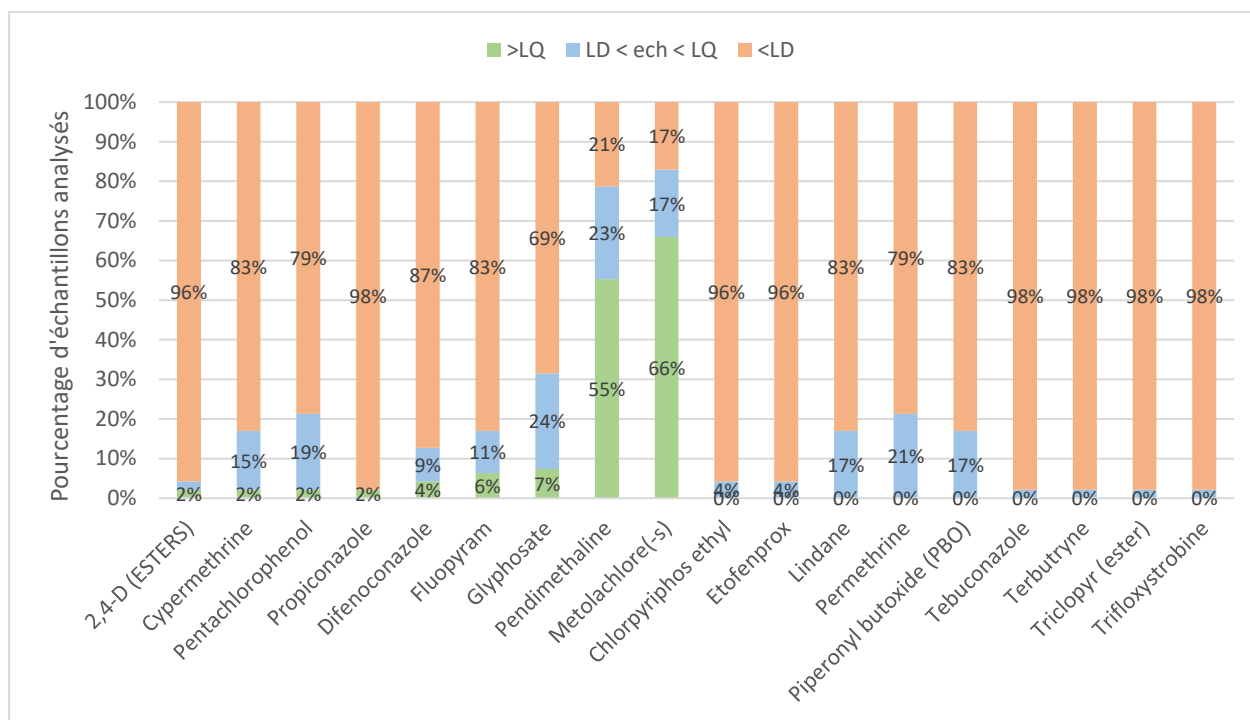
A noter que le Lindane et la Perméthrine respectivement détectés à 17% et 21%, n'ont pas été quantifiés.

2 substances sont recensées à une fréquence de quantification supérieure à 50%, le S-Métolachlore et le Pendiméthaline.

FQ=0 %	0.1<FQ<5%	5%<FQ<10 %	10%<FQ<50 %	50%<FQ<60 %	60%<FQ<70 %	FQ>70 %
75 substances	5 substances	2 substances	0 substance	1 substance	1 substance	0 substance
2,4 -DB (ESTERS)	2,4 -D (ESTERS)	Fluopyram		Pendimethaline	Metolachlore(-s)	
Acetochlore	Cypermethrine	Glyphosate				
AMPA	Pentachlorophenol					
Aldrine	Propiconazole					
Azoxystrobine	Difenoconazole					
Bifenthrine						
Boscalid						
Bromadiolone						
Bromoxynil octanoate						
Butraline						
Carbetamide						
Chlordane						
Chlordecone						
Chlorothalonil						
Chlorprophame						
Chlorpyrifos ethyl						
Chlorpyrifos methyl						
Clomazone						
Cyproconazole						
Cyprodinil						
Deltamethrine						
Diclorane						
Dicofol						
Dieldrine						
Diflufenicanil						
Dimethenamide(-p)						
Dimethoate						
Dimethomorphe						
Diuron						
Endrine						
Epoxiconazole						
Ethion						
Ethoprophos						
Etofenprox						
Fenarimol						
Fenpropidine						
Fipronil						
Fluazinam						
Flumetraline						
Folpel						
Glufosinate ammonium						
Heptachlore						
Imidaclopride						
Iprodione						
Lambda cyhalothrine						
Lenacil						
Lindane						
Linuron						
Metamitrone						
Metazachlore						
Metribuzine						
Mirex						
Myclobutanil						
Oryzalin						
Oxadiazon						
Oxyfluorfen						
Permethrine						
Phosmet						
Piperonyl butoxide (PBO)						
Prochloraz						
Propyzamide						
Prosulfocarbe						
Pyrimethanil						
Pyrimicarbe						
Quinmerac						
Spiroxamine						
Tebuconazole						
Tebuthiuron						
Tembotrione						
Terbutryne						
Tolyfluanide						
Triadimenol						
Triallate						
Triclopyr (ester)						
Trifloxystrobine						

Tableau VI-2 : Répartition des substances en fonction de leur fréquence de quantification

En complément, le graphique ci-dessous représente les fréquences de détection et de quantification, uniquement pour les substances détectées au moins une fois. L'ensemble des pourcentages indiqués sont définis par rapport au nombre total d'échantillons validés.



Graphique VI-1 : Répartition des fréquences de détection et de quantification pour les substances détectées au moins une fois

VI.1.3 Statistiques annuelles

Les règles de calcul suivantes ont été appliquées pour le calcul des différentes statistiques relatives aux concentrations :

- Une substance non détectée ($< LD^1$) s'est vu affecter une concentration nulle (égale à 0)
- Une substance non quantifiée ($< LQ^2$) s'est vu affecter une concentration égale à sa limite de quantification divisée par 2, pondérée par le volume du prélèvement considéré
- Concentration min : concentration hebdomadaire (ou sur 48 h pour les substances polaires) la plus faible mesurée lors de la campagne, sélectionnée uniquement sur les données quantifiées
- Concentration max : concentration hebdomadaire (ou sur 48 h pour les substances polaires) la plus élevée mesurée lors de la campagne
- Concentration moyenne annuelle

Les substances détectées sont identifiées par un surlignage jaune et les substances interdites sont en rouge dans le tableau.

¹ Limite de détection

² Limite de quantification

Substances	LD (ng/m ³)	LQ (ng/m ³)	Nbre d'analyse	Nbre d'analyse < LD	FD %	Nbre d'analyse >LD et <LQ	FQ %	Nbre de sites	Concentration min	Concentration max	Moyenne annuelle	C _{max} métropole	Moyenne annuelle métropole
2,4-D (ESTERS)	0.009	0.030	47	45	4%	1	2%	3	0.035	0.035	0.001	4.144	0.016
2,4-DB (ESTERS)	0.036	0.119	47	47	0%	0	0%	3			0		
Acetochlore	0.018	0.060	47	47	0%	0	0%	3			0		
Acide aminomethylphosph	0.022	0.074	54	54	0%	0	0%	2			0		
Aldrine	0.018	0.060	47	14	0%	0	0%	3			0		
Azoxystrobine	0.089	0.298	47	47	0%	0	0%	3			0		
Bifenthrine	0.009	0.030	47	47	0%	0	0%	3			0		
Boscalid	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Bromadiolone	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Bromoxynil octanoate	0.036	0.119	47	47	0%	0	0%	3			0		
Butraline	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Carbetamide	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Chlordane	0.179	0.595	47	47	0%	0	0%	3			0		
Chlordecone	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Chlorothalonil	0.071	0.238	47	47	0%	0	0%	3			0		
Chlorprophame	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Chlorpyrifos ethyl	0.018	0.060	47	45	4%	2	0%	3			0.001	1263	0.016
Chlorpyrifos methyl	0.036	0.119	47	47	0%	0	0%	3			0		
Clomazone	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Cypermethrine	0.071	0.238	47	39	17%	7	2%	3	0.311	0.311	0.024	3.899	0.010
Cyproconazole	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Cyprodinil	0.018	0.060	47	47	0%	0	0%	3			0		
Deltamethrine	0.036	0.119	47	47	0%	0	0%	3			0		
Diclorane	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Dicofol	0.089	0.298	47	14	0%	0	0%	3			0		
Dieldrine	0.089	0.298	47	47	0%	0	0%	3			0		
Difenoconazole	0.045	0.149	47	41	13%	4	4%	3	0.667	2.485	0.073	2.091	0.006
Diflufenicanil	0.009	0.030	47	47	0%	0	0%	3			0		
Dimethenamide(-p)	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Dimethoate	0.089	0.298	47	47	0%	0	0%	3			0		
Diméthomorphe	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Diuron	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Endrine	0.179	0.595	47	47	0%	0	0%	3			0		
Epoxiconazole	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Ethion	0.018	0.060	47	47	0%	0	0%	3			0		
Ethoprophos	0.036	0.119	47	47	0%	0	0%	3			0		
Etofenprox	0.018	0.060	47	45	4%	2	0%	3			0.001	0.084	0.0004
Fenarimol	0.018	0.060	47	47	0%	0	0%	3			0		
Fenpropidine	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Fipronil	0.036	0.119	47	47	0%	0	0%	3			0		
Fluazinam	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Flumetraline	0.036	0.119	47	47	0%	0	0%	3			0		
Fluopyram	0.045	0.149	47	39	17%	5	6%	3	0.170	1.576	0.052	1.146	0.019
Folpel	0.054	0.179	47	47	0%	0	0%	3			0		
Glufosinate ammonium	0.022	0.074	54	54	0%	0	0%	2			0		
Glyphosate	0.022	0.074	54	37	31%	13	7%	2	0.013	0.139	0.004	1225	0.039
Heptachlore	0.018	0.060	47	47	0%	0	0%	3			0		
Imidaclopride	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Iprodione	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Lambda cyhalothrine	0.018	0.060	47	47	0%	0	0%	3			0		
Lenacil	0.036	0.119	47	47	0%	0	0%	3			0		
Lindane	0.009	0.030	47	39	17%	8	0%	3			0.003	0.85	0.06
Linuron	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Metamitron	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Metazachlore	0.022	0.074	47	47	0%	0	0%	3			0		
Metolachlore(-s)	0.009	0.030	47	8	83%	8	66%	3	0.033	1.506	0.172	8.876	0.097
Metribuzine	0.018	0.060	47	47	0%	0	0%	3			0		
Mirex	0.018	0.060	47	47	0%	0	0%	3			0		
Myclobutanil	0.036	0.119	47	47	0%	0	0%	3			0		
Oryzalin	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Oxadiazon	0.009	0.030	47	47	0%	0	0%	3			0		
Oxyfluorfen	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Pendimethaline	0.018	0.060	47	10	79%	11	55%	3	0.066	5.030	0.400	27.844	0.661
Pentachlorophenol	0.045	0.149	47	37	21%	9	2%	3	0.236	0.236	0.020	10.8	0.012
Permethrine	0.036	0.119	47	37	21%	10	0%	3			0.013	2.764	0.009
Phosmet	0.036	0.119	47	47	0%	0	0%	3			0		
Piperonyl butoxide (PB)	0.018	0.060	47	39	17%	8	0%	3			0.005	0.345	0.002
Prochloraz	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Propiconazole	0.045	0.149	47	46	2%	0	2%	3	0.168	0.168	0.004	-	-
Propyzamide	0.018	0.060	47	47	0%	0	0%	3			0		
Prosulfocarbe	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Pyrimethanil	0.018	0.060	47	47	0%	0	0%	3			0		
Pyrimicarbe	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Quinmerac	0.089	0.298	47	14	0%	0	0%	3			0		
Spiroxamine	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Tebuconazole	0.045	0.149	47	46	2%	1	0%	3			0.002	0.661	0.015
Tebut hiuron	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Tembotrione	0.045	0.149	47	14	0%	0	0%	3			0		
Terbutryne	0.045	0.149	47	46	2%	1	0%	3			0.002	0	0
Tolyfluanide	0.036	0.119	47	47	0%	0	0%	3			0		
Triadimenol	0.045	0.149	47	47	0%	0	0%	3			0		
Triallate	0.018	0.060	47	47	0%	0	0%	3			0		
Triclopyr (ester)	0.018	0.060	47	46	2%	1	0%	3			0.001	-	-
Trifloxystrobine	0.036	0.119	47	46	2%	1	0%	3			0.001	1071	0.008

Tableau VI-3 : Tableau de synthèse de l'ensemble des données d'analyse pour chaque substance

5 substances sur 84 présentent des concentrations maximales comprises entre 0.01 et 1 ng/m³.

3 substances présentent des concentrations maximales comprises entre 1 et 5 ng/m³. Seule le Pendiméthaline présente une concentration maximale supérieure à 5ng/m³.

Les concentrations maximales mesurées pour le Difénoconazole et le Fluopyram sont supérieures aux concentrations maximales mesurées en métropole, ce qui n'est pas le cas pour les autres substances quantifiées.

Distribution des substances selon les concentrations annuelles					
< 0.01ng/m ³	0.01 < C < 0.02 ng/m ³	0.02 < C < 0.05 ng/m ³	0.05 < C < 0.1ng/m ³	0.1 < C < 0.3 ng/m ³	> 0.3 ng/m ³
Triclopyr (ester)	Permethrine	Cypermethrine	Fluopyram	S-Métolachlore	Pendiméthaline
2,4-D (ESTERS)	Pentachlorophenol		Difénoconazole		
Trifloxystrobine					
Chlorpyrifosethyl					
Étofenprox					
Tebuconazole					
Terbutryne					
Lindane					
Propiconazole					
Glyphosate					
Piperonyl butoxide (PBO)					

Tableau VI-4 : Répartition des substances en fonction de la concentration moyenne annuelle pour les substances quantifiées

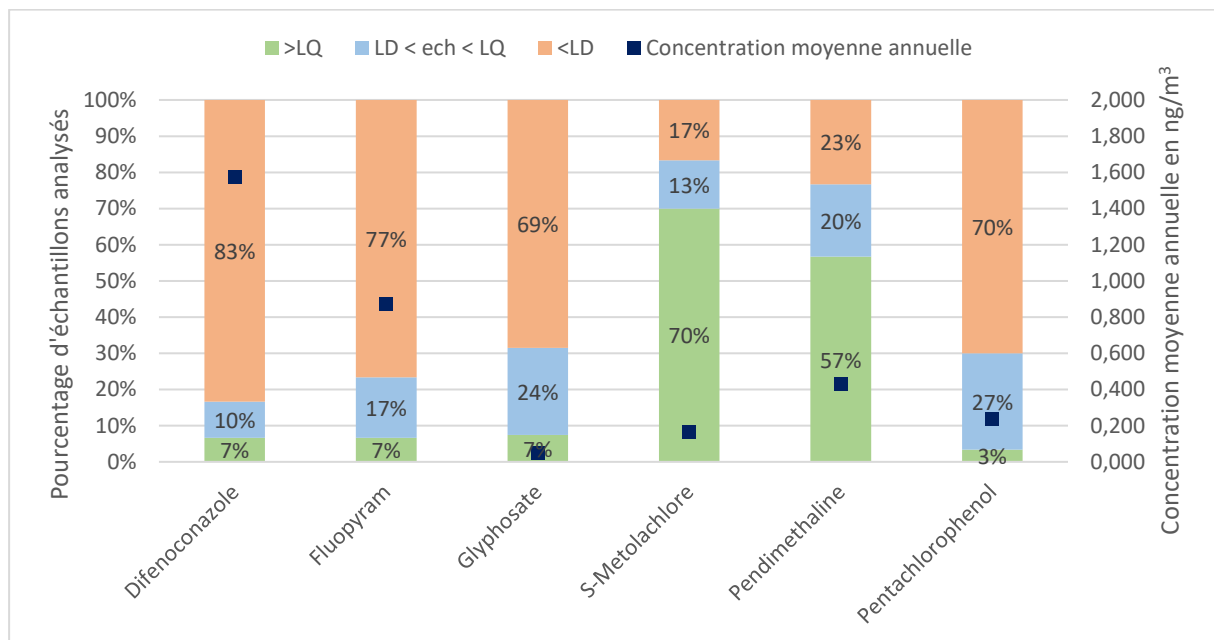
On constate des concentrations moyennes très majoritairement inférieures au ng/m³. Seules 2 substances présentent des concentrations moyennes annuelles de l'ordre de quelques dixièmes de ng/m³ : S-Métolachlore et Pendiméthaline.

VI.2 Etude de la distribution des données de quantification annuelles

VI.2.1 Distribution des fréquences de quantification et concentrations moyennes annuelles selon le profil agricole majoritaire

Les graphiques suivants présentent de manière distincte, la répartition des FD et FQ des substances **quantifiées** au moins 1 fois pour chacun des profils agricoles majoritaires. Ces graphiques permettent de visualiser les substances potentiellement spécifiques à un type de culture, ou de mettre en évidence certaines substances utilisées dans le traitement de plusieurs types de culture.

VI.2.1.a Bilan analytique en fonction du profil agricole : Arboricultures (Macouba et Saint Joseph)

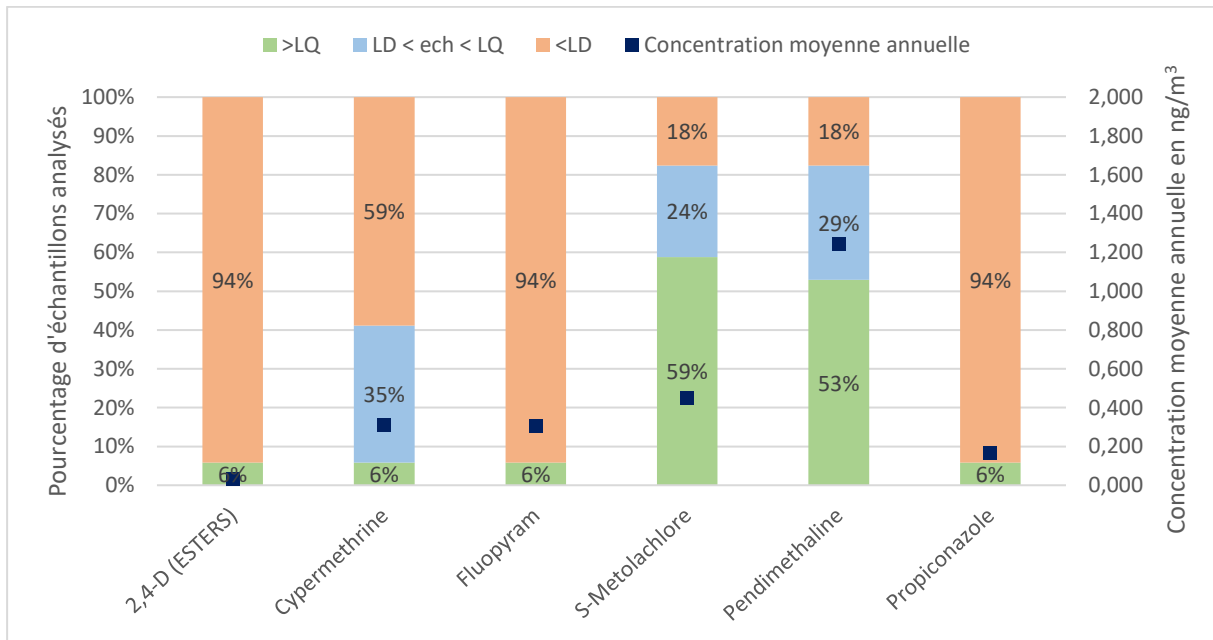


Graphique VI-2 : Représentation pour chaque substance quantifiée au moins une fois, des concentrations moyennes annuelles, des fréquences de détection et de quantification pour les sites arboricultures

6 substances ont été quantifiées, dont 2 avec une fréquence de quantification supérieure à 50%, le S-Métolachlore et le Pendiméthaline. On notera que le pesticide majoritairement quantifié est le S-Métolachlore, soit 70% des échantillons ont quantifié du S-Métolachlore.

Les concentrations moyennes annuelles sont faibles, de l'ordre de quelques dixièmes de ng/m³. Excepté pour le Difénoconazole qui obtient une moyenne supérieure à 1 ng/m³.

VI.2.1.b Bilan analytique en fonction du profil agricole : Grandes cultures (Lamentin)



Graphique VI-3 : Représentation pour chaque substance quantifiée au moins une fois, des concentrations moyennes annuelles, des fréquences de détection et de quantification pour les sites grandes cultures

6 substances ont été quantifiées, dont 2 avec une fréquence de quantification relativement équivalente et supérieure à 50%, le S-Métolachlore et le Pendiméthaline.

Les concentrations moyennes annuelles sont faibles, de l'ordre de quelques dixièmes de ng/m³. Excepté pour le Pendiméthaline qui obtient une moyenne supérieure à 1 ng/m³.

En résumé :

La comparaison des observations faites précédemment pour les différents profils agricoles fait ressortir 3 substances communes aux profils arboricultures et grandes cultures : Fluopyram, S-Métolachlore et Pendiméthaline.

Substances	Martinique		Métropole	
	Arboriculture	Grandes cultures	Arboriculture	Grandes cultures
2,4-D (ESTERS)		6%		3.8%
Cyperméthrine		6%		
Difénoconazole	7%		0.4%	
Fluopyram	7%	6%	5%	3%
Glyphosate	7%		75%	
S-Métolachlore	70%	59%	43%	34%
Pendiméthaline	57%	53%	52%	83%
Pentachlorophénol	3%		0.4%	
Propiconazole		6%		

Tableau VI-5 : Pourcentage de fréquence de quantification pour chaque substance quantifiée au moins une fois, pour les différents profils agricoles. En italique les références en métropole.

- S-Métolachlore, plus présent sur le site « arboricultures » (FQ de 70%) En métropole, la FQ de cette substance sur le site « arboriculture » est de 43%.
Sur le site « grandes cultures » la FQ est de 59% et en métropole elle est de 34% sur ce même profil agricole en Martinique.
- Pendiméthaline, retrouvé à des FQ équivalentes sur les sites « arboricultures » et « grandes cultures » (respectivement 57% et 53%). En métropole, cette substance est détectée à 52% sur le site « arboriculture » et à 83% sur le site « grandes cultures »
- Fluopyram, retrouvé à des FQ équivalentes sur les sites « arboricultures » et « grandes cultures » (respectivement 7% et 6%). En métropole, cette substance est détectée à 5% sur le site « arboriculture » et à 3% sur le site « grandes cultures »

Le Glyphosate est retrouvé, dans cette étude, que sur le profil arboriculture car les 2 sites de prélèvements sont des sites agricoles « arboricultures ».

Toutefois, le Difénoconazole et le Pentachlorophénol sont quantifiés uniquement sur le profil agricole « arboriculture ».

- Difénoconazole, quantifié à une FQ de 7%, sur site « arboriculture », en métropole il est retrouvé à 0.4%
- Pentachlorophénol, retrouvé à 3%. En métropole sa FQ est de 0.4%. Ce dernier est la seule substance interdite quantifiée.

Le 2,4-D (esters), la Cyperméthrine et le Propiconazole ont été quantifiés uniquement sur le profil agricole « grandes cultures »

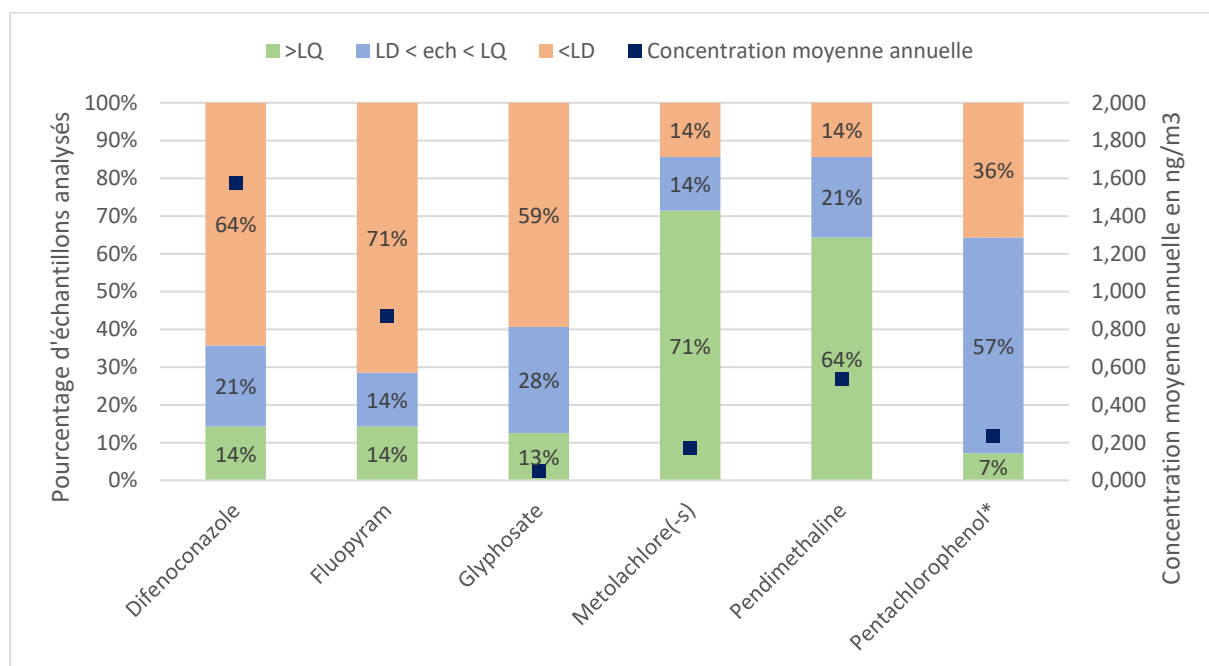
- 2,4-D (esters) est quantifié à une fréquence de 6% contre 3.8% pour les sites « grandes cultures » en métropole

- Cyperméthrine quantifiée à 6%, cette substance n'est pas quantifiée sur les sites « grandes cultures » en métropole mais sur les sites « viticulture », « arboriculture » et « maraichage »
- Le Propiconazole, est quantifié à une fréquence de 6%. Cette substance ne fait pas partie des composés recherchés par la CNEP.

VI.2.2 Distribution des fréquences de quantification et concentrations moyennes annuelles selon la typologie des sites

Les graphiques suivants présentent la répartition des concentrations moyennes annuelles, des FD et FQ annuelles des substances quantifiées au moins 1 fois selon la typologie des sites (rural, péri-urbain, urbain). Ils précisent la fréquence de quantification et la concentration moyenne annuelle.

VI.2.2.a Bilan analytique en fonction de la typologie de site : rural (Macouba)



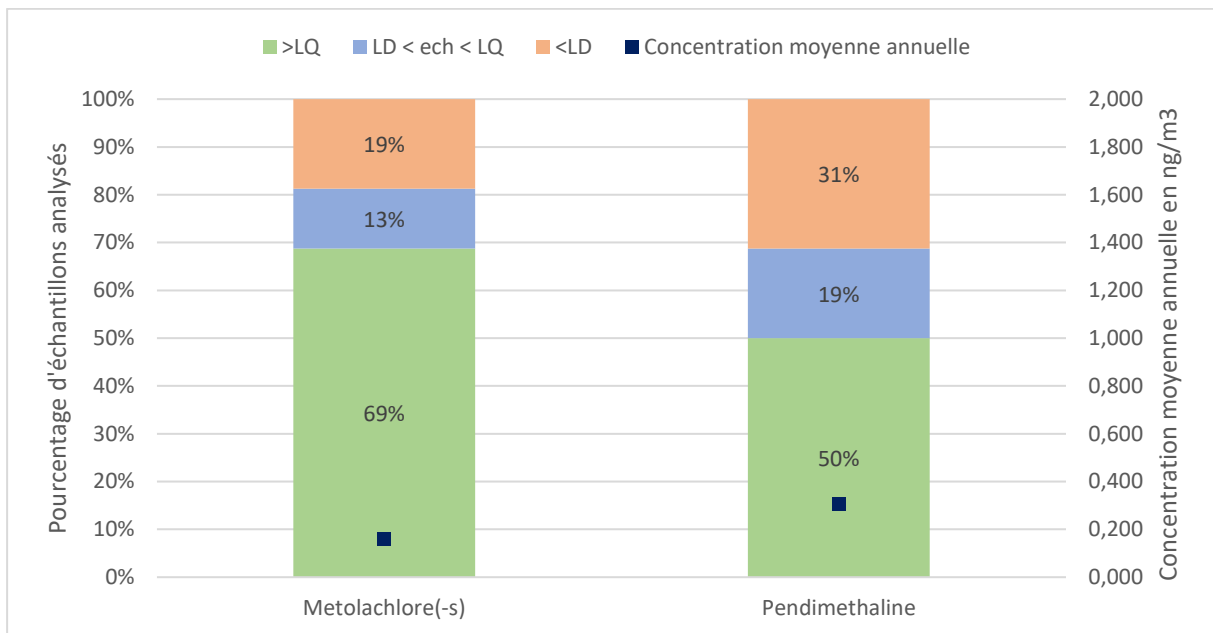
Graphique VI-4 : Représentation pour chaque substance quantifiée au moins une fois, des concentrations moyennes annuelles, des fréquences de détection et de quantification pour le site de typologie rural. *substance interdite

6 substances ont été quantifiées sur le site rural, dont 2 avec une fréquence de quantification supérieure à 50%, le S-Métolachlore et le Pendiméthaline. Toutefois les concentrations moyennes annuelles de ces substances sont en dessous de 1 ng/m³.

Le Difénoconazole, le Fluopyram et le Glyphosate sont quantifiés à une fréquence de 14%, et le Pentachlorophénol à une fréquence de 7%. Notons que le Pentachlorophénol qui est une substance interdite, à une fréquence de détection de 57%.

Les concentrations moyennes annuelles les plus élevées sont mesurées pour le Difénoconazole (1.5 ng/m³) et le Fluopyram (0.8 ng/m³).

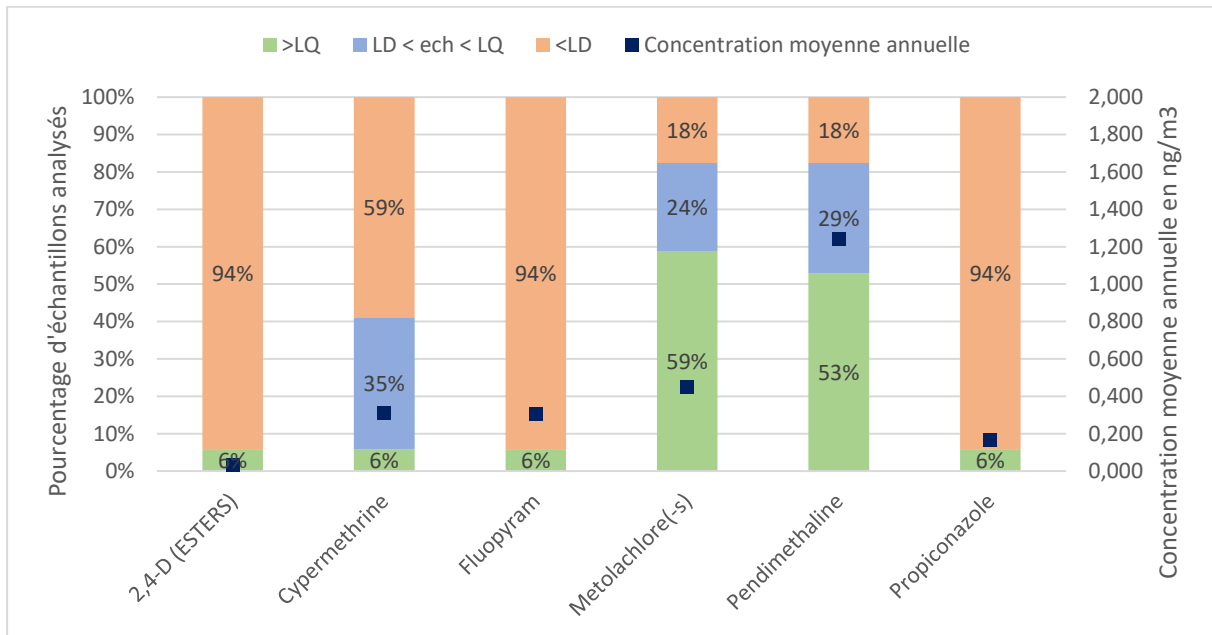
VI.2.2.b Bilan analytique en fonction de la typologie de site : péri-urbain (Site de Saint-Joseph)



Graphique VI-5 : Représentation pour chaque substance quantifiée au moins une fois, des concentrations moyennes annuelles, des fréquences de détection et de quantification pour le site de typologie péri-urbain

2 substances ont été quantifiées sur le site péri-urbain, avec une fréquence de quantification égale ou supérieure à 50%, le S-Métolachlore et le Pendiméthaline. Toutefois les concentrations moyennes annuelles de ces substances sont en dessous de 1 ng/m³.

VI.2.2.a Bilan analytique en fonction de typologie de site : urbain
(Lamentin)



Graphique VI-6 : Représentation pour chaque substance quantifiée au moins une fois, des concentrations moyennes annuelles, des fréquences de détection et de quantification pour le site de typologie urbain

6 substances ont été quantifiées sur le site rural, dont 2 avec une fréquence de quantification supérieure à 50%, le S-Métolachlore et le Pendiméthaline.

Le 2,4-D (esters), la Cyperméthrine, le Fluopyram sont quantifiés à une fréquence de 6%.

Seule la concentration moyenne annuelle du Pendiméthaline est supérieure à 1 ng/m³, les autres concentrations sont relativement faibles.

En résumé

La comparaison des observations faites précédemment pour les différentes typologies fait ressortir 2 substances communes : S-Métolachlore et Pendiméthaline.

Substances	Martinique			Métropole		
	Rural	Péri-urbain	Urbain	<i>Rural</i>	<i>Péri-urbain</i>	<i>Urbain</i>
2,4-D (ESTERS)			6%			5%
Cyperméthrine			6%			0.2%
Difénoconazole	14%			1%		
Fluopyram	14%		6%	6%		3%
Glyphosate	13%			64%		
S-Métolachlore	71%	69%	59%	38%	27%	34%
Pendiméthaline	64%	50%	53%	63%	63%	4%
Pentachlorophénol	7%			1%		
Propiconazole			6%			-

Tableau VI-6 : Pourcentage de fréquence de quantification pour chaque substance quantifiée au moins une fois, pour les différentes typologies. En italique les références en métropole.

- Le S-Métolachlore, est présent sur toutes les typologies, comme en métropole mais à des fréquences de quantifications plus élevées en Martinique.
- Le Pendiméthaline, est présent sur toutes les typologies, à des FQ relativement équivalentes. Toutefois, la FQ en site urbain en Martinique est plus élevée qu'en métropole.
- Le Fluopyram est quantifié en site rural et urbain. En site rural la FQ est deux fois plus élevée en Martinique. En site urbain la FQ est du même ordre de grandeur qu'en métropole.
- La 2,4-D (esters), la Cyperméthrine et le Propiconazole sont quantifiés uniquement en site urbain.
- Le Difénoconazole, le Pentachlorophénol et le Glyphosate sont quantifiés uniquement sur le site rural. La FQ du Difénoconazole en site rural est plus élevée en Martinique (14%) qu'en métropole (1%).
- Le site périurbain de Saint-Joseph est celui qui quantifie le moins de composés et à des fréquences de quantification relativement identique au site urbain.

VI.2.3 Distribution des fréquences de quantification selon le profil agricole, la typologie des sites et l'usage des substances

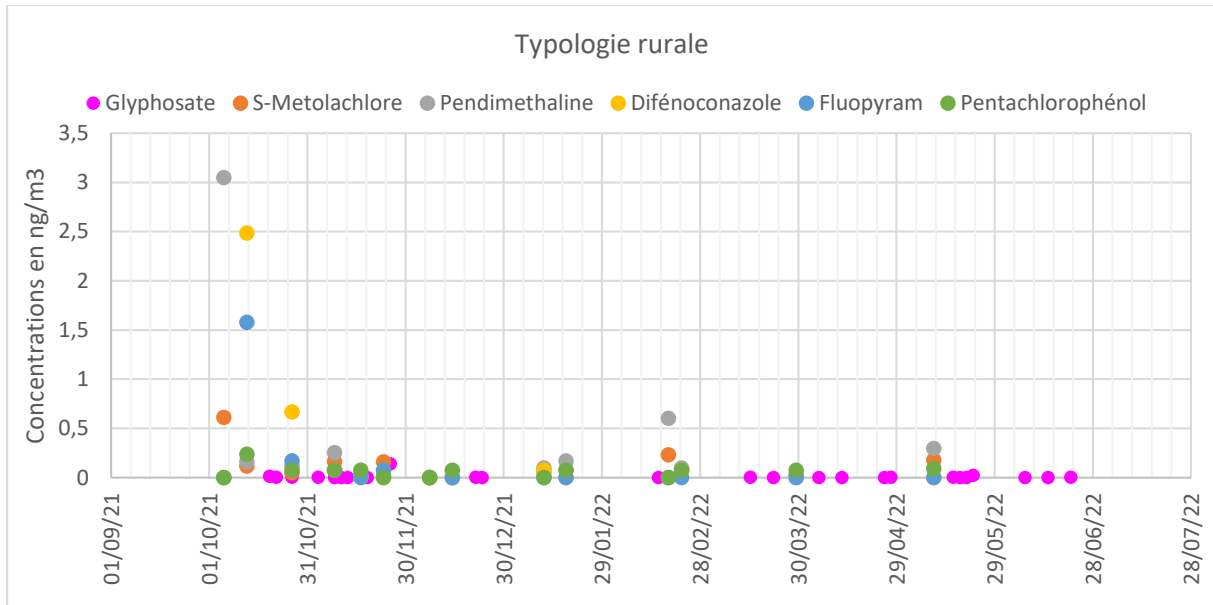
Le tableau ci-dessous présente les fréquences de quantification des substances quantifiées au moins une fois en fonction de l'usage des substances, des profils agricoles et des typologies des sites.

Usage	Substances	Arboriculture		Grandes cultures
		Rural	Péri-urbain	Urbain
Herbicide	2,4-D (ESTERS)			6%
	Glyphosate	13%		
	S-Métolachlore	71%	69%	59%
	Pendiméthaline	64%	50%	53%
Fongicide	Difénoconazole	14%		
	Fluopyram	14%		6%
	Pentachlorophénol	7%		
	Propiconazole			6%
Insecticide	Cyperméthrine			6%

Sur le profil agricole majoritaire « arboriculture » de typologie rural, des herbicides et des fongicides sont quantifiés ; sur le site de typologie péri-urbaine, seuls des herbicides sont quantifiés. Sur le site urbain – grandes cultures, les 3 types d'usage sont quantifiés.

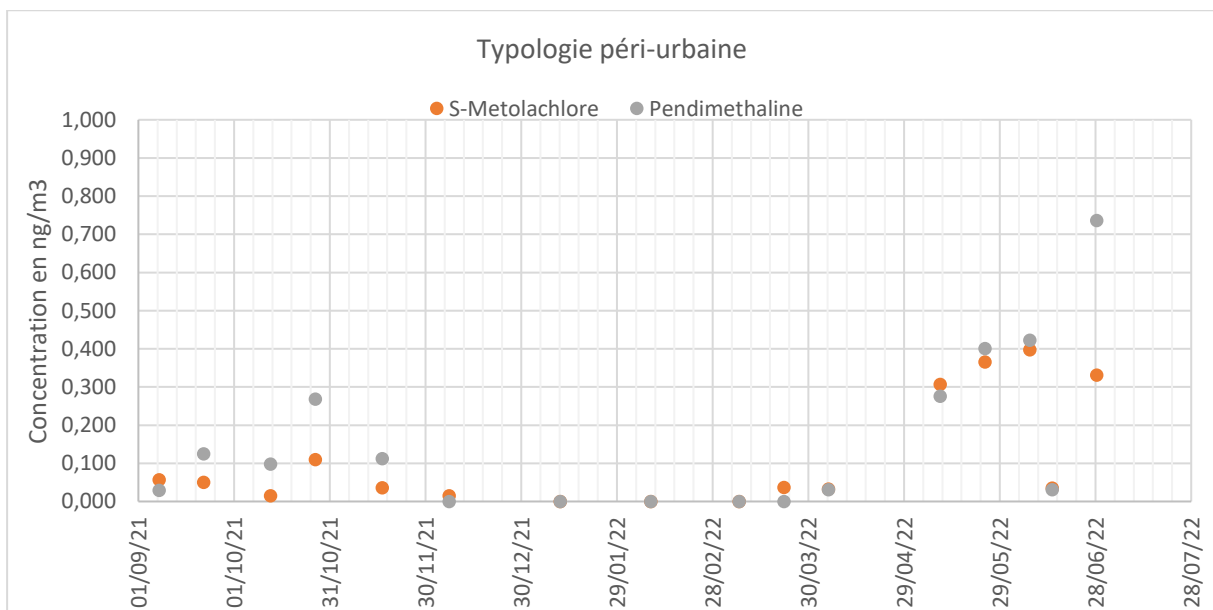
VI.3 Etude de la distribution temporelle

VI.3.1 Variation temporelle des substances selon la typologie du site



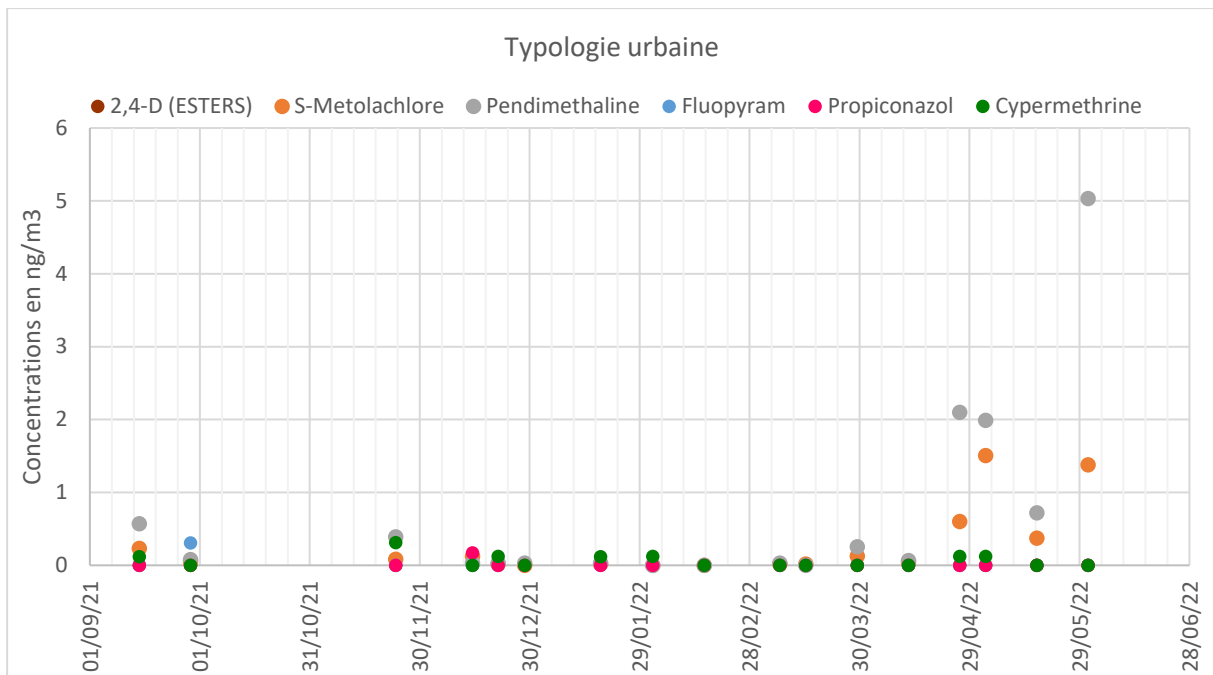
Graphique VI-7 : Evolution des concentrations des substances quantifiées au moins une fois sur le site rural

Sur le site rural, les concentrations les plus élevées sont enregistrées durant le mois d'octobre.



Graphique VI-8 : Evolution des concentrations des substances quantifiées au moins une fois sur le site péri-urbain

Sur le site péri-urbain, les concentrations les plus élevées sont mesurées durant les mois d'avril, mai et juin suivi du mois d'octobre mais à des concentrations moindres. Les concentrations en Pendiméthaline sont généralement les plus élevées.



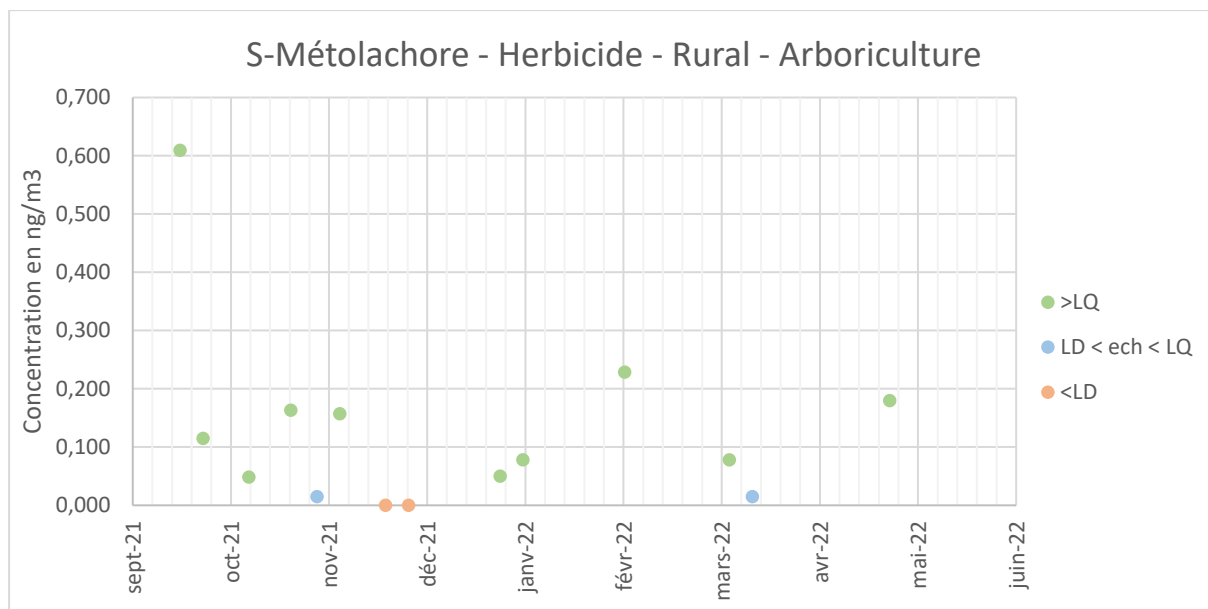
Graphique VI-9 : Evolution des concentrations des substances quantifiées au moins une fois sur le site urbain

Sur le site de typologie urbaine, les concentrations les plus élevées sont enregistrées durant les mois d'avril et mai pour le S-Métolachlore et le pendiméthaline.

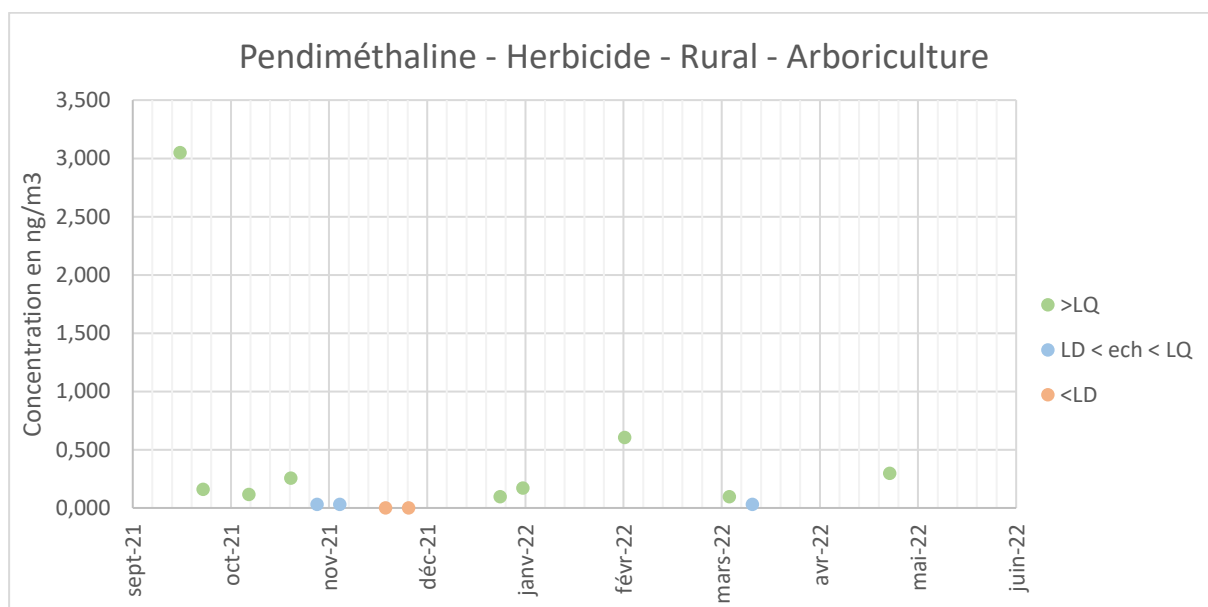
VI.3.2 Variations temporelles selon l'usage des substances et la typologie du site

Les graphiques suivants présentent la répartition temporelle des concentrations des substances quantifiées au moins 1 fois selon l'usage et la typologie des sites (rural, péri-urbain, urbain).

VI.3.2.a Evolution temporelle des herbicides en milieu rural

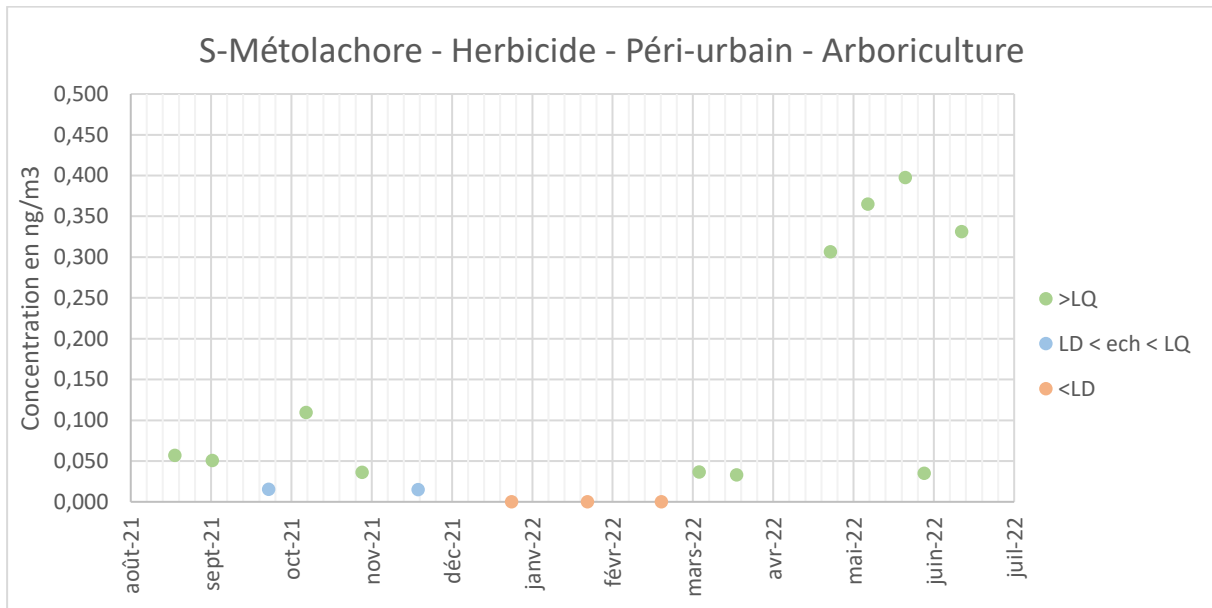


Graphique VI-10 : Evolution temporelle des concentrations du S-Métolachlore sur le site rural arboriculture

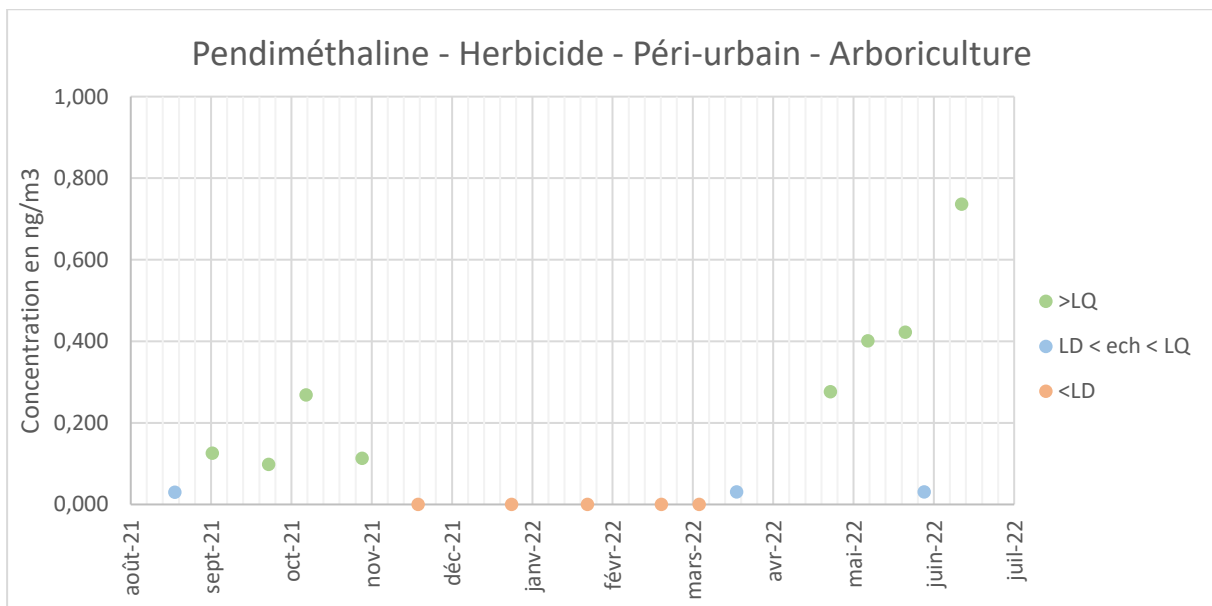


Graphique VI-11 : Evolution temporelle des concentrations du Pendiméthaline sur le site rural arboriculture

Sur le site rural, ces deux substances ont un profil temporel relativement identique, elles sont utilisées d'octobre à novembre et de janvier à mai. Il semblerait que ces substances soient

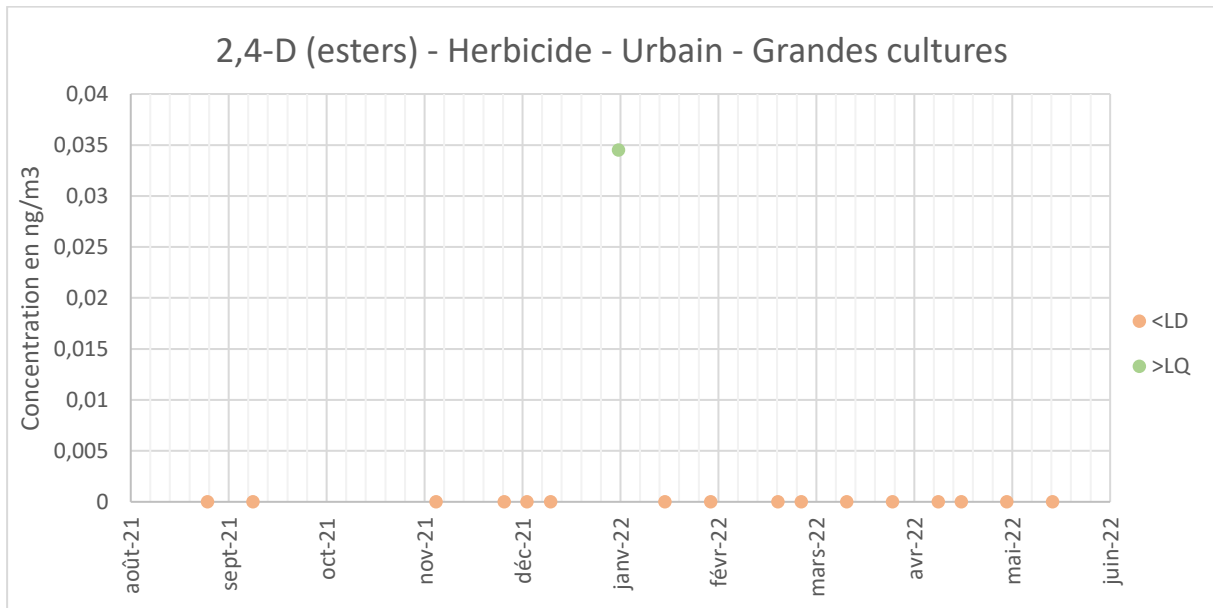


Graphique VI-13 : Evolution temporelle des concentrations du S-Métolachlore sur le site péri-urbain arboriculture



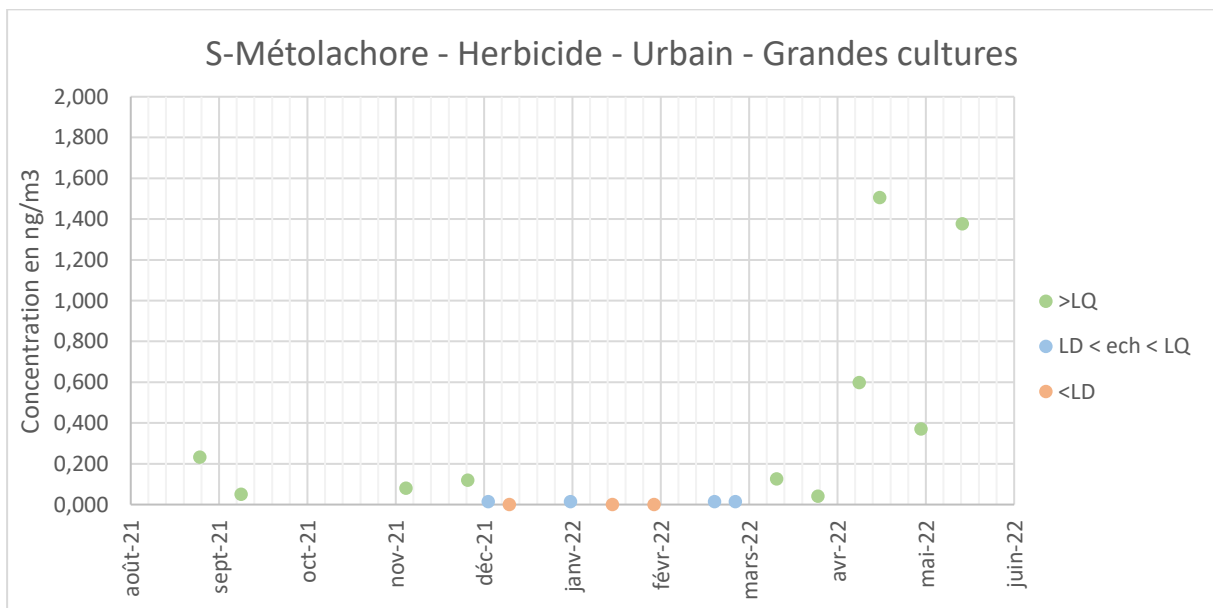
Graphique VI-14 : Evolution temporelle des concentrations du Pendiméthaline sur le site péri-urbain arboriculture

Sur le site périurbain, ces deux substances ont un profil temporel relativement identique, elles sont utilisées de septembre à novembre et d'avril à juin. Il semblerait que ces substances soient utilisées en parallèle ou en mélange. Les concentrations en Pendiméthaline sont en moyenne 2 fois plus élevées qu'en S-Métolachlore.

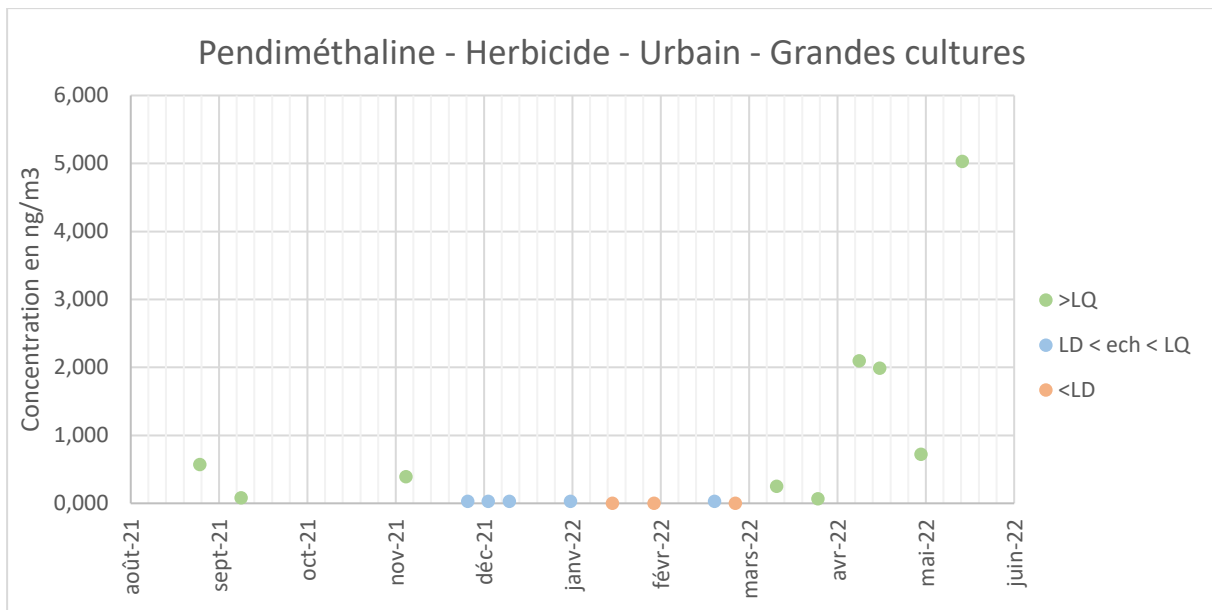


Graphique VI-15 : Evolution temporelle des concentrations en 2,4-D (esters) sur le site urbain grandes cultures

Sur le site urbain, le 2,4-D (esters) a été quantifié qu'une seule fois sur le site urbain, de façon ponctuelle et uniquement sur ce site, le 18/01/22.



Graphique VI-16 : Evolution temporelle des concentrations du S-Métolachlore sur le site urbain grandes cultures



Graphique VI-17 : Evolution temporelle des concentrations du Pendiméthaline sur le site urbain grandes cultures

Ces deux substances ont un profil temporel relativement identique, elles sont utilisées de septembre à novembre et de mars à mai. Il semblerait que ces substances soient utilisées en parallèle ou en mélange. Les concentrations en Pendiméthaline sont en généralement 2 fois plus élevées qu'en S-Métolachlore, excepté pour le prélèvement du 03/05/22 où les concentrations des 2 substances sont relativement proches : S-Métolachlore (1.5ng/m³) et Pendiméthaline (2ng/m³).

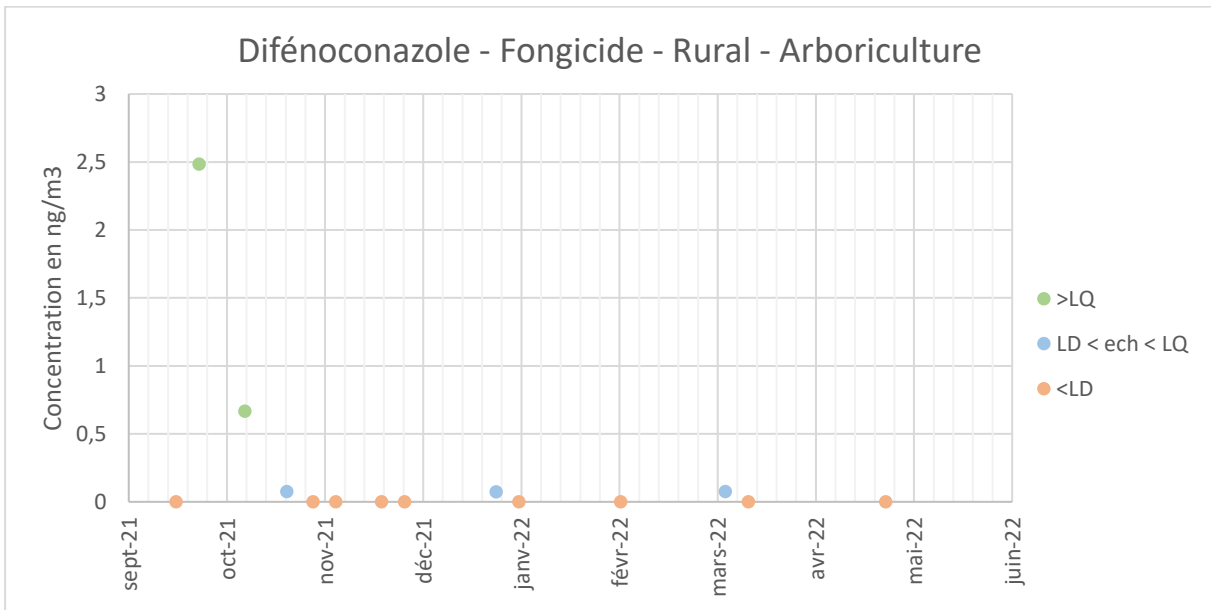
Résumé des herbicides

Le 2,4-D (esters) a été quantifié une seule fois, en site urbain.

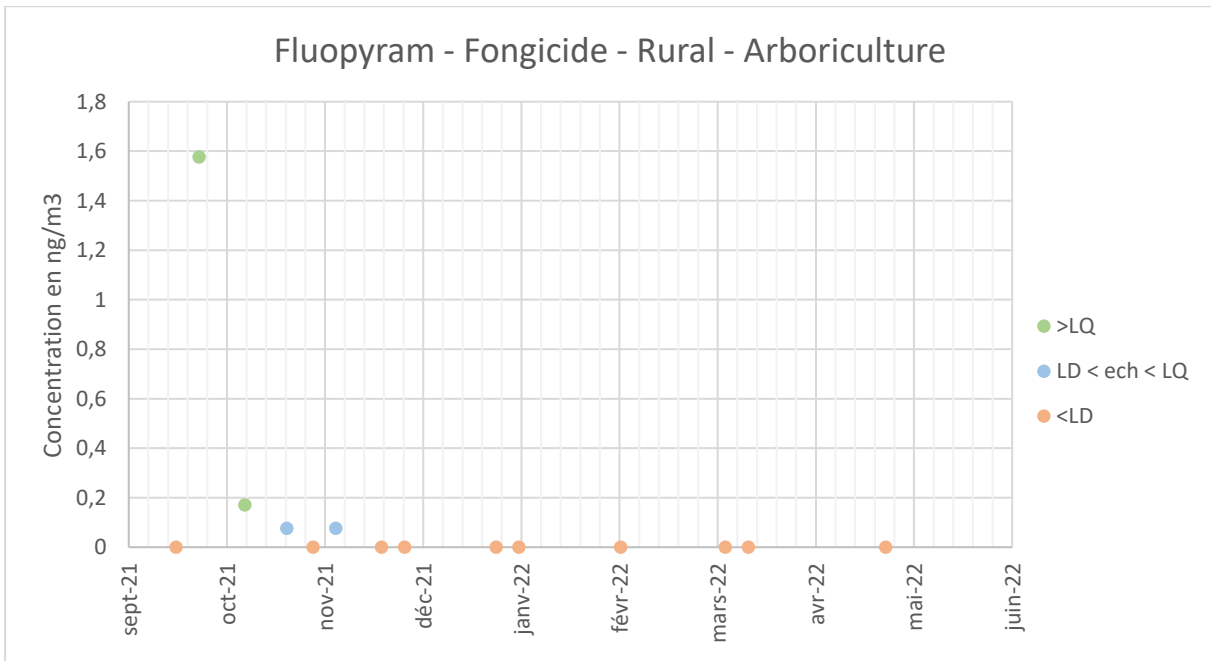
Le S-Métolachlore et le Pendiméthaline, sont quantifiés sur toutes les typologies et à des périodes identiques sur les typologies urbaines et péri-urbaines. Sur la typologie de type rural, ils ont été détectés durant tous les mois de l'année sauf au mois de décembre, il semblerait donc qu'ils soient utilisés tout au long de de l'année.

Et le Glyphosate est détecté presque toute l'année, il a été quantifié 4 fois sur la campagne de mesure.

VI.3.2.c Evolution temporelle des fongicides en milieu rural

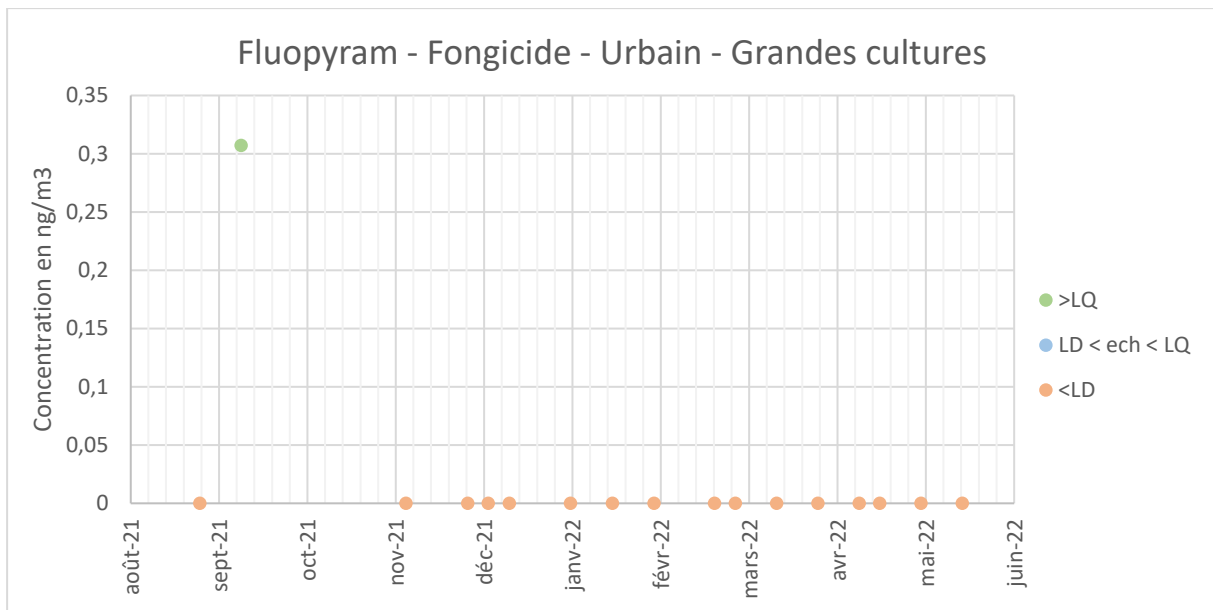


Graphique VI-18 : Evolution temporelle des concentrations de Difénoconazole sur le site rural arboricultures



Graphique VI-19 : Evolution temporelle des concentrations de Fluopyram sur le site rural arboricultures

Le Difénoconazole et le Fluopyram ont été quantifiés 2 fois sur les mêmes périodes de mesure, les prélèvements du 12 et du 26/10/21. Les concentrations en Difénoconazole sont plus élevées qu'en Fluopyram.



Graphique VI-22 : Evolution temporelle des concentrations de Fluopyram sur le site urbain grandes cultures

En milieu urbain, ces deux substances ont été quantifiées une seule fois durant le mois de décembre pour le Propiconazole et le mois de septembre pour le Fluopyram.

Résumé des fongicides

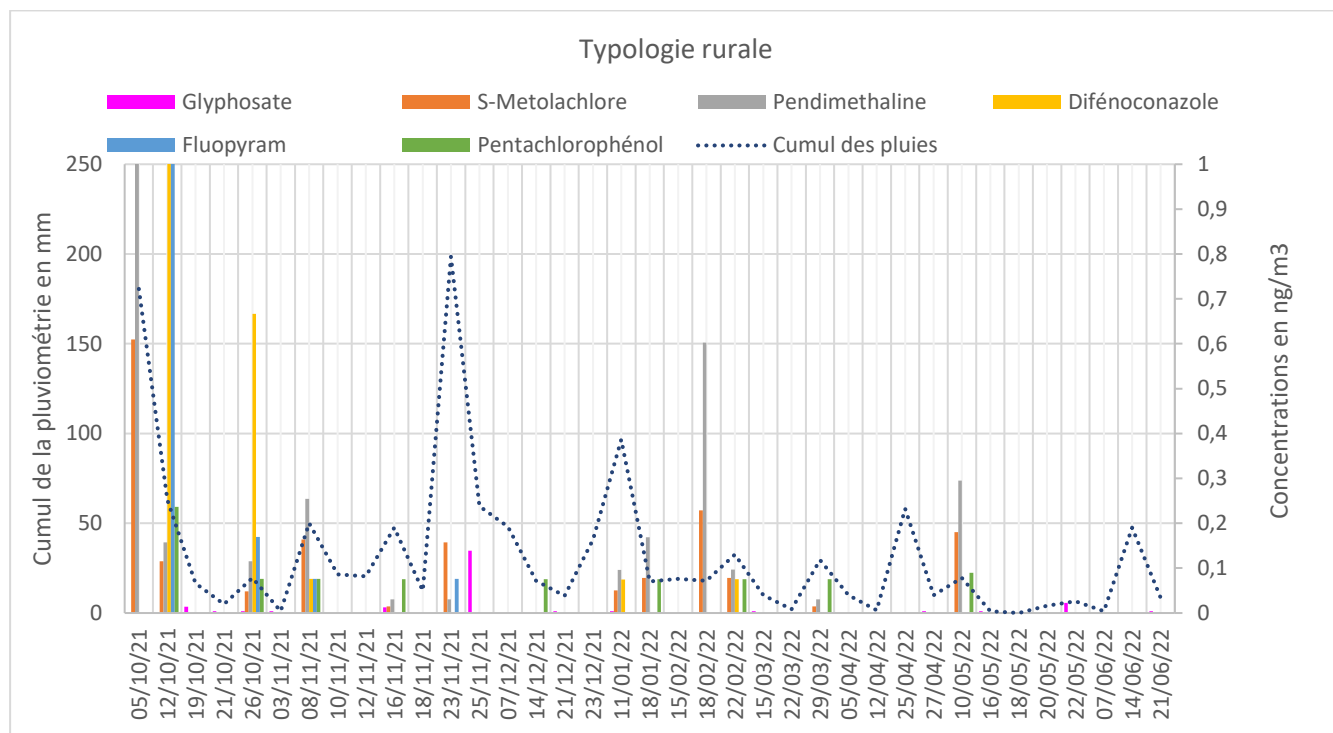
Les fongicides ont été détectés et quantifiés que sur le site urbain et le site rural.

En milieu urbain, le Propiconazole et le Fluopyram sont quantifiés une seule fois à des périodes différentes. Il semblerait que ces 2 substances soient utilisées ponctuellement.

En milieu rural, le Difénoconazole et le Fluopyram suivent la même évolution temporelle. Il semblerait que ces deux substances soient utilisées en parallèle. Le Pentachlorophénol, substance interdit, a été quantifié une seule fois, mais détecté à plusieurs reprises sur le site rural.

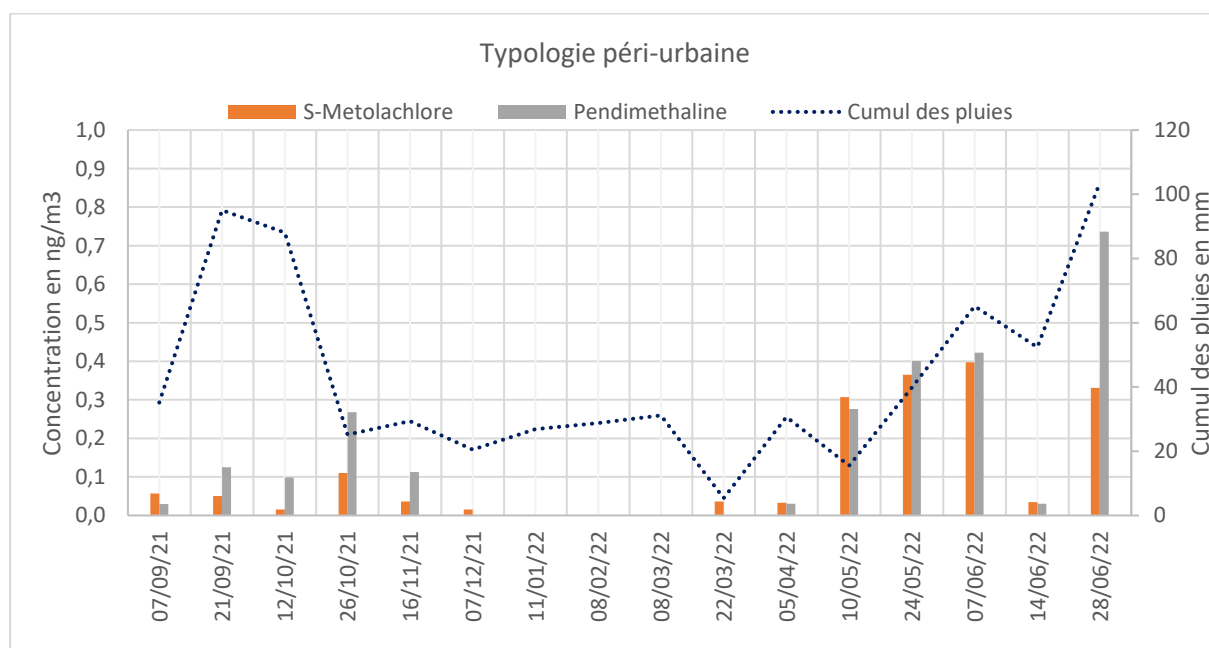
VI.3.3 Variations des concentrations en fonction de la pluviométrie

Les graphiques suivants présentent la répartition temporelle des concentrations des substances quantifiées au moins 1 fois et la pluviométrie. Il s'agit du cumul des précipitations sur la durée du prélèvement.



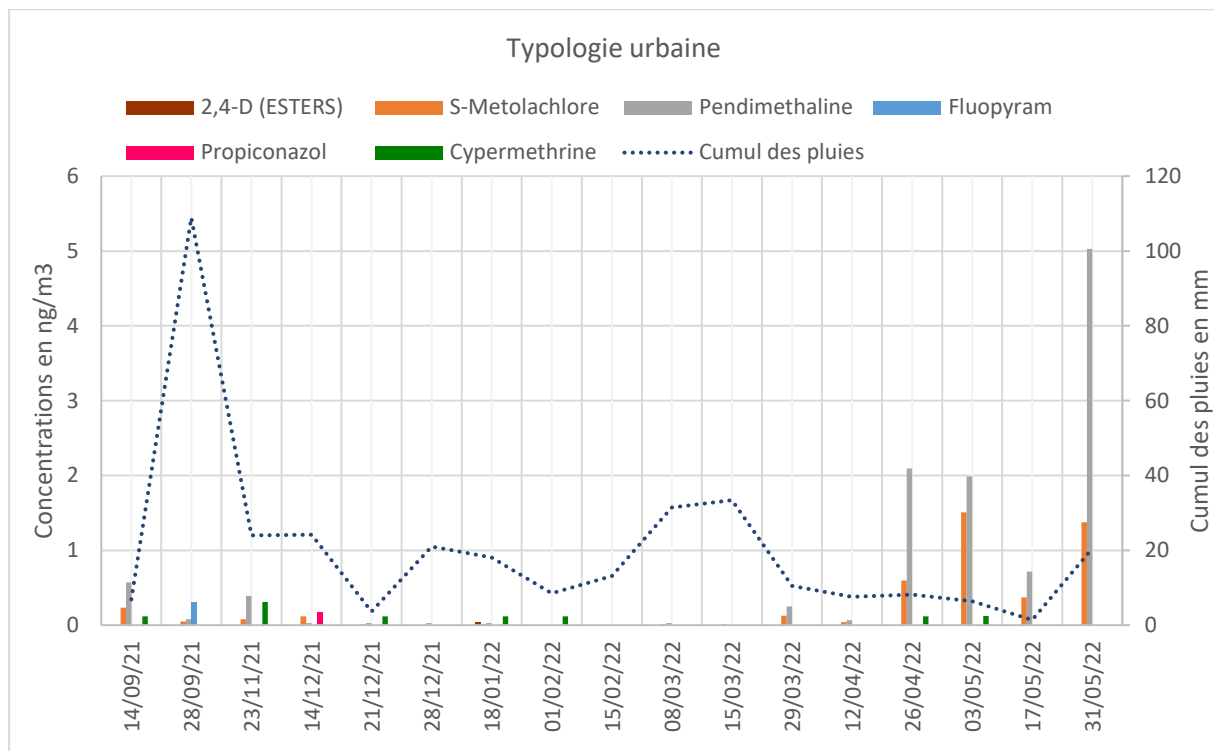
Graphique VI-24 : Evolution temporelle des concentrations et cumul des précipitations sur le site rural – Données Météo France – Macouba

Les concentrations les plus élevées sont mesurées lors de fortes précipitations. La parcelle la plus proche se trouve à 58 mètres.



Graphique VI-25 : Evolution temporelle des concentrations et cumul des précipitations sur le site péri-urbain – Données Météo France - Saint Joseph

Les concentrations les plus élevées sont mesurées lors de fortes précipitations. La parcelle la plus proche est à une distance de 250 mètres.



Graphique VI-26 : Evolution temporelle des concentrations et cumul des précipitations sur le site urbain. Données Météo France - Aéroport

Les concentrations les plus élevées sont mesurées lors de faibles précipitations. La parcelle la plus proche se trouve à 720 mètres.

Les concentrations les plus élevées ne sont pas mesurées systématiquement durant les précipitations les plus élevées. Sur le site urbain, les concentrations les plus élevées en avril-mai sont mesurées durant les périodes de faibles précipitations. A contrario, sur le site péri-urbain, les concentrations les plus élevées en mai-juin, sont mesurées durant les périodes de fortes précipitations. Sur le site rural, durant les prélèvements de janvier, où les concentrations sont les plus élevées, le cumul des pluies était élevé.

Une vigilance particulière devra être portée sur l'interprétation de la pluviométrie. En effet les concentrations des substances sont moyennées sur la durée du prélèvement, (soit 7 jours ou 48h pour les composés polaires) et les données des pluies sont les cumuls des précipitations sur ces mêmes périodes. Par conséquent, les précipitations ne peuvent être corrélées directement aux concentrations des substances relevées.

D'autres variables sont à prendre en compte dans l'explication des niveaux de concentration tels que la distance à la parcelle la plus proche, la direction du vent de chaque site pendant les mesures ou encore l'intensité d'utilisation des pesticides.

VII. Bilan

- Fréquence des mesures

L'évaluation des pesticides dans l'air a été effectuée sur 2 sites : un site rural et un site urbain. Les résultats des mesures sur le site péri-urbain de surveillance régional ont été pris en compte pour comparaison.

La fréquence de prélèvement a été fait comme suit :

Composés	Site	Sept-21	Oct-21	Nov-21	Déc-21	Janv-22	Févr-22	Mars-22	Avr-22	Mai-22	Juin-22	Total échantillons
Semi volatils	Rural		3	3	2	2	1	2		1		14
	Urbain	2		1	3	1	2	3	2	3		17
	Péri urbain	2	2	1	1	1	1	2	1	2	3	16
Polaires	Rural		3	8	3	2	2	3	4	4	3	32
	Péri urbain	4	4		1	1	1	4	2	3	2	22

- Substances détectées

Sur la liste des 84 substances recherchées, seules 18 substances ont été détectées

Substances détectées	Usage	Rural	Péri-urbain	Urbain
2,4-D (ESTERS)	Herbicide	x		x
Glyphosate		x	x	
S-Metolachlore		x	x	x
Pendimethaline		x	x	x
Terbutryne				x
Triclopyr (ester)				x
Difenoconazole	Fongicide	x		x
Fluopyram		x	x	x
Pentachlorophenol		x		x
Propiconazole				x
Tebuconazole				x
Trifloxystrobine				x
Chlorpyriphos ethyl	Insecticide	x		x
Cypermethrine		x		x
Etofenprox		x		x
Lindane		x		x
Permethrine		x	x	x
Piperonyl butoxide (PBO)		x	x	x

Parmi ces 18 substances, 4 substances sont des substances interdites : Lindane, Pentachlorophénol, Perméthrine et Terbutryne.

Sur le site rural on détecte 13 substances dont 3 substances interdites. Sur le site péri-urbain on détecte 7 substances dont 1 substance interdite et sur le site urbain on détecte 16 substances dont 4 substances interdites.

- Substances quantifiées et usage des substances

Seules 9 substances ont été quantifiées :

Substances quantifiées	Usage	Rural	Péri-urbain	Urbain
2,4-D (ESTERS)	Herbicide			x
Glyphosate		x		
S-Metolachlore		x	x	x
Pendimethaline		x	x	x
Difenoconazole	Fongicide	x		
Fluopyram		x		x
Pentachlorophenol		x		
Propiconazole				x
Cypermethrine	Insecticide			x

Parmi ces 9 substances quantifiées :

- On dénombre 4 herbicides, 4 fongicides et un insecticide
- une seule substance est interdite : le Pentachlorophénol.

Sur le site rural on quantifie 6 substances dont 1 substance interdite. Sur le site péri-urbain on quantifie 2 substances et sur le site urbain on quantifie 6 substances.

Sur le site rural on retrouve des herbicides et des fongicides, sur le site péri-urbain on retrouve que des fongicides et sur le site urbain on retrouve des herbicides, des fongicides et un insecticide.

Deux substances sont retrouvées sur tous les sites, il s'agit du S-Métolachlore et du Pendiméthaline. Le Glyphosate, le Difénoconazole et le Pentachlorophénol sont retrouvés uniquement sur le site rural. Le 2,4-D(esters), le Propiconazole et la Cyperméthrine sont retrouvés uniquement sur le site urbain. Le Fluopyram est retrouvé sur le site rural et urbain.

- Fréquence de quantification

Substances	Martinique			Métropole		
	Rural	Péri-urbain	Urbain	Rural	Péri-urbain	Urbain
2,4-D (ESTERS)			6%			5%
Cyperméthrine			6%			0.2%
Difénoconazole	14%			1%		
Fluopyram	14%		6%	6%		3%
Glyphosate	13%			64%		
S-Métolachlore	71%	69%	59%	38%	27%	34%
Pendiméthaline	64%	50%	53%	63%	63%	4%
Pentachlorophénol	7%			1%		
Propiconazole			6%			-

Les fréquences de quantification des substances sont généralement plus élevées en Martinique qu'en Métropole.

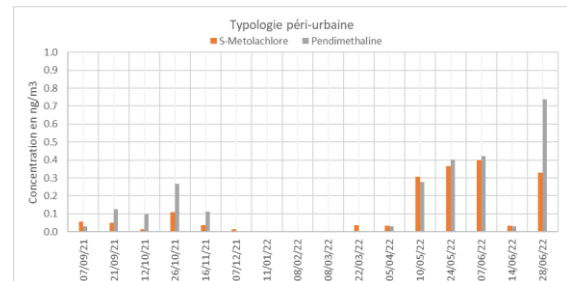
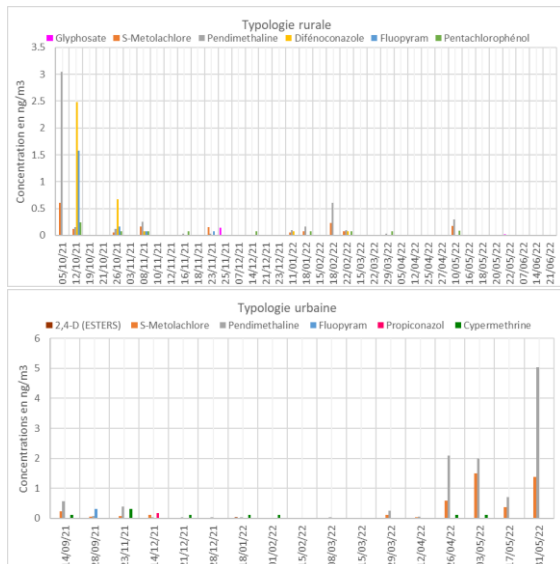
- Concentrations moyennes annuelles

Substances	Typologie	Concentration min	Concentration max	Moyenne annuelle	Concentration max métropole	Moyenne annuelle métropole
2,4-D (ESTERS)	Urbain	0.035	0.035	0.035	4.144	0.016
Cyperméthrine	Urbain	0.119	0.311	0.147	3.899	0.010
Difénoconazole	Rural	0.075	2.485	0.675	2.091	0.006
Fluopyram	Urbain	0.307	0.307	0.307	1.146	0.019
	Rural	0.076	1.576	0.474		
Glyphosate	Rural	0.004	0.139	0.017	1.225	0.039
S-Métolachlore	Rural	0.015	0.610	0.145	8.876	0.097
	Péri-urbain	0.015	0.398	0.138		
	Urbain	0.015	1.506	0.326		
Pendiméthaline	Rural	0.030	3.049	0.410	27.844	0.661
	Péri-urbain	0.030	0.736	0.230		
	Urbain	0.030	5.030	0.810		
Pentachlorophénol	Rural	0.075	0.236	0.095	1.018	0.012
Propiconazole	Urbain	0.168	0.168	0.168	-	-

Les concentrations moyennes annuelles de ces 9 substances quantifiées sont de l'ordre du dixième de ng/m^3 . La concentration maximale est mesurée pour le Pendiméthaline sur le site urbain. En comparaison avec les concentrations moyennes annuelles de la campagne CNEP en métropole, les concentrations moyennes annuelles en Martinique sont généralement plus

élevées, probablement dû aux fréquences de quantification qui sont déjà plus élevées en Martinique.

- Temporalité



La temporalité des concentrations sur les sites urbain et péri-urbain montre une utilisation des pesticides d’avril à juin et de septembre à novembre mais à des quantités moindres. En revanche, sur le site rural les concentrations les plus élevées sont mesurées durant le mois d’octobre, puis en plus faibles quantités le reste de l’année. A noter que la temporalité annuelle n’est pas complète par le manque de prélèvement durant les mois de juillet et aout.

- Données météorologiques et autres variables

Les cumuls des pluies durant les périodes de prélèvement en fonction des concentrations mesurées ne sont pas systématiquement corrélés. L’interprétation de la pluviométrie en fonction des concentrations est difficile dans cette étude. En effet les concentrations des substances sont moyennées sur la durée du prélèvement, (soit 7 jours ou 48h pour les composés polaires) et les données des pluies sont les cumuls des précipitations sur ces mêmes périodes. Par conséquent, les précipitations ne peuvent être corrélées directement aux concentrations des substances relevées.

D’autres variables sont à prendre en compte dans l’explication des niveaux de concentration tels que la distance à la parcelle la plus proche, la direction du vent de chaque site pendant les mesures ou encore l’intensité d’utilisation des pesticides.

VIII. Conclusion

Madininair a participé en 2018-2019, à une campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air (CNEP). Cette campagne, pilotée par l'Anses et l'INERIS, a permis d'échantillonner les pesticides en France suivant une méthodologie homogénéisée. Elle a ciblé 75 substances actives, sur plus de 50 points de mesure réparties sur le territoire dont les DOM. Parmi ces 75 substances, la recherche des composés polaires tels que le glyphosate n'a toutefois été recherchée que sur 8 territoires de la métropole, jugés comme prioritaires.

D'envergure nationale, cette étude a permis un traitement statistique des données de pesticides à l'échelle de la France, et ainsi de valider le protocole de mesure et le besoin de mise en place d'une surveillance des pesticides dans l'air.

En parallèle de la mise en place d'une surveillance des pesticides sur le territoire martiniquais, une amélioration des connaissances sur la dynamique spatiale et la mesure des composés non mesurés pendant la CNEP paraît essentielle. Ainsi, Madininair a mené une étude des pesticides dans l'air, complémentaires à celle de la CNEP. La liste des substances recherchées se décompose en 81 substances semi-volatils et 3 substances polaires dont le Glyphosate.

Pour cette étude et pour la surveillance annuelle, trois sites de mesure ont été sélectionnés :

- Un site situé en milieu rural agricole dans la commune du Macouba. Ce site a participé à la CNEP en 2018-2019. Dans cette zone, plusieurs types de surfaces agricoles ont été recensées (Maraichage, canne à sucre, banane). Toutefois, compte-tenu de son implantation, la culture majoritairement influente est l'arboriculture à une distance proche de 58 mètres.
- Un site situé en milieu urbain dans la commune du Lamentin. Ce site est implanté dans le quartier Four à Chaux du Lamentin qui dispose également d'une station de fond de mesure de la pollution urbaine. Ce site se place dans l'axe des vents et à 750 mètres de grandes cultures.
- Le site péri-urbain de Saint Joseph, participant à la surveillance nationale des pesticides en 2022, est soumis à l'influence des cultures arboricoles, à une distance de 250 mètres.

En résumé :

- Sur le site rural :
 - 13 substances sur 81 recherchées ont été détectées : 4 herbicides (2,4-D (esters), Glyphosate, S-Métolachlore, Pendiméthaline), 3 fongicides (Difénoconazole, Fluopyram, Pentachlorophénol) et 6 insecticides (Chlorpyrifos ethyl, Cyperméthrine, Etofenprox, Lindane, Perméthrine, Piperonyl butoxide).
 - 3 substances détectées sont interdites (Lindane, Pentachlorophénol et Perméthrine).
 - 6 substances ont été quantifiées : Glyphosate, S-Métolachlore, Pendiméthaline, Difénoconazole, Fluopyram et Pentachlorophénol.

- En termes de concentrations moyennes annuelles, 4 substances présentent des concentrations moyennes annuelles supérieures à 0.1ng/m^3 : Difénoconazole (0.68 ng/m^3), Fluopyram (0.47 ng/m^3), Pendiméthaline (0.41 ng/m^3) et S-Métolachlore (0.15 ng/m^3)
 - Le Glyphosate est quantifié avec une concentration moyenne annuelle de 0.02 ng/m^3
 - Le pentachlorophénol, substance interdite, a une concentrations moyenne annuelle de 0.09 ng/m^3
- Sur le site péri-urbain
 - 7 substances sur 81 recherchées ont été détectées : 4 herbicides (Glyphosate, S-Métolachlore, Pendiméthaline, Triclopyr(ester)), 1 fongicide (Fluopyram) et 2 insecticides (Perméthrine, Piperonyl butoxide).
 - 2 substances ont été quantifiées : S-Métolachlore et Pendiméthaline
 - En termes de concentrations moyennes annuelles, les 2 substances présentent des concentrations moyennes annuelles supérieures à 0.1ng/m^3 : Pendiméthaline (0.23 ng/m^3) et S-Métolachlore (0.14 ng/m^3)
 - Le Glyphosate n'a pas été quantifié sur ce site
 - Sur le site urbain
 - 16 substances sur 81 recherchées ont été détectées : 4 herbicides (2,4-D (esters), S-Métolachlore, Pendiméthaline, Terbutryne), 6 fongicides (Difénoconazole, Fluopyram, Pentachlorophénol, Propiconazole, Tebuconazole, Trifloxystrobine) et 6 insecticides (Chlorpyrifos ethyl, Cyperméthrine, Etofenprox, Lindane, Perméthrine, Piperonyl butoxide).
 - 4 substances détectées sont interdites (Lindane, Pentachlorophénol, Perméthrine et Terbutryne).
 - 6 substances ont été quantifiées : 2,4-D (ester), S-Métolachlore, Pendiméthaline, Fluopyram, Propiconazole et Cyperméthrine. Aucune substance interdite n'a été quantifiée
 - En termes de concentrations moyennes annuelles, 5 substances présentent des concentrations moyennes annuelles supérieures à 0.1ng/m^3 : Fluopyram (0.31 ng/m^3), Pendiméthaline (0.81 ng/m^3), S-Métolachlore (0.33 ng/m^3), Propiconazole (0.17 ng/m^3) et Cyperméthrine (0.15 ng/m^3)

On soulignera par ailleurs l'**absence de détection de la chlordécone** sur tous les sites de mesure.

4 substances interdites ont été détectées : le Lindane, le Pentachlorophénol, La Perméthrine et le Terbutryne. Toutefois, parmi ces dernières, une seule a été quantifiée, le Pentachlorophénol, uniquement sur le site rural.

Notons que les fréquences de quantification et les concentrations moyennes annuelles de ces substances sont plus élevées en Martinique qu'en métropole. Toutefois, les concentrations maximales mesurées en métropole sont généralement plus élevées qu'en Martinique. Les concentrations les plus élevées sont mesurées sur le site urbain. L'étude de la temporalité montre une hausse des concentrations d'avril à juin.

L'interprétation de la pluviométrie en fonction des concentrations est difficile dans cette étude. En effet les concentrations des substances sont moyennées sur la durée du prélèvement, (soit 7 jours ou 48h pour les composés polaires) et les données des pluies sont les cumuls des précipitations sur ces mêmes périodes. Par conséquent, les précipitations ne peuvent être corrélées directement aux concentrations des substances relevées. D'autres variables sont à prendre en compte dans l'explication des niveaux de concentration tels que la distance à la parcelle la plus proche, la direction du vent de chaque site pendant les mesures ou encore l'intensité d'utilisation des pesticides.

Au vu des résultats de cette étude, la surveillance des pesticides en Martinique, continuera sur le site urbain du Lamentin en 2023.