



# Les pesticides dans l'air Francilien

CAMPAGNE NATIONALE EXPLORATOIRE DES PESTICIDES 2018/2019





L'Observatoire de l'air en Île-de-France

# **LES PESTICIDES DANS L'AIR FRANCILIEN : Campagne Nationale Exploratoire des Pesticides 2018/2019**

**Décembre 2020**



# SOMMAIRE

REMERCIEMENTS .....	7
GLOSSAIRE.....	7
1. INTRODUCTION.....	8
2. MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE DE MESURE .....	10
2.1 LOCALISATION DES SITES DE MESURE.....	10
2.2 PERIODE DE MESURE.....	12
2.3 DISPOSITIF DE MESURE .....	13
2.3.1 LA METHODE DE PRELEVEMENT .....	13
2.3.2 L'ANALYSE .....	14
2.4 LES PESTICIDES RECHERCHES DANS LE CADRE DE L'ETUDE .....	15
3. LES PESTICIDES RETROUVES DANS L'AIR FRANCILIEN.....	17
3.1 LES TYPES DE COMPOSES RETROUVES .....	17
3.1.1 LES COMPOSES LES PLUS RETROUVES .....	18
3.1.2 LES COMPOSES SELON LA TYPOLOGIE DU SITE DE MESURE (URBAINE / RURALE) .....	19
3.1.3 CERTAINS COMPOSES DETECTES UNIQUEMENT SUR L'UN DES DEUX SITES .....	20
3.2 RESULTATS PAR USAGE .....	21
3.2.1 L'UTILISATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES SELON LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES	21
3.2.3 CLASSIFICATION DES COMPOSES SUIVANT LEUR UTILISATION.....	22
3.2.3.1 Les composés utilisés sur les cultures dominantes .....	22
3.2.3.2 Les composés liés à des activités non-agricoles.....	23
3.2.3.3 Les composés interdits d'utilisation.....	23
3.2.4 COMPOSES DETECTES PAR USAGES ET PAR SITE : DES NUANCES SUIVANT LES SITES .....	23
4. CONCENTRATIONS MESUREES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE 2018/2019 : ...	25
4.1 DES TENEURS PLUS ELEVEES EN MILIEU RURAL.....	25
4.2 CLASSE DE CONCENTRATIONS SELON LES FAMILLES DE PESTICIDES .....	26
4.2.1 Zoom sur les insecticides .....	26
4.2.2 Zoom sur les herbicides.....	27
4.2.3 Zoom sur les fongicides.....	29
4.3 LES CONCENTRATIONS PAR USAGES.....	31
4.3.1 DES CONCENTRATIONS PLUS IMPORTANTES POUR LES COMPOSES UTILISES SUR LES CULTURES DOMINANTES EN ÎLE-DE-FRANCE .....	31
4.3.2 LES CONCENTRATIONS DES COMPOSES LIES A DES ACTIVITES NON-AGRICOLEES PLUS ELEVEES A PARIS	32
4.3.3 UN NIVEAU DE FOND PERSISTANT POUR CERTAINS COMPOSES INTERDITS D'UTILISATION .....	32
5. LES VARIATIONS TEMPORELLES .....	34
5.1 DES PESTICIDES DANS L'AIR AMBIANT PLUS NOMBREUX AU PRINTEMPS .....	34
5.2 L'EVOLUTION TEMPORELLE DES CONCENTRATIONS EN FONCTION DES USAGES .....	36
5.2.1 PRODUITS UTILISES SUR LES CULTURES DOMINANTES EN ÎLE-DE-FRANCE : CAS DU SITE DE RAMBOUILLET.....	37

5.2.2	PRODUITS UTILISES EN ZONE NON-AGRICOLE : CAS DU SITE DE PARIS.....	39
5.2.3	PRODUITS A USAGE MIXTE (SUR LES CULTURES DOMINANTES ET EN ZONE NON-AGRICOLE) : CAS DES DEUX SITES DE MESURES .....	40
6.	QUELLES EVOLUTIONS DEPUIS LES CAMPAGNES PRECEDENTES ?.....	42
	CONCLUSION.....	46
	ANNEXES .....	47
	ANNEXE 1- LISTE DES PESTICIDES RECHERCHES POUR CETTE CAMPAGNE DE MESURE (2018/2019).....	48
	ANNEXE 2 - LIMITE DE DETECTION ET DE QUANTIFICATION DES PESTICIDES SUIVIS LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE .....	49
	ANNEXE 3 - QUALITE DE LA MESURE.....	50
	ANNEXE 4 - FREQUENCE DE DETECTION DES COMPOSES RETROUVES DANS L' AIR AMBIANT LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE DE JUIN 2018 A JUIN 2019, SITES DE PARIS XVIII ET DE RAMBOUILLET .....	52
	ANNEXE 6 - PARAMETRES METEOROLOGIQUES OBSERVES PENDANT LA CAMPAGNE DE MESURE 2018/2019 .....	54
	ANNEXE 7 - CONCENTRATIONS EN PESTICIDES DANS L' AIR AMBIANT LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE DE JUIN 2018 A JUIN 2019, SITES DE PARIS XVIII ET DE RAMBOUILLET.....	56
	ANNEXE 8 - NOMBRE DE PESTICIDES DETECTES PAR GRANDE FAMILLE DANS L' AIR AU COURS DE LA CAMPAGNE DE MESURE REALISEE ENTRE JUIN 2018 ET JUIN 2019, SITES DE PARIS XVIII ET DE RAMBOUILLET .....	57
	ANNEXE 9 - PERIODE D' APPLICATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES EN ÎLE-DE-FRANCE PAR TYPE DE CULTURE (SOURCE DRIAAF) .....	58

# REMERCIEMENTS

Airparif remercie Madame la Maire de Paris et Monsieur le Maire de Rambouillet qui ont accueilli des moyens de mesure sur leur commune.

Airparif remercie également l'INERIS et le LCSQA, pour leurs expertises techniques.

Airparif tient à remercier le Ministère en charge de l'Ecologie pour l'aide financière apportée à cette campagne.

## GLOSSAIRE

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

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

ACTA : Association de Coordination Technique Agricole

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry

IRSTEA (ex. Cemagref) : Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture

CNEP : Campagne Nationale Exploratoire de mesure des résidus de Pesticides dans l'air ambiant

DRIAAF : Direction Régionale Interdépartementale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt

EPA : Environmental Protection Agency

GC/MS : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

LC\_MS\_MS : chromatographie liquide haute performance couplée à un spectromètre de masse triple quadripôle.

IARC : International Agency for Research on Cancer

Institut Paris Région (ex. IAU) : Institut d'aménagement et d'urbanisme d'Île-de-France

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

INSERM : Institut National de la Santé et de la recherche médicale

Santé Publique France (ex. InVS) : Institut national de veille sanitaire

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

LD : Limite de Détection ; C'est la plus basse concentration, pour un composé, qui produit un signal détectable avec une fiabilité définie, statistiquement différent de celui produit par un « blanc »

LQ : Limite de Quantification ; C'est la plus faible concentration d'un produit analysé qui puisse être quantifiée avec une précision et une exactitude acceptable

MSA : Mutuelle Sociale Agricole

ORP : Observatoire des Résidus de Pesticides

ORS : Observatoire Régional de Santé Île-de-France

PNSE : Plan National Santé Environnement

PUF: Polyuréthane Foam (Mousse en Polyuréthane)

SAU : Surface Agricole Utile

### **Abréviations des pesticides :**

Acide Aminomethylphosphonique (AMPA)

Piperonyl Butoxide (PBO)

### **Classification des pesticides :**

**Herbicides** : produits destinés à la destruction des végétaux indésirables, c'est-à-dire des plantes indésirables dans une culture.

**Insecticides** et les produits assimilés, comme les **acaricides** : produits pour détruire insectes et acariens.

**Fongicides** : produits employés pour lutter contre les maladies des plantes provoquées par les champignons, les bactéries et les virus.

# 1. INTRODUCTION

Un **pesticide** est une substance utilisée pour **lutter contre des organismes considérés comme nuisible**. C'est un terme générique qui rassemble les insecticides, les fongicides, les herbicides et les parasitocides conçus pour avoir une action biocide. L'utilisation des pesticides ne se restreint pas au domaine agricole, puisqu'ils sont aussi localement utilisés pour l'entretien de la voirie, des voies ferrées, des parcs et jardins, des cimetières, par les « jardiniers amateurs », par les golfs et les hippodromes... Il existe également de nombreux pesticides à usage domestique : shampoing anti-poux, bombes insecticides contre les mouches, mites ou moustiques, les colliers antipuces.....

Les différents types de pesticides, suite à leur application, se dispersent de manière plus ou moins importante dans l'environnement et notamment dans l'air. **Les composés peuvent se retrouver dans l'air ambiant**, soit lors de l'application des produits, soit après traitement, en se volatilisant à partir du sol et de la végétation. Ainsi, de 25 à 75 % des pesticides appliqués seraient transférés vers l'atmosphère selon les modes d'application et les conditions climatiques<sup>1</sup>. La présence de pesticides dans l'air ambiant a été démontrée, notamment par de nombreuses études dans les régions françaises, aussi bien en zone rurale qu'en milieu périurbain et urbain, avec des concentrations variant du dixième à plusieurs dizaines de nanogramme par mètre cube selon les composés et les sites<sup>2</sup>.

Lancé en juin 2006 par l'Anses<sup>3</sup>, l'**Observatoire des Résidus des Pesticides**<sup>4</sup> rassemble et valorise les données expérimentales et sanitaires des pesticides dans l'environnement. Les travaux de l'ORP s'inscrivent pleinement dans les **Plans Nationaux santé-environnement**<sup>5</sup> (PNSE1 2004-2008, PNSE2 2009-2013, PNSE3 2015-2019), dans lesquels l'évaluation des concentrations en pesticides dans l'air est inscrite.

Ces plans visent à répondre aux interrogations des Français sur les conséquences sanitaires à court et moyen termes de l'exposition à certaines pollutions de leur environnement.

Au niveau national, le gouvernement français a mis en place le plan **Ecophyto II+<sup>6</sup>** en juin 2019, dont l'objectif est de :

- Réduire les usages de produits phytopharmaceutiques de 50 % d'ici 2025
- Sortir du glyphosate d'ici fin 2020 pour les principaux usages et au plus tard d'ici 2022 pour l'ensemble des usages.

Ce plan vient renforcer le plan Ecophyto II annoncé en 2015.

A l'échelle régionale, le **SRCAE** (Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie) francilien de 2012 recommande « l'analyse périodique de certains polluants dans l'air, tels que (...) les pesticides », comme la version locale du PNSE 2 (**PRSE 2**, 2009), qui préconise également (action 6) d'« améliorer les connaissances sur les expositions aux pesticides », notamment pour « développer les connaissances sur la contamination globale de la population, évaluer et assurer le suivi dans le temps et l'espace des contaminations ».

Dans le Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'air (**PRSQA**) francilien 2016-2021, Airparif propose de poursuivre le suivi des concentrations de polluants non réglementés dans l'air ambiant (comme les pesticides) afin notamment de continuer à améliorer les connaissances sur ces composés.

---

<sup>1</sup> Hayo M.G. van der Werf, INRA, 1998.

<sup>2</sup> Fédération Atmo : « Contamination de l'air par les produits phytosanitaires : nouvelle composante de la pollution de l'air – Bilan des mesures réalisées par les AASQA, 2006 », ainsi que les travaux des AASQA sur le sujet

<sup>3</sup> Agence Nationale de Sécurité Sanitaire, de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail.

<sup>4</sup> <http://www.observatoire-pesticides.gouv.fr/>

<sup>5</sup> Prévus par la loi du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique.

<sup>6</sup> <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/les-plans-nationaux-sante-environnement/article/plan-ecophyto-2>

Dans son rapport sur les Politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air de décembre 2015, la cour des comptes recommande à l'Etat de « rendre obligatoire la surveillance par les AASQA de la présence dans l'air des pesticides les plus nocifs » (Recommandation 6). Suite à cette saisine, les AASQA ont réalisé une campagne nationale exploratoire des pesticides entre 2018 et 2019 en s'appuyant notamment sur les recommandations de l'Anses et le protocole élaboré conjointement par l'INERIS et des AASQA.

Cette campagne s'inscrit dans le cadre de l'arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA) pour la période 2017-2021 qui prévoit d'évaluer et de réduire la présence de pesticides dans l'air.

L'objectif de cette campagne exploratoire est d'établir une stratégie nationale de surveillance des pesticides dans l'air. Airparif et les autres AASQA ont participé à cette campagne nationale en réalisant les mesures sur leurs territoires.

## 2. MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE DE MESURE

### 2.1 LOCALISATION DES SITES DE MESURE

La campagne nationale exploratoire de mesure des résidus de pesticides dans l'air ambiant a pour but d'établir un état des lieux harmonisé des niveaux de contamination en résidus de pesticides dans l'air ambiant sur l'ensemble du territoire national, et à terme de définir la stratégie de surveillance des pesticides à mettre en œuvre dans l'air ambiant.

Le rapport de la saisine Anses « Pesticides et Air Ambiant » recommande au niveau national de :

- Considérer plusieurs sites de prélèvements pour chacune des situations d'exposition et de tenir compte de l'expérience et de l'expertise locale.
- Réaliser des mesures uniquement sur des sites hors situation de proximité ou d'influence directe de cultures

Afin de respecter les recommandations nationales sur la stratégie d'échantillonnage, deux sites franciliens ont été choisis (et validés par le LCSQA) pour la mesure des résidus de pesticides dans l'atmosphère :

- **Paris XVIII** : site de fond en zone urbanisée dense – **typologie urbaine**

Le site de mesure est installé à la station permanente d'Airparif, 7 rue Ferdinand Flocon, dans le 18<sup>ème</sup> arrondissement de Paris. Il se trouve sur le toit de l'école donnant sur la cour. L'emplacement est situé au cœur de l'agglomération parisienne, caractérisé par un tissu urbain dense. L'espace urbain occupe 91 % de la superficie du 18<sup>ème</sup> arrondissement, les 9 % restant sont des espaces ouverts artificialisés (correspondant à des espaces verts urbains, équipements sportifs et de loisirs). Les arrondissements et communes limitrophes du 18<sup>ème</sup> arrondissement possèdent un taux d'urbanisation proche pour les arrondissements des 9<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup>, 17<sup>ème</sup> (respectivement 98.7, 94.5, 90.3 %) mais supérieur pour le 19<sup>ème</sup> arrondissement et les communes avoisinantes de Seine-Saint-Denis (entre 81 et 86 %). La densité de population est de 32 485 habitants/km<sup>2</sup> d'après le recensement de 2017 de l'INSEE. Il s'agit du second arrondissement de Paris le plus dense après le 11<sup>ème</sup>.

Des mesures de résidus de pesticides dans l'air francilien ayant été réalisées sur ce site en 2013 / 2014, il permet de réaliser un suivi des composés retrouvés en plus de répondre aux objectifs de la campagne nationale.

- **Rambouillet** : site de fond en zone péri-urbaine - **typologie rurale\***

Le site de mesure est installé à la station de mesure permanente d'Airparif, 5 rue de l'Etang d'Or à Rambouillet dans le département des Yvelines à environ 45 km au sud-ouest du centre de Paris. La densité de population de cette commune est de 760 habitants par km<sup>2</sup> (données INSEE 2017). Le site est implanté aux abords du stade du vieux Moulin.

Sur la commune de Rambouillet, l'espace rural (espaces agricoles, forestiers et naturels) représente, d'après l'Institut Paris Région, 76.2 % du territoire en 2017. A l'exception d'une commune, Rambouillet est plus urbanisé que ses communes limitrophes, où l'espace rural représente un peu plus de 90 %. Le profil agricole de la commune et de ses alentours se caractérise par de grandes exploitations (« openfield ») céréalières pratiquant en grande majorité la production de blé, favorisées par les limons de qualité et l'absence de relief. Aux cultures céréalières (blé, orge et maïs) s'ajoutent aussi la production de pommes de terre et de betteraves à sucre.

*\*Selon la réglementation définissant les critères d'implantation d'une station de surveillance de la qualité de l'air, le site de Rambouillet est de typologie « péri-urbain ». Afin de faciliter la lecture du rapport, celui-ci est considéré comme « rural ».*

La Figure 1 illustre l'environnement de ces sites de mesure et la situation de ces derniers en Île-de-France.

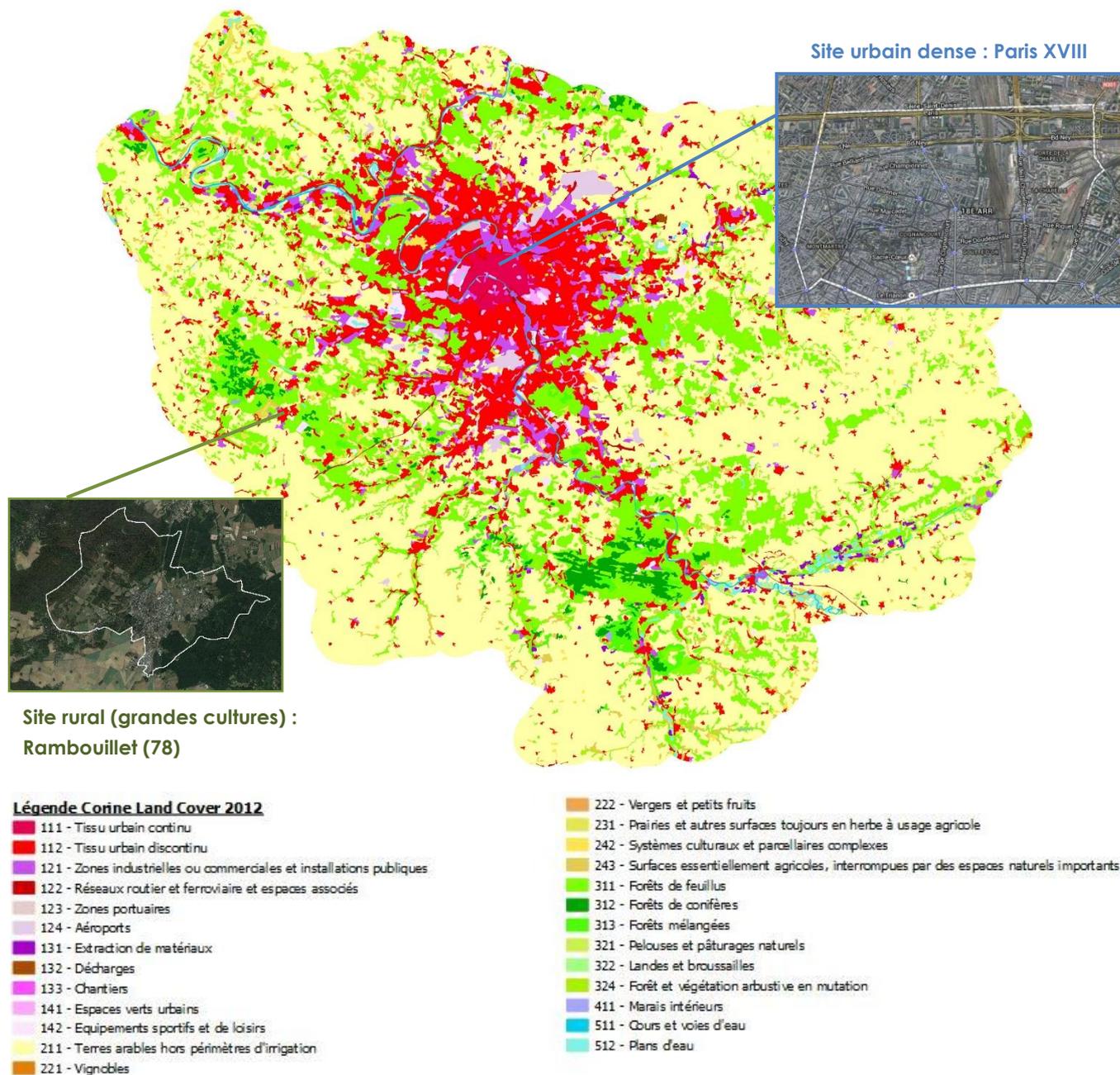


Figure 1 : Occupation du sol du territoire francilien (carte AIRPARIF réalisée à partir des données Corine Land Cover 2012, source SDES) et communes d'implantation des sites de mesures des pesticides dans l'air ambiant

## 2.2 PERIODE DE MESURE

La campagne de mesure s'est déroulée durant **une année, du 26 juin 2018 au 25 juin 2019, avec une fréquence d'échantillonnage variable dans l'année, fonction des périodes de traitement**. Il y a ainsi eu 4 prélèvements de 7 jours (consécutifs) aux mois d'avril, mai, juin (1 en juin 2018 et 3 en juin 2019), octobre et novembre ; 1 prélèvement hebdomadaire toutes les deux semaines aux mois de mars, juillet, août, septembre et décembre ; et 1 prélèvement hebdomadaire par mois aux mois de janvier et février. Les mesures ont été réalisées simultanément sur les deux sites de mesures, sur une durée de **168 heures** (7 jours généralement du mardi au mardi).

Au total, il y a eu 39 prélèvements sur chaque site de mesure au cours de cette campagne, dont 5 ajoutés par Airparif de mars à septembre, en lien avec les résultats des campagnes précédentes (2006 et 2013/2014). **Seul 1 échantillon a été invalidé au cours de la campagne de mesure, sur le site de Rambouillet<sup>7</sup>.**

Les détails des périodes de mesure sont présentés dans le tableau suivant :

juin-18	juil-18	août-18	sept-18	oct-18	nov-18	déc-18	janv-19	févr-19	mars-19	avr-19	mai-19	juin-19
1	2	4	4	5	4	2	1	1	3	5	4	3

Tableau 1: Détails des périodes de prélèvements hebdomadaires effectués de juin 2018 à juin 2019 simultanément sur les deux sites de mesures

---

<sup>7</sup> Le volume d'air prélevé n'étant pas suffisant, l'échantillon a été invalidé.

## 2.3 DISPOSITIF DE MESURE

### 2.3.1 LA METHODE DE PRELEVEMENT

Les pesticides dans l'air ambiant sont mesurés en réalisant une analyse en laboratoire sur des prélèvements d'air :

- Un échantillonneur (Partisol Plus) aspire l'air ambiant à un débit connu et maîtrisé. Le prélèvement est d'environ 168 heures, assuré avec un débit de 1 m<sup>3</sup>/h.
- L'air aspiré passe par une cartouche contenant un filtre en quartz, piégeant les particules (phase particulaire), et de la mousse PUF, qui retient les composés à l'état gazeux. Les résultats fournis cumulent les phases particulaire et gazeuse.

L'échantillonneur est équipé d'une tête de prélèvement PM<sub>10</sub>, permettant de prélever l'ensemble des particules dont le diamètre est inférieur à 10 µm.

La Figure 2 présente le type d'échantillonneur mis en place sur les sites de mesures.



Préleveur Partisol Plus

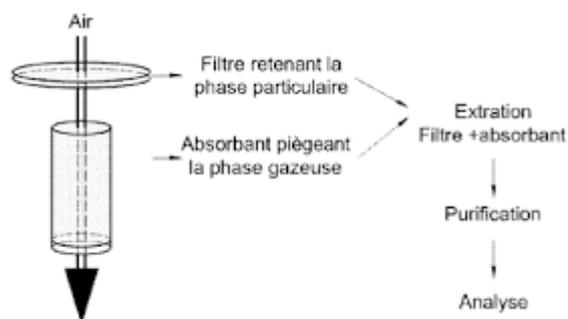


Schéma de principe du prélèvement



Site de Paris XVIII



Site de Rambouillet

Figure 2 : Dispositif de prélèvement « Partisol Plus » utilisé sur les deux sites de mesure de la campagne ; environnement des deux sites de mesures

## 2.3.2 L'ANALYSE

Les supports de piégeage (mousses PUF et filtres) sont acheminés au laboratoire d'analyse dans les 15 jours suivants le prélèvement en envoi express dans des glacières réfrigérées (température < 5 +/- 3°C). L'ensemble des supports d'échantillonnage est conservé après le prélèvement en congélateur fixe ou portatif, à l'abri de la lumière et de l'humidité (conservés dans des sacs isotherme).

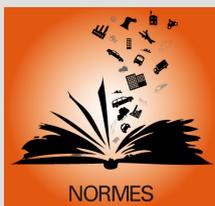
Au laboratoire d'analyse, les supports de prélèvement subissent une extraction commune, une purification et enfin l'analyse par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (GC\_MSD) et par chromatographie liquide haute performance couplée à un spectromètre de masse triple quadripôle (LC\_MS\_MS).

L'analyse permet de déterminer la quantité de matière piégée sur les supports pour chaque pesticide, celle-ci est ramenée au volume d'air aspiré pour déterminer les concentrations en pesticides dans l'air ambiant. En utilisant ce mode de mesure, des concentrations moyennes sur 168h sont obtenues pour chacun des pesticides recherchés.

Cette méthode d'analyse des échantillons est conforme aux recommandations de la norme AFNOR NF XP X43-059 relative au dosage de substances phytosanitaires dans l'air ambiant (préparation des supports de collecte, analyse par méthodes chromatographiques).

Les limites de détection et de quantification sont présentées en Annexe 1.

### Ce que disent les normes



Le choix du mode de prélèvement s'est appuyé sur :

- la norme AFNOR X43-059 relative au dosage des produits phytosanitaires dans l'air ambiant (prélèvement actif).
- les recommandations nationales du LCSQA et des différents travaux menés dans les dernières années en France<sup>8</sup>
- Les recommandations de l'Anses et de l'INERIS

### Ce qui avait été réalisé précédemment en Ile-de-France :

Les conditions de prélèvements sont les mêmes que lors de la campagne de 2006. Toutefois, certains composés recherchés en 2006 ne le sont pas pendant la CNEP et inversement.

Lors de la campagne 2013/2014, une autre technique de prélèvement a été utilisée. Les échantillons étaient prélevés à l'aide d'un préleveur DA 80 à 12 m<sup>3</sup>/h sur une durée de 48h.

### Les conséquences en termes de comparaison des résultats

Les composés recherchés lors de cette campagne ne sont pas forcément les mêmes que pour les campagnes réalisées par Airparif précédemment.

De plus, le temps et le volume de prélèvement utilisé lors de la précédente campagne (2013/2014), ainsi que les périodes de prélèvements, sont différents des autres campagnes, rendant la comparaison des concentrations retrouvées plus difficile.

<sup>8</sup> LCSQA : Protocole harmonisé pour la campagne nationale exploratoire de surveillance des pesticides dans l'air ambiant – Juillet 2018

## 2.4 LES PESTICIDES RECHERCHES DANS LE CADRE DE L'ETUDE

Afin de répondre aux objectifs de la saisine - portant sur les modalités de surveillance des pesticides dans l'air ambiant au niveau national - l'Anses a défini une liste de substances prioritaires à surveiller sur l'ensemble du territoire national (métropole et DROM). Ce rapport est intitulé « Proposition de modalités pour une surveillance nationale des pesticides dans l'air ambiant<sup>9</sup> ».

La liste des substances actives analysées est issue d'un processus de sélection adapté aux objectifs d'une surveillance nationale et repose sur une hiérarchisation des substances en fonction des quantités utilisées sur le territoire, le potentiel d'émission et la persistance dans l'atmosphère des substances, ainsi qu'une priorisation basée sur les résultats de mesures des AASQA.

Ainsi, sur les 1 316 substances considérées comme pesticides, **90 substances actives ont été jugées prioritaires**. A noter que l'on considère comme pesticides l'ensemble des substances actives autorisées ou ayant été autorisées dans des produits phytopharmaceutiques, dont celles pouvant présenter d'autres usages tels que les usages biocides, les antiparasitaires humain et/ou vétérinaire.

Certains composés nécessitant un développement analytique lourd ont été écartés des substances recherchées au niveau national. Ainsi 83 substances ont été recherchées au niveau national durant cette campagne.

La liste des composés recherchés au niveau national est présentée ci-dessous :

2,4-D (ESTERS)	Cyproconazole	Flumetraline	Pentachlorophenol
2,4-DB (ESTERS)	Cyprodinil	Fluopyram	Permethrine
Abamectine	Deltamethrine	Folpel	Phosmet
Acetochlore	Dicamba (acide)	Glufosinate	Piclorame (sels, ester)
Acide Aminomethylphosphonique (AMPA)	Diclorane	Glyphosate	Piperonyl butoxide (PBO)
Aldrine	Dicofol	Heptachlore	Prochloraz
Bifenthrine	Dieldrine	Iprodione	Propyzamide
Boscalid	Difenoconazole	Lambda cyhalothrine	Prosulfocarbe
Bromadiolone	Diflufenicanil	Lenacil	Pyrimethanil
Bromoxynil octanoate	Dimethenamide(-p)	Lindane	Pyrimicarbe
Butraline	Dimethoate	Linuron	Quinmerac
Carbetamide	Diuron	Metamitrone	Spiroxamine
Chlordane	Endrine	Metazachlore	Tebuconazole
Chlordecone	Epoxiconazole	Metolachlore(-s)	Tebuthiuron
Chlorothalonil	Ethion	Metribuzine	Tembotrione
Chlorprophame	Ethoprophos	Mirex	Terbutryne
Chlorpyriphos ethyl	Etofenprox	Myclobutanil	Tolyfluanide
Chlorpyriphos methyl	Fenarimol	Oryzalin	Triadimenol
Clomazone	Fenpropidine	Oxadiazon	Triallate
Cymoxanil	Fipronil	Oxyfluorfe	Trifloxystrobine
Cypermethrine	Fluazinam	Pendimethaline	

Tableau 2 : Liste des 83 substances actives recherchées au niveau national

<sup>9</sup> <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2014SA0200Ra.pdf>

Après un examen approfondi des possibilités analytiques, la liste des substances a été ajustée :

- Le Dicamba, le Piclorame et le Quinmerac ont été écartés car ne pouvant pas être traités analytiquement comme les autres substances du fait de leur forme chimique ;
- L'Abamectine, l'Aldrine, le Dicolfol, la Tembotrione et le Cymoxanil ont été écartés car l'efficacité de piégeage et/ou la robustesse de la méthode d'analyse n'étaient pas suffisantes.

Au final, l'analyse des données de cette campagne a porté sur **75 substances au niveau national**. Pour des raisons financières, l'analyse du **Glyphosate**, du **Glufosinate** et de l'**Acide Aminomethylphosphonique (AMPA)** n'a pas été possible sur l'ensemble des sites de mesures de la campagne nationale. Les sites de mesures en Ile-de-France n'ont pas été retenus pour l'analyse de ces composés, ce qui porte à **72 le nombre de substances analysées pour cette campagne en Ile-de-France** :

- 27 herbicides
- 23 insecticides
- 22 fongicides

26 des 72 substances recherchées au cours de la campagne sont interdites ou non utilisées dans les traitements agricoles en France (utilisation possible par les pays voisins par exemple). La liste des substances interdites est présentée ci-dessous. A noter que parmi ces composés certains sont autorisés en tant que biocide<sup>10</sup>.

Acetochlore	Fipronil
Bifenthrine	Flumetraline
Butraline	Heptachlore
Chlordane	Iprodione
Chlordecone	Lindane
Diclorane	Linuron
Dieldrine	Mirex
Dimethoate	Oxadiazon
Diuron	Pentachlorophenol
Endrine	Permethrine
Ethion	Tebuthiuron
Ethoprophos	Terbutryne
Fenarimol	Tolylfluanide

Tableau 3 : Liste des substances interdites ou non utilisées dans les traitements agricoles en France

---

<sup>10</sup> Les produits phytopharmaceutiques (pesticides) protègent les plantes contre les organismes nuisibles ou luttent contre les mauvaises herbes. Ils sont surtout utilisés dans l'agriculture, mais aussi dans les jardins.

Les biocides luttent aussi contre les organismes nuisibles, mais ne concernent pas les plantes vivantes. On peut citer par exemple les produits de protection du bois, les désinfectants, le poison à souris ou encore les répulsifs.

# 3. LES PESTICIDES RETROUVES DANS L'AIR FRANCILIEN

La présentation des résultats est faite par catégories de pesticides (fongicides, herbicides et insecticides).

## 3.1 LES TYPES DE COMPOSES RETROUVES

Sur l'ensemble des composés recherchés (72), **30 composés ont été détectés dans l'air francilien** sur au moins un des deux sites de mesures.

La Figure 3 présente, pour chaque famille d'usage, le nombre de substances actives trouvé au regard du nombre de pesticides recherchés.

### NOMBRE DE PESTICIDES DÉTECTÉS PAR RAPPORT AU NOMBRE RECHERCHÉ



Figure 3 : Nombre de pesticides détectés (par rapport au nombre recherché) par catégorie d'usage en Ile-de-France lors de la campagne de mesure 2018/2019

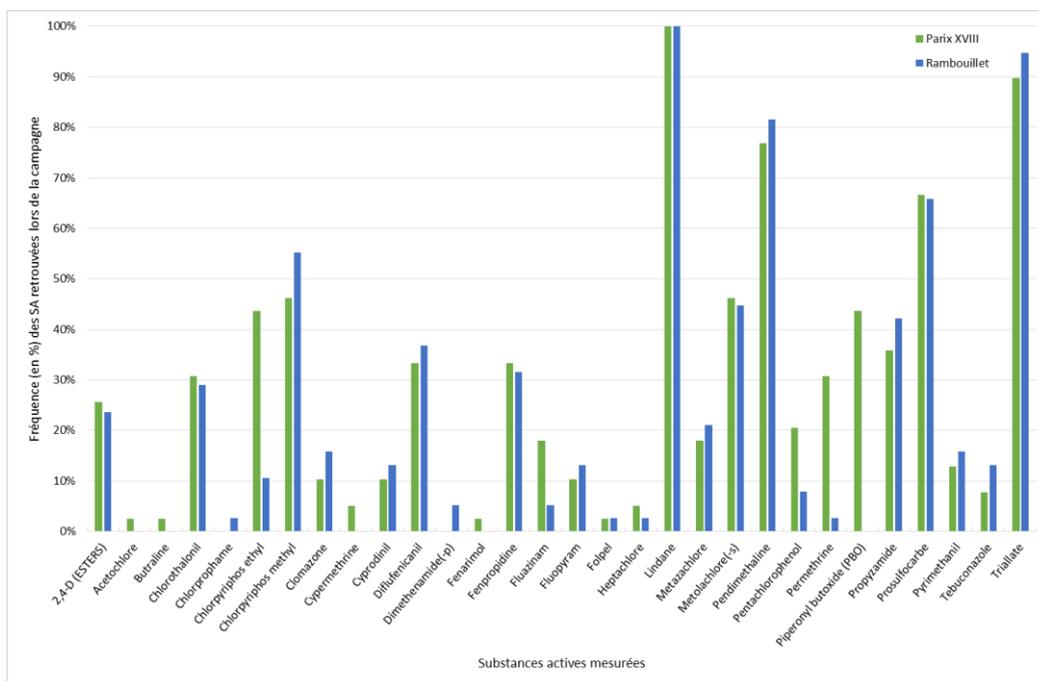
Un grand nombre de substances actives de chacune des catégories dans l'air est retrouvé :

- 10 fongicides et 13 herbicides ont été retrouvés dans l'air ambiant, soit 45 % et 48 % des fongicides et herbicides recherchés.
- Concernant les insecticides, le nombre de substances trouvés lors de la campagne est un peu plus faible, avec 7 composés détectés, soit 30 % des insecticides recherchés.

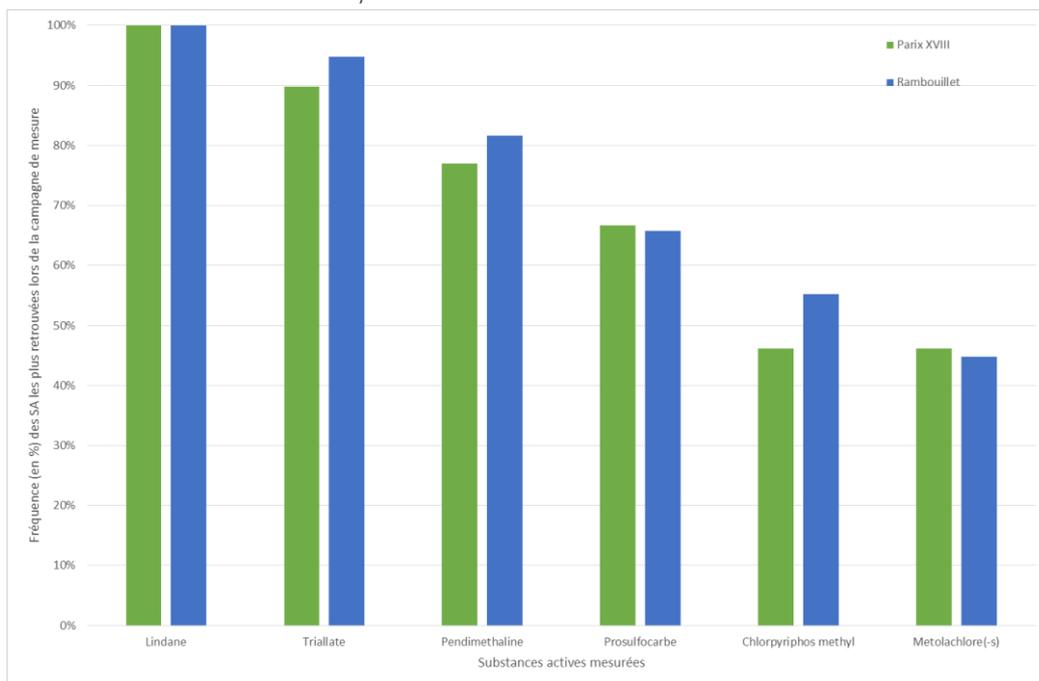
Parmi les composés interdits ou non utilisés dans les traitements agricoles en France, 7 sont retrouvés en Ile-de-France (27 % des composés recherchés), dont 1 utilisable en tant que biocide.

### 3.1.1 LES COMPOSES LES PLUS RETROUVES

La Figure 4 présente la fréquence de détection (en %) des différents composés (a) au cours de la campagne (39 séries de mesure à Paris XVIII et 38 séries à Rambouillet), et un zoom (b) sur les cinq substances actives les plus détectées en Île-de-France.



a) Ensemble des substances actives



b) Les cinq substances actives les plus retrouvées dans l'air ambiant

Figure 4 : Fréquence (en %) de l'ensemble des substances actives (a) et des plus retrouvées (b) au cours des séries de mesures de la campagne 2018/2019 selon les sites de mesures

Les pesticides **les plus fréquemment retrouvés** sont les mêmes sur les deux sites de mesures :

- Le **Lindane (insecticide)**, interdit en France depuis 1998 en raison de sa toxicité, est le composé le plus retrouvé, avec 100 % de détection.

- Le **Triallate (herbicide)** est le composé le plus fréquemment mesuré à Rambouillet, avec 36 quantifications sur 38, soit 95 % de détection. Cet herbicide est également l'un des composés les plus détectés à Paris XVIII (90 % de détection, soit 35 détections sur 39 échantillons).
- Le **Pendiméthaline (herbicide)** est le troisième composé le plus détecté sur les deux sites de mesures, avec 30 détections à Paris XVIII et 31 détectés à Rambouillet, soit 77 et 82 % de détection.
- Le **Prosulfocarbe** (herbicide) et le **Chlorpyriphos méthyl** (insecticide) ont également été fréquemment détectés sur les deux sites de mesures. Le Prosulfocarbe a été mesuré 25 fois à Rambouillet (66 % de détection) et 26 fois à Paris XVIII (67 % de détection). Le Chlorpyriphos méthyl a été moins retrouvé sur le site de Paris XVIII (18 détections, 46 %) que sur le site de Rambouillet (21 détections, 55 %).
- L'herbicide **Metolachlore (-s)** est le sixième composé le plus retrouvé sur les deux sites de mesures, avec 17 (44 %) et 18 (47 %) détections à Paris XVIII et Rambouillet.

Lors de la campagne 2013/2014, le **Lindane**, le **Metolachlore (-s)**, le **Prosulfocarbe** et le **Pendiméthaline** faisaient également partie des composés les plus détectés à Paris XVIII. A noter qu'à part pour le **Metolachlore (-s)** et le **Lindane**, la limite de quantification (ng/m<sup>3</sup>) des deux autres composés était plus faible lors de la campagne 2013/2014. En effet, bien que les mesures étaient sur une durée de 48h en 2013/2014 (contre 168h en 2018/2019), le débit de prélèvement était plus élevé (12 m<sup>3</sup>/h en 2013/2014 et 1 m<sup>3</sup>/h en 2018/2019).

### 3.1.2 LES COMPOSES SELON LA TYPOLOGIE DU SITE DE MESURE (URBAINE / RURALE)

Un zoom peut être réalisé pour chacun des deux sites, afin d'étudier la répartition des composés trouvés par grandes familles selon les sites de mesures et la typologie associée : environnement rural pour le site de Rambouillet et typologie urbaine pour le site de Paris XVIII.

La Figure 5 illustre le nombre de substances actives retrouvées sur les deux sites instrumentés selon les familles d'usages tout au long de la campagne de mesure. Au total, 28 éléments ont été détectés à Paris, contre 25 pour le site rural.

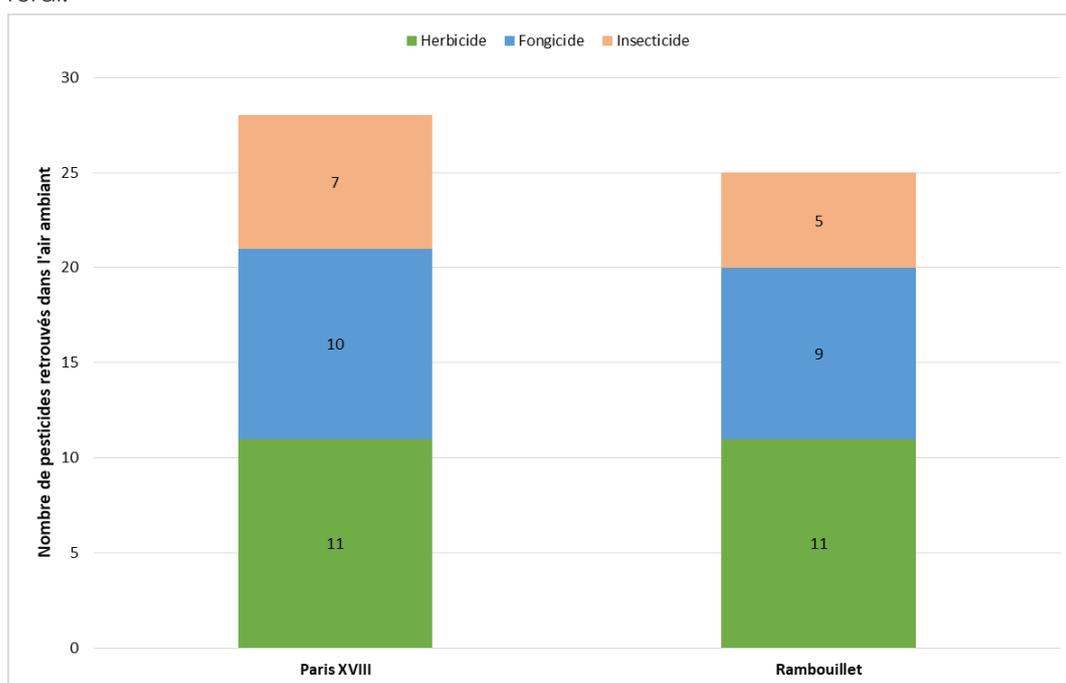


Figure 5 : Nombre de pesticides retrouvés dans l'air ambiant à Paris XVIII et à Rambouillet par catégorie d'usage lors de l'ensemble de la campagne de mesure 2018/2019

Le même nombre d'herbicides est retrouvé en milieu urbain et en milieu rural, avec 11 herbicides détectés. De même, le nombre de fongicides détectés est équivalent, avec 10 fongicides détectés en milieu urbain contre 9 en milieu rural. Les insecticides sont plus nombreux en milieu urbain avec 7 insecticides mesurés à Paris XVIII, contre 5 à Rambouillet.

### 3.1.3 CERTAINS COMPOSES DETECTES UNIQUEMENT SUR L'UN DES DEUX SITES

Le Tableau 4 illustre les substances actives trouvées sur les sites urbain et rural lors de la campagne de mesure 2018/2019.

Au total, **30 substances** ont été détectées lors de la campagne de mesure, dont **23 communes** aux deux sites de mesures. Seulement deux composés ont été uniquement retrouvés sur le site rural de Rambouillet, contre 5 spécifiquement retrouvés sur le site de Paris XVIII.

23 Composés en commun			
2,4-D	Herbicide	Lindane	Insecticide
Chlorothalonil	Fongicide	Metazachlore	Herbicide
Chlorpyriphos ethyl	Insecticide	S-Metolachlore	Herbicide
Chlorpyriphos methyl	Insecticide	Pendimethaline	Herbicide
Clomazone	Herbicide	Pentachlorophenol	Fongicide
Cyprodinil	Fongicide	Permethrine	Insecticide
Diflufenicanil	Herbicide	Propyzamide	Herbicide
Fenpropidine	Fongicide	Prosulfocarbe	Herbicide
Fluazinam	Fongicide	Pyrimethanil	Fongicide
Fluopyram	Fongicide	Tebuconazole	Fongicide
Folpel	Fongicide	Triallate	Herbicide
Heptachlore	Insecticide		

2 Composés spécifiques à Rambouillet		5 Composés spécifiques à Paris XVIII	
Chlorprophame	Herbicides	Acetochlore	Herbicide
Dimethenamide (-p)	Herbicides	Butraline	Herbicide
		Cypermethrine	Insecticide
		Fenarimol	Fongicide
		Piperonyl butoxide	Insecticide

Tableau 4 : Liste des composés détectés lors de la campagne de mesure 2018/2019

Le Tableau 5 présente le nombre de détections des composés spécifiques à chaque site de mesures au cours de la campagne 2018/2019.

Famille	Composés	Paris XVIII Nombre de série	Famille	Composés	Rambouillet Nombre de série
Insecticide	Cypermethrine	2	Herbicide	Chlorprophame	1
	Piperonyl butoxide	17		Dimethenamide (-p)	2
Fongicide	Fenarimol	1			
Herbicide	Acetochlore	1			
	Butraline	1			

(a) Paris XVIII

(b) Rambouillet

Tableau 5 : Pesticides détectés uniquement sur l'un des sites de mesures lors de la campagne 2018/2019

**Deux insecticides, deux herbicides et un fongicide ont été spécifiquement retrouvés sur le site parisien.** Parmi ces cinq pesticides, trois pesticides n'ont été détectés qu'à une seule reprise (le Fenarimol, la Butraline et l'Acétochlore) à l'état de trace, c'est-à-dire à des teneurs supérieures à la limite de détection (LD) mais inférieures à la limite de quantification (LQ).

La Cyperméthrine a été détectée deux fois sur le site de Paris XVIII, également à l'état de trace. Seul le Piperonyl Butoxide a été mesuré de manière récurrente sur le site de Paris XVIII, avec 17 détections (44 % des échantillons). Ce composé est un synergisant (produit chimique ajouté aux pesticides pour accroître la toxicité des ingrédients actifs) très souvent employé dans les insecticides, ce qui expliquerait le grand nombre de détection.

En milieu rural, seuls **deux herbicides** ont été spécifiquement retrouvés, le Chlorprophame (1 détection à l'état de trace) et la Dimethenamide (-p) (deux détections dont une à l'état de trace).

## 3.2 RESULTATS PAR USAGE

Les pesticides sont utilisés notamment en fonction de la pression parasitaire dépendante des conditions météorologiques pour garantir la protection et la croissance des végétaux. Ainsi le traitement va varier selon les années. Des traitements sont également réalisés en fonction des maladies observées sur le terrain, ces dernières pouvant également être liées aux conditions météorologiques.

Le lien entre pesticides observés dans l'air et conditions météorologiques est abordé dans un premier temps. Le croisement des concentrations observées en pesticides et les usages est ensuite réalisé, ceci pour trois catégories de pesticides : les composés utilisés en culture dominante, les composés utilisés en zone non agricole et enfin les produits interdits.

### 3.2.1 L'UTILISATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES SELON LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

L'ensemble des paramètres météorologiques joue un rôle important à la fois sur l'utilisation des pesticides et sur leur dispersion dans l'environnement et dans notre cas d'étude dans l'air. Les principaux facteurs d'influence sont : la température, l'humidité, les vitesses de vent.

En effet, la pression parasitaire exercée sur les cultures dépend notamment de la **température** et du taux d'**humidité** dans l'air : l'humidité accrue favorise le développement des maladies. L'efficacité d'un traitement varie aussi en fonction des conditions d'humidité et de **vent** : un vent faible et une humidité élevée sont plus favorables aux traitements.

Les vents permettent par ailleurs le transport à grande échelle des vecteurs de maladies, comme les spores de champignons, ou des insectes.

Enfin, l'humidité du sol et la température peuvent favoriser des phénomènes de re-volatilisation à partir du sol et de la plante, alors que l'ensoleillement accompagné de température élevée ou les précipitations joueront un rôle sur la dégradation des produits phytosanitaires dans l'atmosphère.

Des conditions météorologiques chaudes et sèches peuvent favoriser la prolifération des insectes et augmentent les épidémies virales. Ces paramètres rendent les plantes moins vigoureuses et moins résistantes faces aux nématodes (vers), insectes et développements de champignons.

Les paramètres météorologiques observés pendant la campagne de mesure sont présentées en Annexe 6.

### 3.2.3 CLASSIFICATION DES COMPOSES SUIVANT LEUR UTILISATION

Il est possible de regrouper les pesticides retrouvés dans l'air ambiant en fonction de leurs pratiques. Cet usage est renseigné à partir des informations transmises par la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Agriculture et de la Forêt (DRIAAF) et son Service Régional de la Protection des Végétaux (SRPV).

Les pesticides retrouvés dans l'air ambiant francilien sont en grande majorité utilisés en Île-de-France sur des cultures dominantes. D'autres composés sont également rencontrés dans l'air ambiant francilien : il s'agit de produits ne correspondant pas à un usage majeur dans la région (arboriculture, viticulture), de produits utilisés à des fins non-agricoles, voire même des composés interdits d'utilisation en tant que produits phytosanitaires. Les produits utilisés comme biocides ne sont pas considérés dans ce paragraphe. Les produits interdits sont étudiés dans le paragraphe 3.2.3.3.

Le Tableau 6 présente la répartition des pesticides retrouvés dans l'air ambiant francilien lors de cette campagne de mesure suivant les types d'utilisation (hors produits interdits et biocides) :

- Cultures dominantes au site de Rambouillet, à savoir : blé, orge, colza, maïs, betteraves ;
- Zone non-agricole pour le site de Paris. Les produits utilisés sur certains arbustes d'ornement, comme les pommiers, ont été retenus.

Composés utilisés essentiellement sur des cultures dominantes en Ile-de-France (ex. : sur le site de Rambouillet)	Composés à usage mixte	Composés utilisés essentiellement pour des activités non-agricoles (ex. : sur le site de Paris)
Chlorprophame (H)	Chlorothalonil (F)	2.4-D (H)
Clomazone (H)	Chlorpyriphos-éthyl (I)	Piperonyl Butoxide (Adjuvant)
Diflufenicanil (H)	Chlorpyriphos-méthyl (I)	Pyriméthanol (F)
Dimethenamide (-p) (H)	Cyperméthrine (I)	
Fenpropidine (F)	Cyprodinil (F)	
Fluazinam (F)	Tebuconazole (F)	
Fluopyram (F)		
Folpel (F)		
Métazachlore (H)		
Metolachlore (-s) (H)		
Pendiméthaline (H)		
Propyzamide (H)		
Prosulfocarbe (H)		
Triallate (H)		

H : Herbicide, F : Fongicide, I : Insecticide

Tableau 6 : Pesticides retrouvés dans l'air ambiant francilien lors de la campagne 2018/2019, classés par usage

#### 3.2.3.1 Les composés utilisés sur les cultures dominantes

Sur les 30 pesticides retrouvés dans l'air ambiant, la moitié (14 composés) est associée aux pratiques agricoles dominantes en Île-de-France, à savoir la culture du blé, de l'orge, du colza, du maïs et des betteraves industrielles. Ces cultures représentent 81 % de la superficie agricole utilisée régionale.

Parmi les 14 composés utilisés sur les cultures dominantes retrouvés sur le site rural, 10 sont des herbicides et 4 des fongicides. Ils sont utilisés sur le blé, l'orge, le maïs, les pois, le colza, le tournesol, les féveroles et les betteraves.

### 3.2.3.2 Les composés liés à des activités non-agricoles

Parmi les composés retrouvés, trois sont utilisés en Île-de-France spécifiquement pour des activités non-agricoles : 1 fongicide, 1 herbicides et un adjuvant. Ces composés sont employés pour le traitement des arbres et arbustes d'ornement, sur des cultures florales, notamment les rosiers, et pour l'entretien des gazons, aussi bien chez les particuliers que dans les espaces verts.

### 3.2.3.3 Les composés interdits d'utilisation

Parmi les composés retrouvés dans l'air ambiant francilien, **7 substances sont interdites d'utilisation en tant que produit phytosanitaire**. Certains sont interdits depuis de nombreuses années, comme le Lindane (interdit d'utilisation depuis 1998 en France et depuis 2002 en Europe) ou la Dieldrine (1972). Toutefois, **certains composés peuvent être autorisés en tant que biocide**<sup>11</sup>. La liste de ces substances actives est présentée dans le Tableau 7 (état au 25/06/2018).

Pesticides	Autorisation en tant que Biocide
Acétochlore	Non
Butraline	Non
Fenarimol	Non
Heptachlore	Non
Lindane	Non
Pentachlorophenol	Non
Permethrine	Oui

Tableau 7 : Liste des pesticides interdits trouvés lors de la campagne de mesure 2018/2019

## 3.2.4 COMPOSES DETECTES PAR USAGES ET PAR SITE : DES NUANCES SUIVANT LES SITES

La Figure 6 présente la répartition des détections sur les deux sites de mesure selon les types de composés, à savoir composés utilisés sur les cultures dominantes franciliennes, ceux pour des activités non-agricoles, les composés communs aux deux usages et ceux interdits d'utilisation en tant que produits phytosanitaires. Les prélèvements sur chacun des sites ont été cumulés et les pesticides classés et regroupés suivant le type d'utilisation.

<sup>11</sup> Source : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/produits-biocides-30381961/>

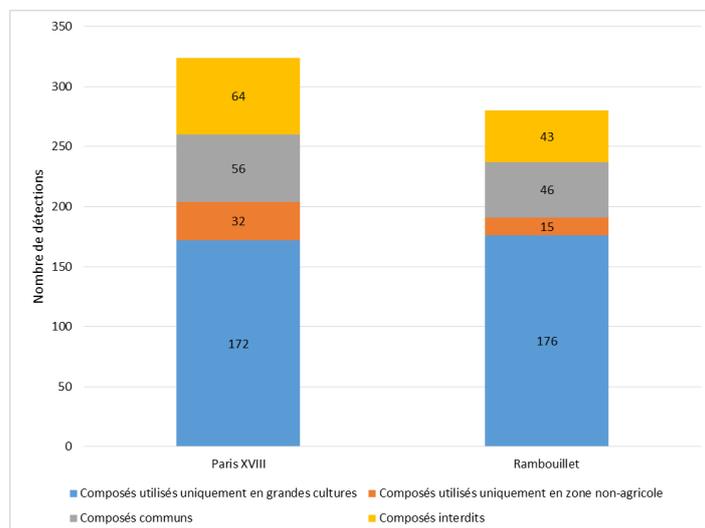


Figure 6 : Répartition des quantifications en pesticides retrouvés dans l'air ambiant francilien selon les types de composés

C'est sur le **site de Paris** que le plus grand nombre de pesticides est retrouvé lors de la campagne 2018/2019 : 324 détections, contre 280 à Rambouillet.

Sur ce site parisien, les composés spécifiquement utilisés en grandes cultures sont majoritaires, avec plus de 50 % des détections. Viennent ensuite les composés interdits d'utilisation (20 %, avec 64 détections), puis les composés communs aux grandes cultures et à ceux utilisés en zones non-agricoles (17 %, avec 56 détections). Les composés spécifiques aux zones non-agricoles s'élèvent à 32 détections, soit en nombre plus important que sur le site de Rambouillet (15 détections).

Sur le **site de Rambouillet**, la répartition est légèrement différente. Le nombre de composés spécifiquement utilisés en grandes cultures est encore plus majoritaire, avec 176 détections (soit 63 % des détections sur ce site), suivi des composés communs aux grandes cultures et aux utilisations en zones non-agricoles (46 détections, soit 16 %) puis les composés interdits (15 %, avec 43 détections) et enfin les composés spécifiques aux zones non-agricoles (15 détections).

Lors de la campagne 2013/2014, un plus grand nombre de composés avaient été détectés sur le site agricole (Bois-Herpin) par rapport au site urbain (Paris XVIII), ce qui peut s'expliquer d'une part par le nombre plus important de pesticides recherchés en 2013/2014 et d'autre part par la différence de typologie entre le site de Bois-Herpin, site agricole proche des cultures et de Rambouillet, site rural (éloigné des cultures).

**Ainsi :**

- **les composés utilisés pour des cultures dominantes en Île-de-France, produits les plus souvent rencontrés, sont détectés de façon majoritaire sur les deux sites (> 50%) ;**
- **les composés liés à des activités non-agricoles sont plus souvent retrouvés en milieu urbain qu'en zone rurale ;**
- **les composés interdits sont retrouvés de façon fréquente sur les deux sites avec des détections plus récurrentes à Paris (64 détections contre 43 à Rambouillet) ;**

## 4. CONCENTRATIONS MESUREES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE 2018/2019 :

### 4.1 DES TENEURS PLUS ELEVEES EN MILIEU RURAL

La Figure 7 présente la distribution des teneurs de pesticides relevées sur les deux sites durant la période de mesure de juin 2018 à juin 2019.

Cette distribution des concentrations est réalisée selon trois classes : les concentrations inférieures ou égales à 0.2 ng/m<sup>3</sup>, celles comprises entre 0.2 à 1 ng/m<sup>3</sup> et celles supérieures à 1 ng/m<sup>3</sup>.

**Ces classes de concentrations ne possèdent pas de signification sanitaire, sachant qu'il n'existe pas de normes relatives aux teneurs en pesticides dans l'air ambiant. Elles permettent néanmoins de mettre en relief les différences de niveau selon les sites de mesures.**

Les concentrations par site, par série de mesure et par composé sont disponibles en Annexe 7 .

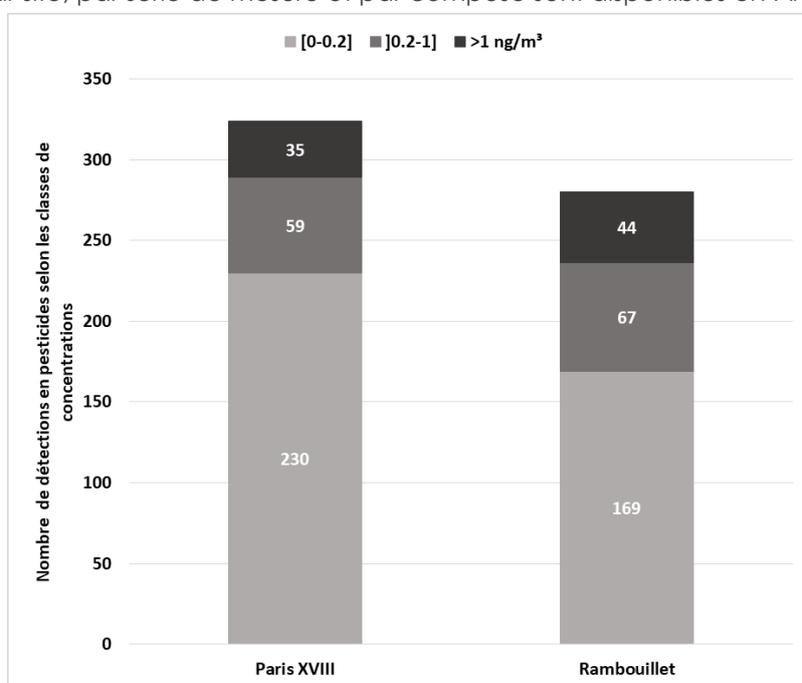


Figure 7 : Distribution des concentrations en pesticides mesurées lors de la campagne de mesure entre juin 2018 et juin 2019 à Paris XVIII et Rambouillet

**Plus de la moitié des teneurs de pesticides à Paris et à Rambouillet sont inférieures à 0.2 ng/m<sup>3</sup>, avec respectivement 71 % et 60 % des valeurs détectées.**

Le nombre de pesticides dont les concentrations sont comprises entre 0.2 et 1 ng/m<sup>3</sup> est légèrement plus élevé à Rambouillet qu'à Paris XVIII, avec 24 % des valeurs détectées à Rambouillet et 18 % des valeurs détectées à Paris. Le constat est le même pour les concentrations supérieures à 1 ng/m<sup>3</sup>, avec 16 % des valeurs détectées à Rambouillet contre 11 % à Paris.

Au-delà de cette simple classification de l'ensemble des teneurs de pesticides détectées, les teneurs sont également différentes selon les familles de pesticides et les substances actives.

## 4.2 CLASSE DE CONCENTRATIONS SELON LES FAMILLES DE PESTICIDES

### 4.2.1 Zoom sur les insecticides

Afin d'illustrer la distribution des niveaux d'insecticides détectés dans l'air lors de la campagne de mesure, la Figure 8 présente le nombre de données selon les trois classes de concentrations, à Paris XVIII et Rambouillet.

Les teneurs d'insecticides font apparaître de faibles teneurs sur les deux sites de mesures, seule une teneur supérieure à 1 ng/m<sup>3</sup> a été rencontrée lors de la campagne, sur le site de Rambouillet. Le nombre de détections de teneurs comprises entre 0.2 et 1 ng/m<sup>3</sup> est similaire sur les deux sites de mesures avec 11 détections à Paris et 10 à Rambouillet.

Sur les deux sites de mesures, la majorité des concentrations relevées est inférieure ou égale à 0.2 ng/m<sup>3</sup>. Sur le site parisien, le nombre de détection de teneurs inférieures ou égales à ce seuil est presque deux fois plus élevé qu'en milieu rural pour les insecticides, ce qui s'explique en partie par le plus grand nombre d'insecticides détectés sur le site parisien.

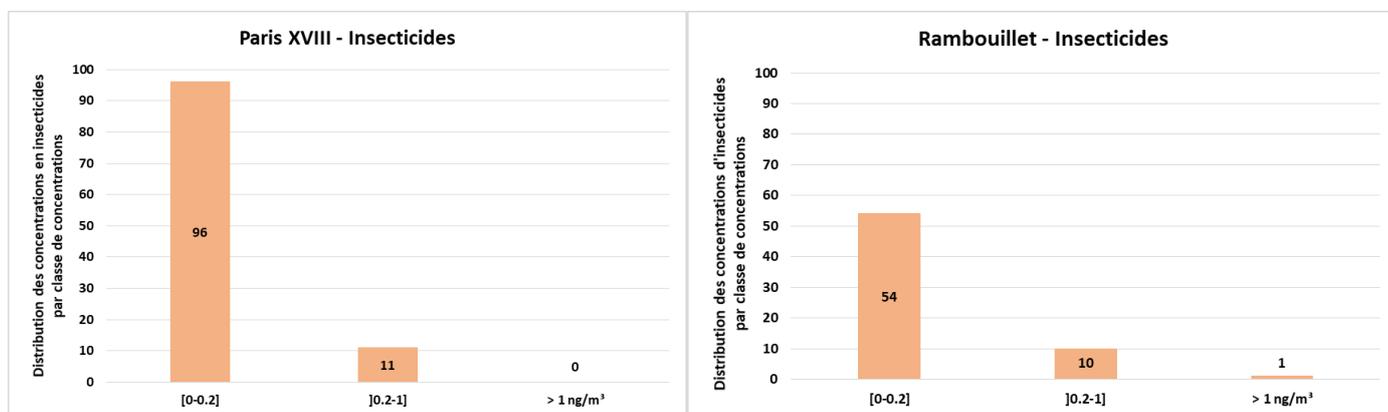


Figure 8 : Distribution des concentrations d'insecticides et d'acaricides par classes, mesurées lors de la campagne de juin 2018 à juin 2019 à Paris XVIII et Rambouillet

Un zoom sur les teneurs des substances actives de la famille des insecticides est réalisé à la Figure 9.

Sur les deux sites de mesures, le **Lindane** a toujours été détecté, mais à des concentrations inférieures à 0.2 ng/m<sup>3</sup>.

Le **Chlorpyrifos méthyl** a également été détecté sur les deux sites de mesures, à des concentrations majoritairement comprises entre 0.2 et 1 ng/m<sup>3</sup>. Sur le site de Rambouillet, une détection au-dessus de 1 ng/m<sup>3</sup> a été relevée pour ce composé.

Le **Chlorpyrifos éthyl** et la **Permethrine** ont été détectés le plus grand nombre de fois à Paris, à des concentrations inférieures à 0.2 ng/m<sup>3</sup>.

La **Cyperméthrine** et le **Pyperonil Butoxide** sont les seuls insecticides uniquement détectés dans la capitale à des concentrations toujours inférieures à 0.2 ng/m<sup>3</sup>.

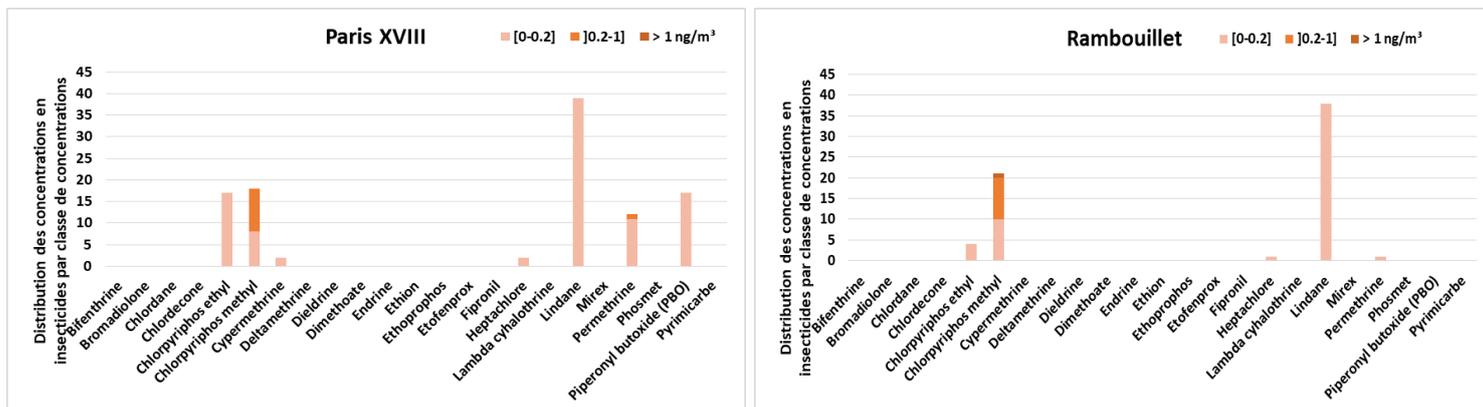


Figure 9 : Distribution des concentrations de substances actives d'insecticides par classes, mesurées lors de la campagne de juin 2018 à juin 2019 à Paris XVIII et Rambouillet

De manière générale, les insecticides sont le plus souvent retrouvés à Paris, et à des concentrations légèrement plus élevées qu'en zone rurale.

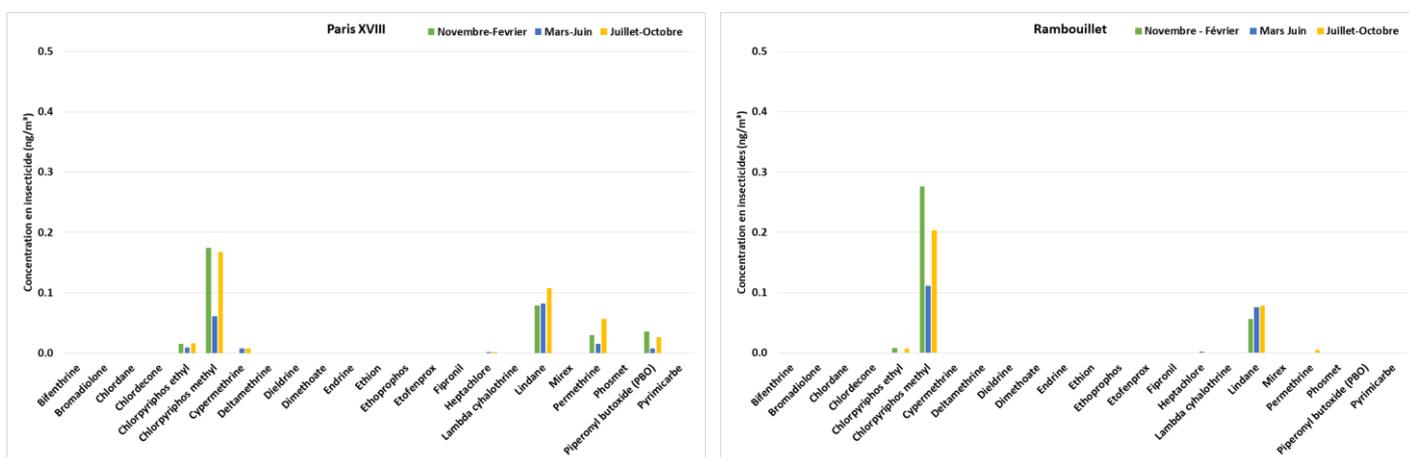


Figure 10 : Concentrations moyennes des différents insecticides détectés lors de la campagne de mesure entre juin 2018 et juin 2019 à Paris XVIII et Rambouillet suivant la période de mesure : printemps, été et automne-hiver

Les graphiques ci-dessus montrent les concentrations moyennes des différents insecticides en fonction des saisons. A l'exception du **Chlorpyrifos éthyl** et de l'**Heptachlore**, tous les composés ont été détectés au moins une fois par saison.

Concernant le **Chlorpyrifos méthyl**, détecté aussi bien en milieu urbain qu'en milieu rural, la variation des concentrations selon les saisons est similaire, bien que plus prononcée en milieu rural.

## 4.2.2 Zoom sur les herbicides

La Figure 11 présente, pour la famille des herbicides, le nombre de données relevé par classes de concentrations sur les sites Paris XVIII et Rambouillet.

La distribution des niveaux d'herbicides détectés dans l'air lors de la campagne de mesure est relativement homogène d'un site à l'autre. Ainsi 51 et 57 % des données d'herbicides détectées respectivement à Rambouillet et à Paris XVIII présentent des concentrations inférieures à 0.2 ng/m<sup>3</sup>.

La répartition pour les classes de concentrations plus élevées est également comparable sur les deux sites de mesures.

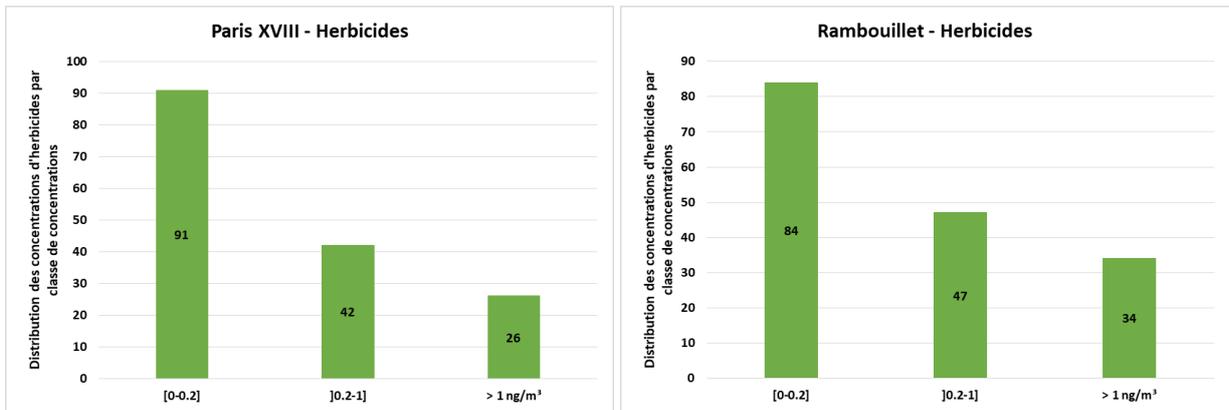


Figure 11 : Distribution des concentrations d'herbicides par classes, mesurées lors de la campagne de juin 2018 à juin 2019 à Paris XVIII et Rambouillet

En étudiant plus spécifiquement les teneurs de chaque herbicide (Figure 12), trois composés ressortent comme étant les herbicides dont les teneurs sont les plus souvent supérieures à 1 ng/m³ sur les deux sites de mesures :

- Le **Pendiméthaline**, détecté 8 fois à Paris XVIII et 13 fois à Rambouillet;
- Le **Prosulfocarbe**, détecté 14 fois à Paris XVIII et 12 fois à Rambouillet;
- Le **Triallate** détecté 4 fois à Paris XVIII et 9 fois à Rambouillet.

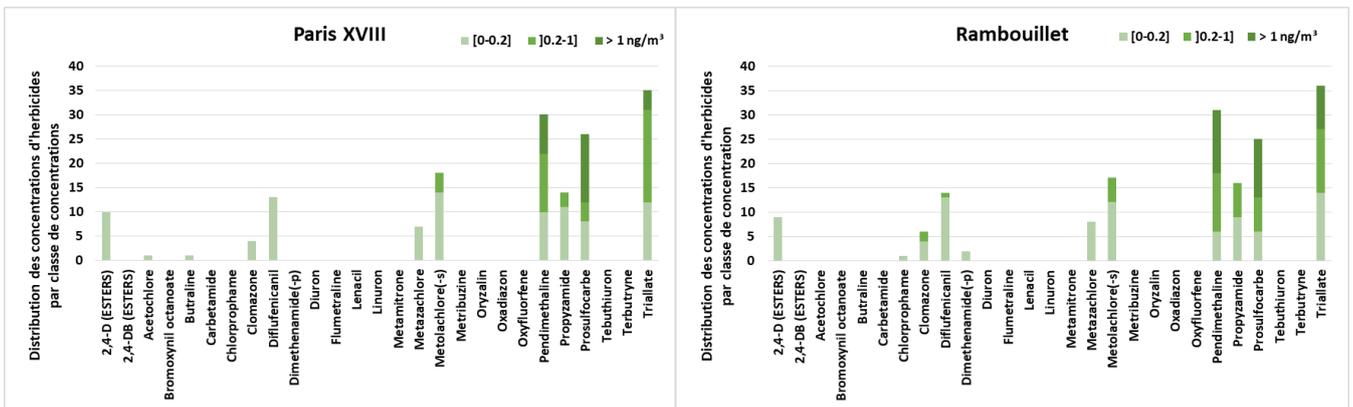


Figure 12 : Distribution des concentrations de substances actives d'herbicides par classes, mesurées lors de la campagne de juin 2018 à juin 2019 à Paris XVIII et Rambouillet

Certaines spécificités sont à noter, essentiellement sur le site de Rambouillet. Le **Diflufenicanil** et le **Clomazone** ont été mesurés au moins une fois à des concentrations supérieures à 0.2 ng/m³. Ces substances sont généralement utilisées comme herbicides pour les grandes cultures (céréales, colza,...), ce qui explique les concentrations plus élevées mesurées sur le site rural.

Autre spécificité, le **Chlorprophame**, employé comme anti-germinatif dans le stockage des pommes-de-terre, et la **Diméthénamide (-p)**, herbicide utilisé dans les cultures de maïs et de betteraves, ont été uniquement détectés sur le site rural de Rambouillet, à des concentrations inférieures à 0.2 ng/m³.

L'**Acétochlore** et la **Butraline** ont été uniquement détectés sur le site de Paris XVIII, à une seule reprise et à l'état de trace (concentration comprise entre la limite de détection et la limite de quantification).

Des herbicides sont retrouvés toute l'année sur les deux sites de mesures, comme l'illustre la Figure 13. Les teneurs les plus élevées sont relevées en automne-hiver, aussi bien en milieu urbain qu'en milieu rural.

La **Pendiméthaline**, le **Prosulfocarbe** et le **Triallate**, les trois herbicides les plus détectés durant la campagne de mesure, présentent des variations saisonnières similaires, avec des concentrations moyennes maximales en automne-hiver, des concentrations intermédiaires en été et des concentrations minimales au printemps. Les concentrations moyennes de ces composés selon la période de l'année sont toujours supérieures en milieu rural qu'en milieu urbain. Ces herbicides sont principalement utilisés en automne et ont des usages variés, aussi bien pour les grandes cultures que pour les cultures ornementales.

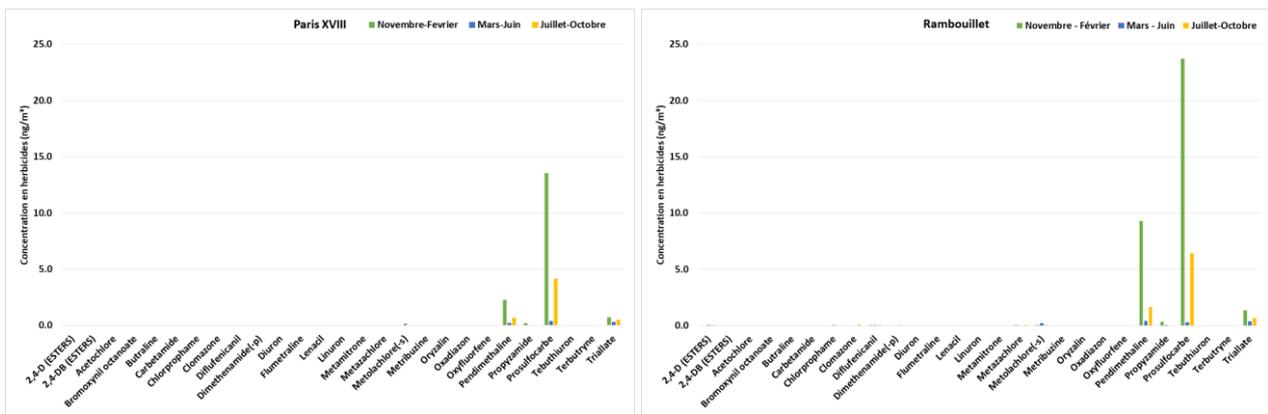


Figure 13 : Concentrations moyennes des différents herbicides détectés lors de la campagne de mesure entre juin 2018 et juin 2019 à Paris XVIII et Rambouillet suivant la période de mesure : hiver, printemps et été-automne

### 4.2.3 Zoom sur les fongicides

La répartition des concentrations de fongicides selon trois classes de concentrations à Paris XVIII et Rambouillet (inférieures ou égales à 0.2 ng/m³, comprises entre 0.2 à 1 ng/m³ et supérieures à 1 ng/m³) est illustrée à la Figure 14.

La majorité des teneurs de fongicides détectées sur les sites reste inférieure à 0.2 ng/m³. Sur le site de Rambouillet, le nombre de détections de teneurs supérieures à 0.2 ng/m³ est supérieur à celui du site de Paris, avec 19 détections (38 % des échantillons) à Rambouillet, contre 15 dans la capitale (26% des échantillons).

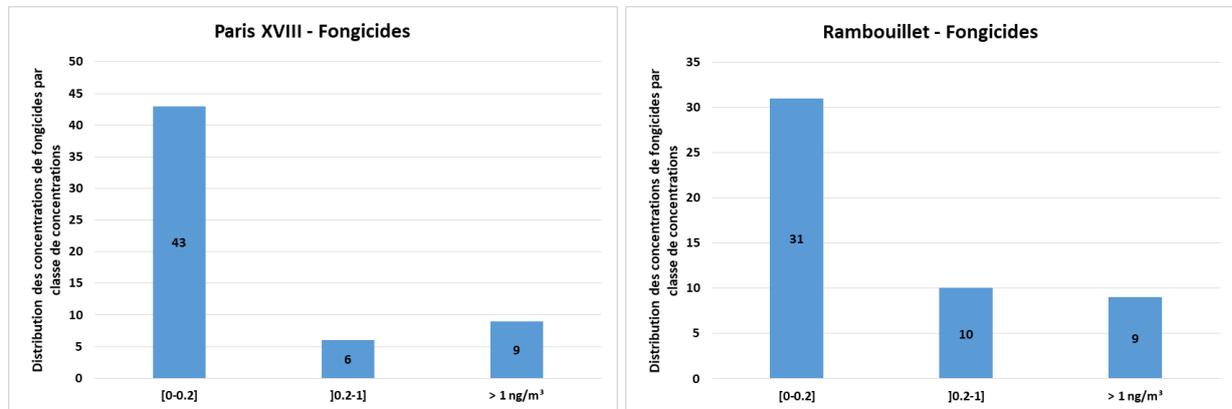


Figure 14 : Distribution des concentrations de fongicides par classes, mesurées lors de la campagne de juin 2018 à juin 2019 à Paris XVIII et Rambouillet

Le **Chlorothalonil** est le seul composé à avoir été détecté à des teneurs supérieures à 1 ng/m³, aussi bien en milieu rural qu'urbain.

Sur le site de Rambouillet, un plus grand nombre de fongicides à des teneurs comprises entre 0.2 et 1 ng/m³ est retrouvé. En effet, en plus du **Folpel** et de la **Fenpropidine**, également retrouvés sur le site de Paris XVIII, le **Fluopyram** et le **Tebuconazole** sont retrouvés. Ces derniers n'ont jamais été détectés à des teneurs supérieures à 0.2 ng/m³ sur le site parisien.

Le **Fenarimol** a uniquement été détecté à Paris, à des teneurs inférieures à 0.2 ng/m³. Cette substance, interdite depuis 2008, était utilisée sur un grand nombre de cultures, ainsi que sur les plantes ornementales. Sa détection à Paris peut s'expliquer par l'utilisation de ce produit malgré son interdiction (utilisation de stock par exemple).

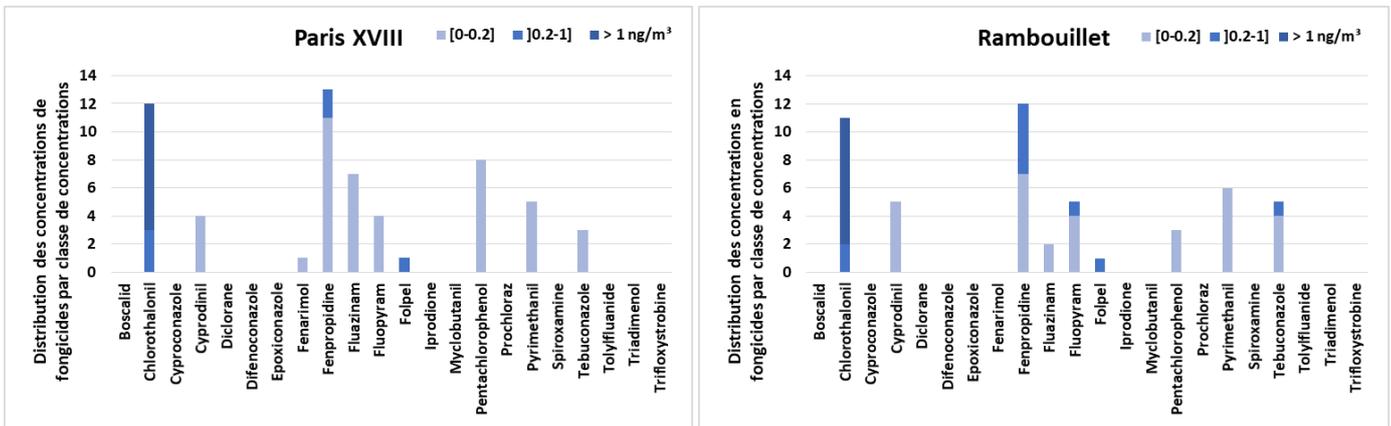


Figure 15 : Distribution des concentrations de fongicides par classes, mesurées lors de la campagne de mesure entre juin 2018 et juin 2019 à Paris XVIII et Rambouillet

Aucun fongicide n'a été détecté entre novembre et février sur les deux sites de mesures. Mise à part pour le **Fenpropidine**, sur les deux sites de mesures, et le **Pentachlorophenol** à Paris, les concentrations sont les plus élevées au printemps. Cela est particulièrement vrai pour le **Chlorothalonil**, dont les concentrations sont environ 6 fois supérieures au printemps qu'en été, saison moins propice au développement des champignons.

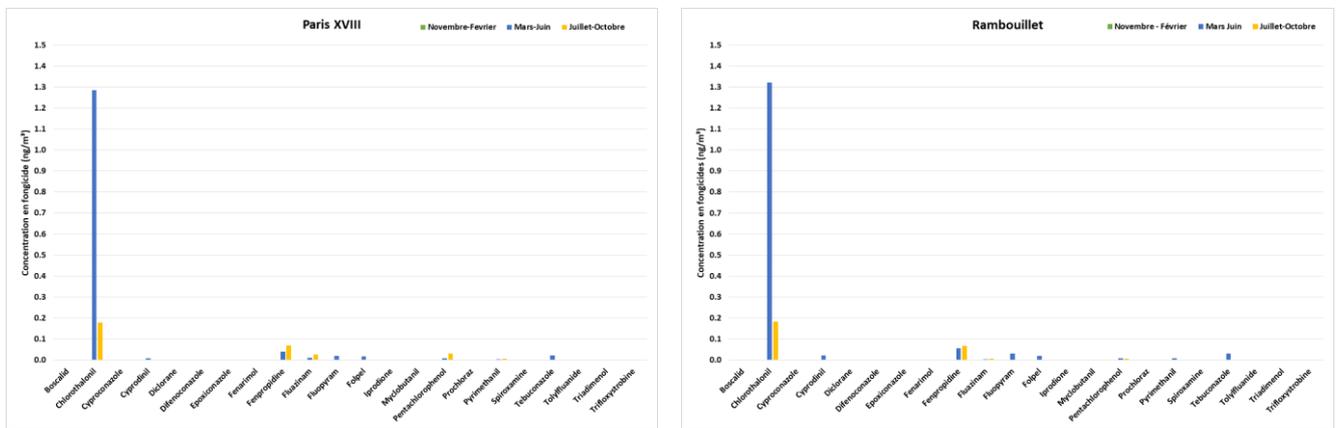


Figure 16 : Distribution des concentrations des différents fongicides mesurées lors de la campagne de mesure entre juin 2018 et juin 2019 à Paris XVIII et Rambouillet suivant la période de mesure : hiver, printemps et été-automne

### Synthèse :

La majorité des teneurs de pesticides mesurées lors de la campagne 2018/2019 est inférieure à 0.2 ng/m<sup>3</sup>. 44 % des teneurs inférieures à 0.2 ng/m<sup>3</sup> sont des herbicides, 38 % des insecticides et 19 % des fongicides.

84 % des teneurs de pesticides détectées à Paris sont inférieures à 0.5 ng/m<sup>3</sup>, contre 77 % sur le site rural de Rambouillet. Les concentrations les plus fortes sont relevées sur le site rural de Rambouillet.

Parmi les insecticides, le **Chlorpyrifos méthyl** est le seul composé à avoir été détecté à une concentration supérieure à 1 ng/m<sup>3</sup>, sur le site de Rambouillet (1 détection).

Concernant les herbicides, le **Pendiméthaline**, le **Prosulfocarbe** et le **Triallate** se démarquent des autres herbicides. Ils ont été détectés à plusieurs reprises à des teneurs supérieures à 1 ng/m<sup>3</sup> sur le site rural comme sur le site urbain. Enfin, concernant les fongicides, seul le **Chlorothalonil** a été détecté à des teneurs supérieures à 1 ng/m<sup>3</sup> (9 détections sur chaque site).

Globalement, les concentrations mesurées sur le site rural de Rambouillet sont plus élevées que sur le site parisien.

## 4.3 LES CONCENTRATIONS PAR USAGES

### 4.3.1 DES CONCENTRATIONS PLUS IMPORTANTES POUR LES COMPOSES UTILISES SUR LES CULTURES DOMINANTES EN ÎLE-DE-FRANCE

Les niveaux de concentrations mesurés pour les composés utilisés exclusivement sur des cultures dominantes en Île-de-France sont différents sur les deux sites. Les maxima sont enregistrés sur le site de Rambouillet (à quelques exceptions près : pour le Folpel, le Fluazinam et la Fenpropidine).

La Figure 17 présente la répartition par classe des concentrations relevées, en considérant l'ensemble des pesticides utilisés sur les cultures dominantes (ceux utilisés uniquement en grandes cultures et ceux communs en zone non-agricole). Des différences dans la distribution de ces concentrations apparaissent entre les deux sites de mesure : le site de Paris XVIII présente des teneurs plus faibles que celles observées sur le site rural de Rambouillet, ce qui est cohérent au vue de la typologie des sites.

Ainsi, à Rambouillet, les concentrations sont à 50 % inférieures ou égales à 0,2 ng/m<sup>3</sup>, contre 59 % à Paris ; le pourcentage de teneurs comprises entre 0,2 ng/m<sup>3</sup> et 1 ng/m<sup>3</sup> est de 30 % à Rambouillet contre 25 % à Paris. Pour les teneurs les plus élevées, 20 % des concentrations relevées sont supérieures à 1 ng/m<sup>3</sup> à Rambouillet, contre 15 % à Paris.

Ces résultats avaient été mis en avant lors des précédentes campagnes (2006 et 2013/2014), mais de manière plus marquée en 2006.

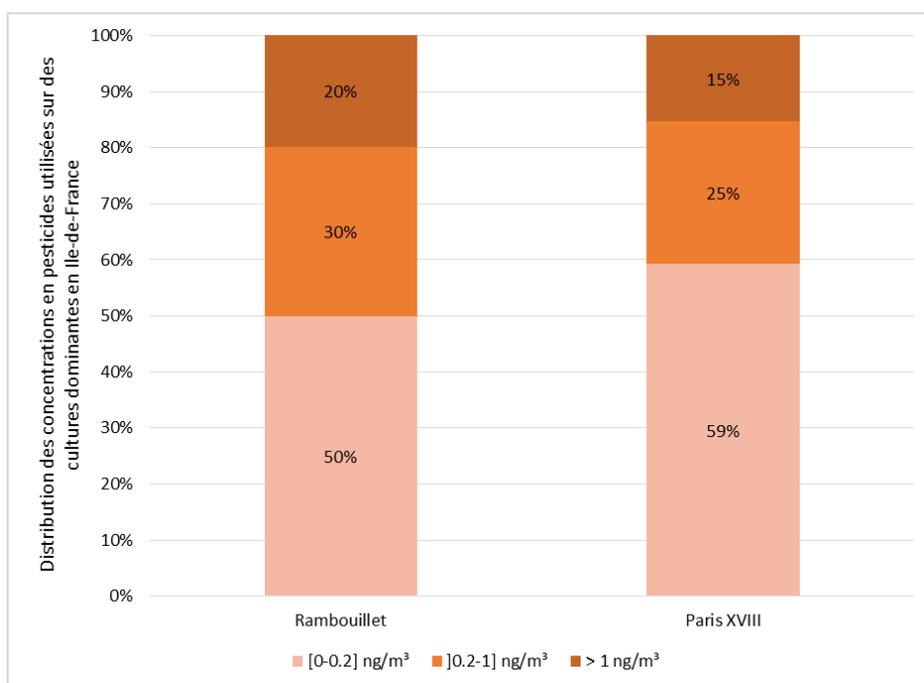


Figure 17 : Distribution des concentrations en pesticides utilisés sur des cultures dominantes en Île-de-France suivant trois classes pour chacun des sites de mesures

Les concentrations supérieures à 1 ng/m<sup>3</sup> pour des composés utilisés principalement sur les grandes cultures franciliennes peuvent aussi être relevées dans Paris. Il s'agit par exemple du **Chlorothalonil** (utilisation sur les cultures dominantes mais aussi en zone non-agricole) ou encore le **Pendiméthaline** (utilisé pour le maïs et les cultures ornementales). La présence de ces composés à ces niveaux dans le cœur de l'agglomération parisienne montre que certains des pesticides utilisés sur les cultures dominantes, soumis au transport atmosphérique, se dispersent sur un large territoire.

### 4.3.2 LES CONCENTRATIONS DES COMPOSES LIES A DES ACTIVITES NON-AGRICOLES PLUS ELEVEES A PARIS

Les concentrations des 3 pesticides utilisés uniquement en zone non agricole (2,4-D, Pyriméthanil et Piperonyl Butoxide) sont toujours faibles (inférieures à 0.2 ng/m<sup>3</sup>) aussi bien en zone rurale (Rambouillet) qu'en zone urbaine (Paris). A noter que le Piperonyl Butoxide a uniquement été détecté sur le site parisien.

### 4.3.3 UN NIVEAU DE FOND PERSISTANT POUR CERTAINS COMPOSES INTERDITS D'UTILISATION

Comme le montre la Figure 18, les composés interdits d'utilisation en tant que produit phytosanitaire sont quantifiés sur les deux sites, et de façon plus intensive sur le site parisien (64 détections à Paris XVIII, contre 43 à Rambouillet). Parmi les produits phytosanitaires les plus détectés figurent le **Lindane**, la **Permethrine** et le **Pentachlorophenol**.

Trois composés interdits ont été retrouvés uniquement sur le site parisien : L'**Acétochlore**, le **Fenarimol** et la **Butraline**. Ces composés ont été détectés à 1 seule reprise à des concentrations faibles (inférieures à 0.2 ng/m<sup>3</sup>).

Le Lindane a été détecté sur tous les échantillons des deux sites de mesures à des concentrations toujours inférieures à 0.2 ng/m<sup>3</sup>.

La Permethrine est le seul composé à avoir été détecté à une concentration comprise entre 0.2 et 1 ng/m<sup>3</sup> sur le site de Paris XVIII (1 détection).

Ainsi 98 % des concentrations des composés interdits relevés sur les deux sites de mesures sont inférieures ou égales à 0.2 ng/m<sup>3</sup>, 2 % entre 0.2 et 1 ng/m<sup>3</sup> et aucune concentration observée n'est supérieure à 1 ng/m<sup>3</sup>.

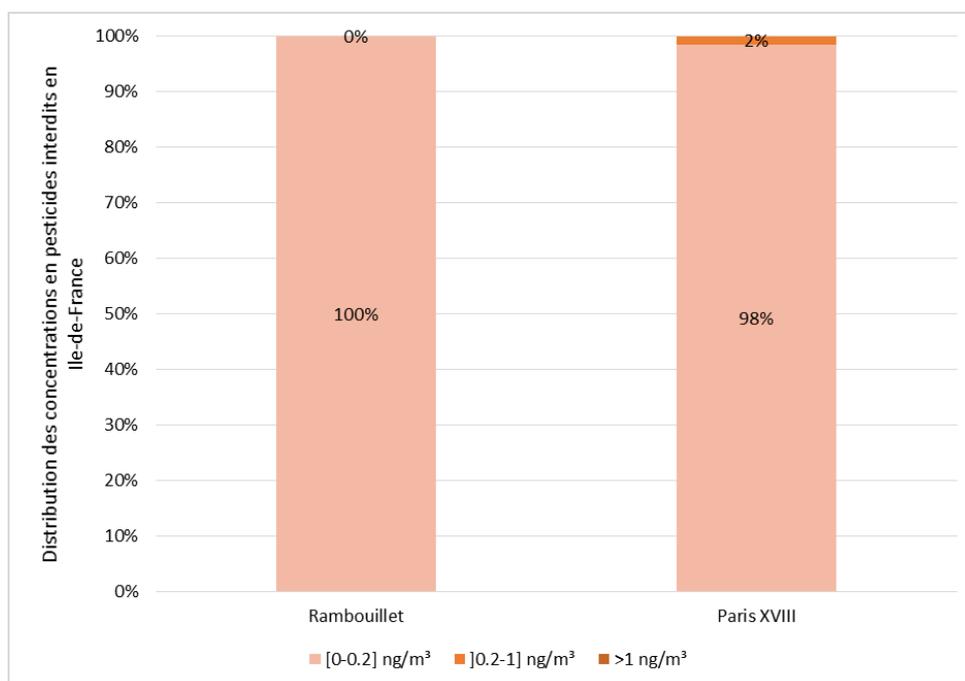


Figure 18 : Distribution des concentrations en pesticides interdits, en Île-de-France suivant trois classes pour chacun des sites de mesures

Parmi les 26 pesticides interdits recherchés au cours de la campagne nationale, 15 avaient été recherchés lors de la campagne 2013/2014 (Tableau 8).

Acétochlore	Heptachlore
Bifenthrine	Iprodione
Chlordane	Lindane
Dieldrine	Linuron
Diuron	Oxadiazon
Endrine	Permethrine
Ethoprophos	Tolyfluanide
Fipronil	

Tableau 8 : Pesticides interdits recherchés lors des campagnes 2013/2014 et 2018/2019

Huit des quinze pesticides recherchés au cours des campagnes 2013/2014 et 2018/2019 n'ont jamais été détectés : le Chlordane, la Bifenthrine, le Diuron, l'Endrine, l'Ethoprophos, l'Iprodione, le Linuron et l'Oxadiazon.

Le **Lindane**, interdit depuis 1998, et la **Permethrine**, interdite depuis 2000 (mais utilisable en tant que biocide), sont encore retrouvés dans l'atmosphère. Le Lindane a été détecté sur tous les échantillons de la campagne 2018/2019 à des concentrations toujours inférieures à 0.2 ng/m<sup>3</sup>.

La **Permethrine**<sup>12</sup> avait été détectée uniquement sur le site de Paris lors de la campagne 2013/2014 à des concentrations majoritairement inférieures à 0.2 ng/m<sup>3</sup>. Au cours de la campagne 2018/2019, la Permethrine a été détectée une fois à l'état de trace sur le site rural de Rambouillet et 12 fois à Paris, également à des concentrations majoritairement inférieures à 0.2 ng/m<sup>3</sup> (92 % du temps).

L'**Acétochlore** et l'**Heptachlore** ont été détectés à l'état de trace lors de la campagne 2018/2019 alors qu'ils ne l'avaient pas été lors de la campagne précédente. Cela peut s'expliquer par la diminution des limites de détections et de quantifications de la méthode d'analyse.

Enfin, la **Dieldrine**, le **Fipronil** et le **Tolyfluanide** détectés lors de la campagne 2013/2014, n'ont pas été détectés en 2018/2019. Au niveau national, la Dieldrine n'a pas été détectée au cours de cette campagne, ce qui laisse envisager une disparition de cette substance dans l'air (composé interdit depuis les années 70). Le Fipronil et le Tolyfluanide ont quant à eux été mesurés dans d'autres régions françaises, principalement à l'état de trace (concentrations comprises entre les limites de détection et de quantification).

#### **Cas du Lindane : pourquoi un produit interdit comme phytosanitaire depuis 1998 est-il encore présent dans l'air?**

Le Lindane ( $\gamma$  HCH) est interdit en France en tant que produit phytosanitaire depuis 1998, et depuis 2009 dans le reste du monde.

Il a longtemps été utilisé comme biocide jusqu'à son interdiction en 2007 en France. Aucune préparation pharmaceutique renfermant du Lindane n'est autorisée à la vente.

Toutefois, ce composé se dégrade très lentement. C'est pourquoi le Lindane se retrouve encore dans certains sols, notamment dans des régions d'agriculture intensive.

De plus, c'est un composé très volatil, c'est la raison pour laquelle il est également présent dans l'atmosphère.

Au niveau national, les concentrations en Lindane en milieu urbain sont supérieures à celles en milieu rural et péri-urbain, ce qui peut s'expliquer par des utilisations plus tardives en tant que biocides. Toutefois, ce constat n'est pas vérifié en l'Île-de-France, où les concentrations en Lindane à Paris XVIII et Rambouillet sont très proches. Cela peut s'expliquer par une homogénéisation des concentrations dans l'air.

<sup>12</sup> La Permethrine, interdite comme pesticide depuis 2000, est toujours utilisable en tant que produit biocide. Des produits divers comme les produits antipuces pour les chats, ou des shampooings anti-poux en contiennent.

## 5. LES VARIATIONS TEMPORELLES

De nombreux paramètres influencent les résultats de mesure :

- L'usage des pesticides au cours de l'année n'est pas constant, contrairement aux émissions de certains polluants atmosphériques primaires plus classiques, qui présentent une évolution d'un jour à l'autre moins sensible. L'usage des pesticides est caractérisé par des périodes de fortes utilisations, par exemple en fonction des parasites présents. Il concerne des produits différents à des périodes différentes de l'année. Par conséquent, le facteur qui apparaît gouverner en premier lieu les concentrations en pesticides dans l'air ambiant est l'usage de ces derniers associé aux quantités utilisées.
- Les conditions météorologiques et les propriétés physico-chimiques influenceraient plus l'évolution des niveaux après traitements.

Aussi, il est difficile de croiser les concentrations relevées avec les périodes d'application, souvent « théoriques » et différentes de celles observées, selon la période de l'année ou les cultures concernées<sup>13, 14</sup>.

### 5.1 DES PESTICIDES DANS L'AIR AMBIANT PLUS NOMBREUX AU PRINTEMPS

Il est intéressant d'exploiter les résultats selon les **différentes périodes d'utilisation des pesticides**. Les périodes d'application des pesticides peuvent être découpées en 3 périodes distinctes, notamment au regard des itinéraires techniques<sup>15</sup> et des calendriers de cultures :

- Le printemps (mars à juin) : c'est la période la plus active en termes d'utilisation des pesticides.
- L'été et l'automne (juillet à octobre) : les récoltes arrivant à cette période, l'usage des pesticides diminue, mais l'utilisation ponctuelle des pesticides est encore possible, il peut même être conséquent suivant le type de culture.
- L'hiver (novembre à février) : l'activité des cultures est fortement réduite, l'usage des herbicides ou insecticides est plus limité.

La majeure partie des substances trouvées (35 %) ont été détectées entre mars et juin :

- 6 substances sur les 30 détectées, soit 20 %, **l'ont été uniquement au printemps**.
- 18 substances supplémentaires, soit 60 %, ont été détectées au printemps et en été-automne.

Ensuite, 2 substances (7 %) ont été quantifiées uniquement en été-automne, et 7 % (2 substances) uniquement en hiver. Les autres composés le sont tout au long de l'année.

---

<sup>13</sup> Phyt'eaux propres, la contamination des eaux par les produits phytosanitaires en région Ile-de-France, bilan activité 1997-2011.

<sup>14</sup> ECOPHYTO 2018, Guide des bonnes pratiques phytosanitaires Entretien des Espaces Verts & Voiries.

<sup>15</sup> Combinaison logique et ordonnée de techniques qui permettent de contrôler le milieu et d'en tirer une production donnée. » (Sebillotte, 1974).

La Figure 19 présente le nombre de pesticides détectés selon les usages sur les sites de mesures au cours de ces trois périodes.

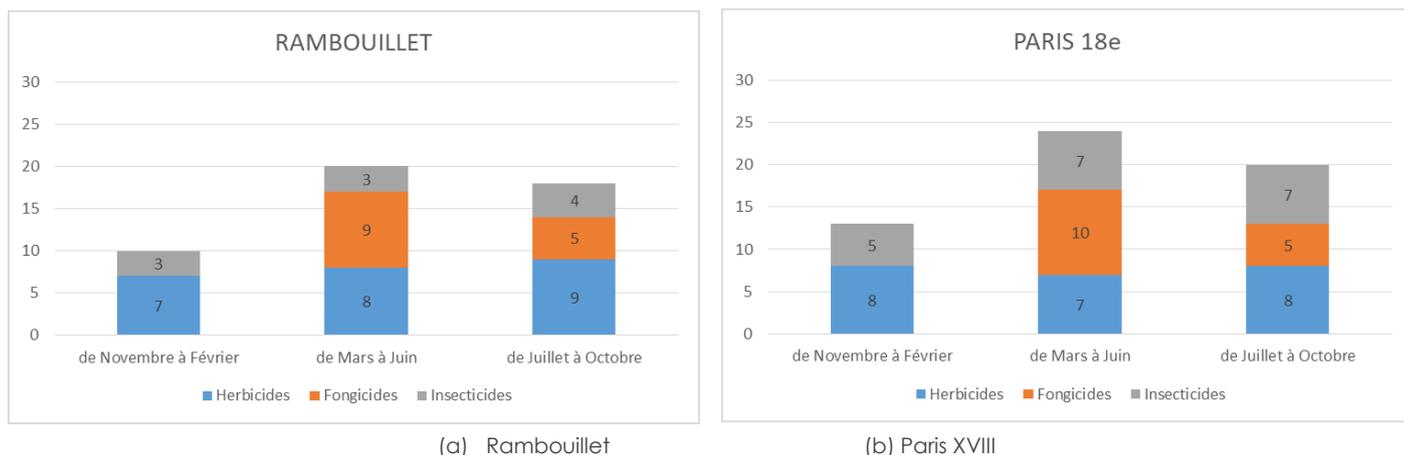


Figure 19 : Evolution du nombre de pesticides retrouvés dans l'air ambiant francilien au cours de la campagne de mesure de juin 2018 à juin 2019 à Rambouillet (a) et Paris XVIII (b)

Les usages en termes d'utilisation de pesticides sont cohérents avec le nombre de pesticides retrouvés dans l'air. Ainsi, le plus grand nombre de pesticides est observé au printemps (entre mars et juin) sur les deux sites de mesures et pour l'ensemble des usages.

C'est en automne-hiver que l'on retrouve le moins de pesticides dans l'air, avec 10 composés détectés à Rambouillet, contre 13 à Paris XVIII.

Par usage, les fongicides sont les plus nombreux durant la période printanière, avec 10 et 9 composés fongiques retrouvés respectivement à Paris XVIII et Rambouillet.

La situation est différente pour les herbicides et les insecticides. Ces composés sont retrouvés de manière égale ou plus importante entre juillet et octobre qu'au printemps.

La période hivernale présente un nombre moins important de pesticides dans l'air francilien et essentiellement des herbicides. Aucun fongicide n'a été détecté en hiver durant la campagne.

L'Annexe 8 illustre, pour l'ensemble des séries de mesure réalisées au cours de la campagne, le nombre de pesticides détectés par grande famille dans l'air à Paris et en zone rurale.

## 5.2 L'EVOLUTION TEMPORELLE DES CONCENTRATIONS EN FONCTION DES USAGES

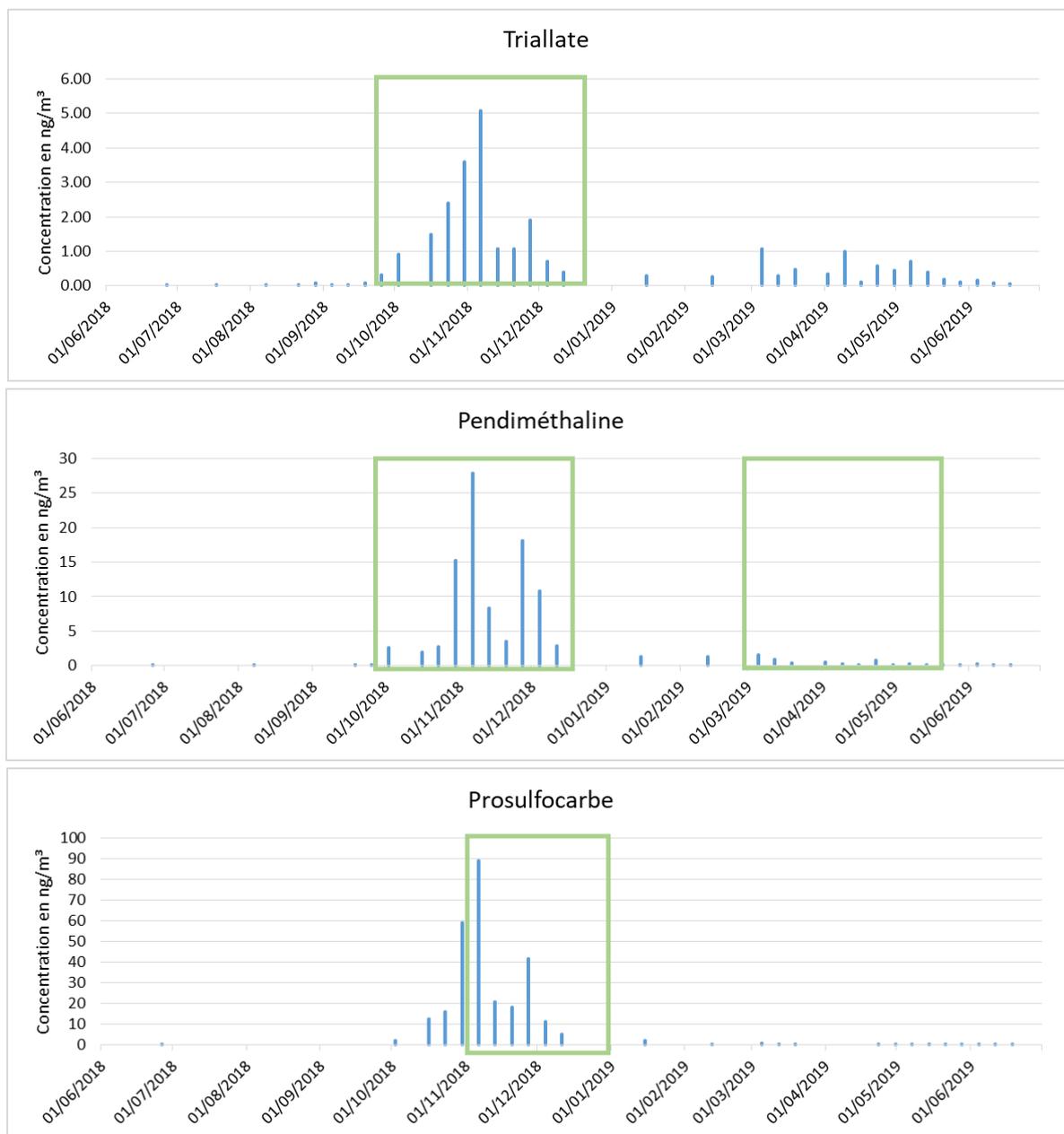
Les périodes d'utilisation des pesticides varient suivant les usages. Les périodes d'application des produits phytosanitaires en Île-de-France par type de culture sont présentées en Annexe 9. Le Tableau 9 présente les périodes d'application en Île-de-France renseignées à partir des informations fournies par la DRIAAF et le SRPV.

Pesticides à usage essentiellement ZNA	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai
2,4-D (H)												
Piperonyl butoxide (Adjuvant)												
Pyriméthanyl (F)												
Pesticides à usage ZNA et cultures dominantes	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai
Chlorothalonil (F)												
Chlorpyrifos-éthyl (I)												
Chlorpyrifos-méthyl (I)												
Cyperméthrine (I)												
Cyprodinil (F)												
Tebuconazole (F)												
Pesticides à usage essentiellement sur cultures dominantes	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai
Chlorprophame (H)												
Clomazone (H)												
Diflufenicanil (H)												
Diméthénamide (DMTA) (H)												
Fenprovidine (F)												
Fluazinam (F)												
Fluopyram (F)												
Folpel (F)												
Métazachlore (H)												
Métolachlore (H)												
Pendiméthaline (H)												
Propyzamide (H)												
Prosulfocarb (H)												
Triallate (H)												

Tableau 9 : Périodes d'utilisation des pesticides selon leurs usages (source DRIAAF et SRPV), juin 2020

## 5.2.1 PRODUITS UTILISES SUR LES CULTURES DOMINANTES EN ÎLE-DE-FRANCE : CAS DU SITE DE RAMBOUILLET

La Figure 20 présente l'évolution des concentrations des cinq composés les plus détectés sur les cultures dominantes sur le site rural de Rambouillet, situé à proximité de grandes cultures : **Triallate**, **Pendiméthaline**, **Prosulfocarbe**, **Propyzamide** et **Metolachlore (-s)**. Les périodes théoriques de traitement sont également présentées (encadré vert). Attention, les échelles sont propres à chaque graphique pour une meilleure visibilité des résultats.



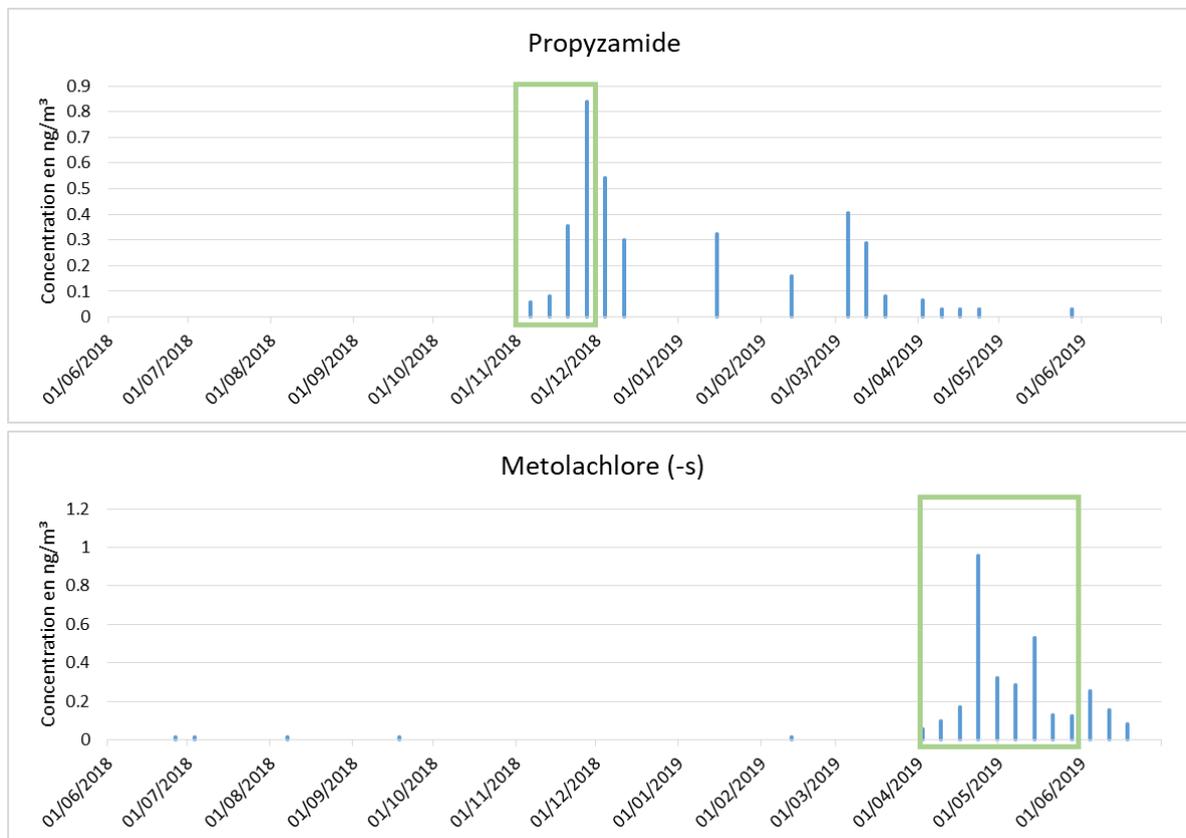


Figure 20 : Evolution des concentrations en Triallate, Pendiméthaline, Prosulfocarbe, Propyzamide et Metolachlore (-s) à Rambouillet et périodes d'application des produits (rectangle vert)

Les concentrations apparaissent bien corrélées aux périodes de traitements des cultures. Les concentrations les plus élevées sont observées lors des périodes d'application de ces composés.

Le **Triallate** a régulièrement été détecté au cours de la campagne de mesure. Les niveaux les plus importants ont été mesurés en automne avec un maximum à 5.1 ng/m<sup>3</sup>.

La **Pendiméthaline** peut aussi bien être utilisée en automne sur les cultures de maïs, qu'au printemps sur les cultures de colza. Au cours de la campagne de mesure, les niveaux les plus importants ont été mesurés en automne, avec un maximum à 27.8 ng/m<sup>3</sup> début novembre.

Pour le **Prosulfocarbe**, les détections débutent en octobre (niveaux de l'ordre de 10 ng/m<sup>3</sup>), puis les niveaux les plus importants sont rencontrés en novembre (maximum de 89 ng/m<sup>3</sup>). Ce composé est également retrouvé à l'état de trace au printemps.

Le **Metolachlore (-s)**, pour lequel les traitements ont lieu en avril et mai, présente des teneurs maximales à cette période (0.95 ng/m<sup>3</sup>). Les détections perdurent au mois de juin, à des teneurs de l'ordre de 0.2 ng/m<sup>3</sup>. Le Metolachlore est également retrouvé à l'état de trace durant l'été, et au mois de Février (1 détection).

Concernant la **Propyzamide**, les niveaux augmentent au mois de novembre pour atteindre un maximum à 0.8 ng/m<sup>3</sup> environ, ce qui est cohérent avec sa période d'utilisation. Ce composé est également retrouvé au printemps, ce qui s'expliquerait par la présence de cultures de colza de printemps (culture de remplacement).

Ces composés sont aussi retrouvés dans l'air ambiant sur le site de Paris, avec des concentrations généralement plus faibles et une évolution temporelle similaire. Pour certains composés, les teneurs sont toutefois moindres, ce qui s'explique facilement pour des traitements qui sont réalisés en zones rurales, donc éloignées de la Capitale.

Pour certains composés, les périodes de détection ne correspondent pas exactement aux périodes de traitements franciliennes. Cela peut s'expliquer de plusieurs raisons :

- Le produit n'a peut-être pas été utilisé dans le secteur proche du site de mesure ;

- Les périodes de traitement sont fournies de façon globale, aussi il est possible que, dans le secteur de Rambouillet, le produit ait été utilisé sur une période légèrement différente ;
- Enfin, les données de produits utilisés et les périodes fournis concernent l'Île-de-France, or le site rural est frontalier avec la région Centre. Des pratiques un peu différentes pourraient expliquer une partie des différences.

## 5.2.2 PRODUITS UTILISES EN ZONE NON-AGRICOLE : CAS DU SITE DE PARIS

Une comparaison entre les teneurs relevées et les périodes de traitement peut être réalisée sur le site urbain de Paris, pour les composés observés en zone non-agricole. Pour illustration, la Figure 21 présente l'évolution des concentrations en **2,4-D**, **Piperonyl Butoxide** et en **Pyriméthanol**<sup>16</sup> à Paris, ainsi que les périodes de traitement.

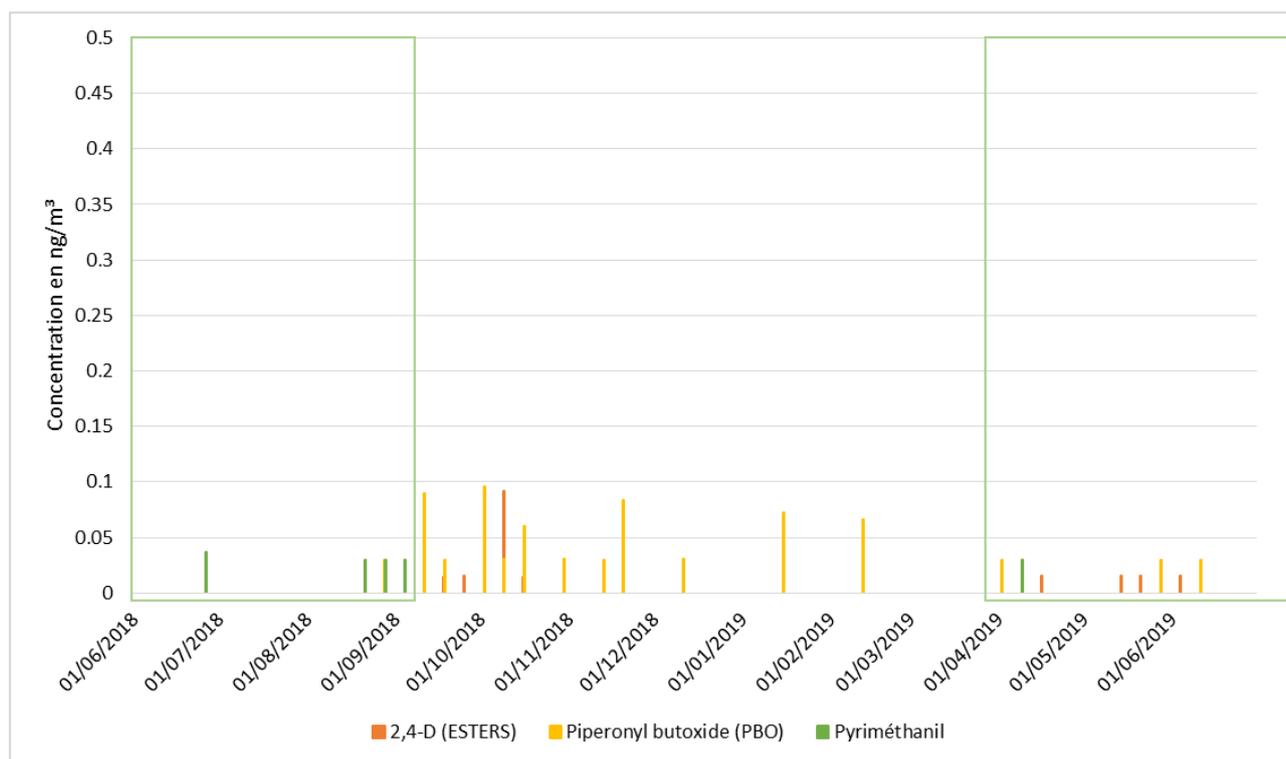


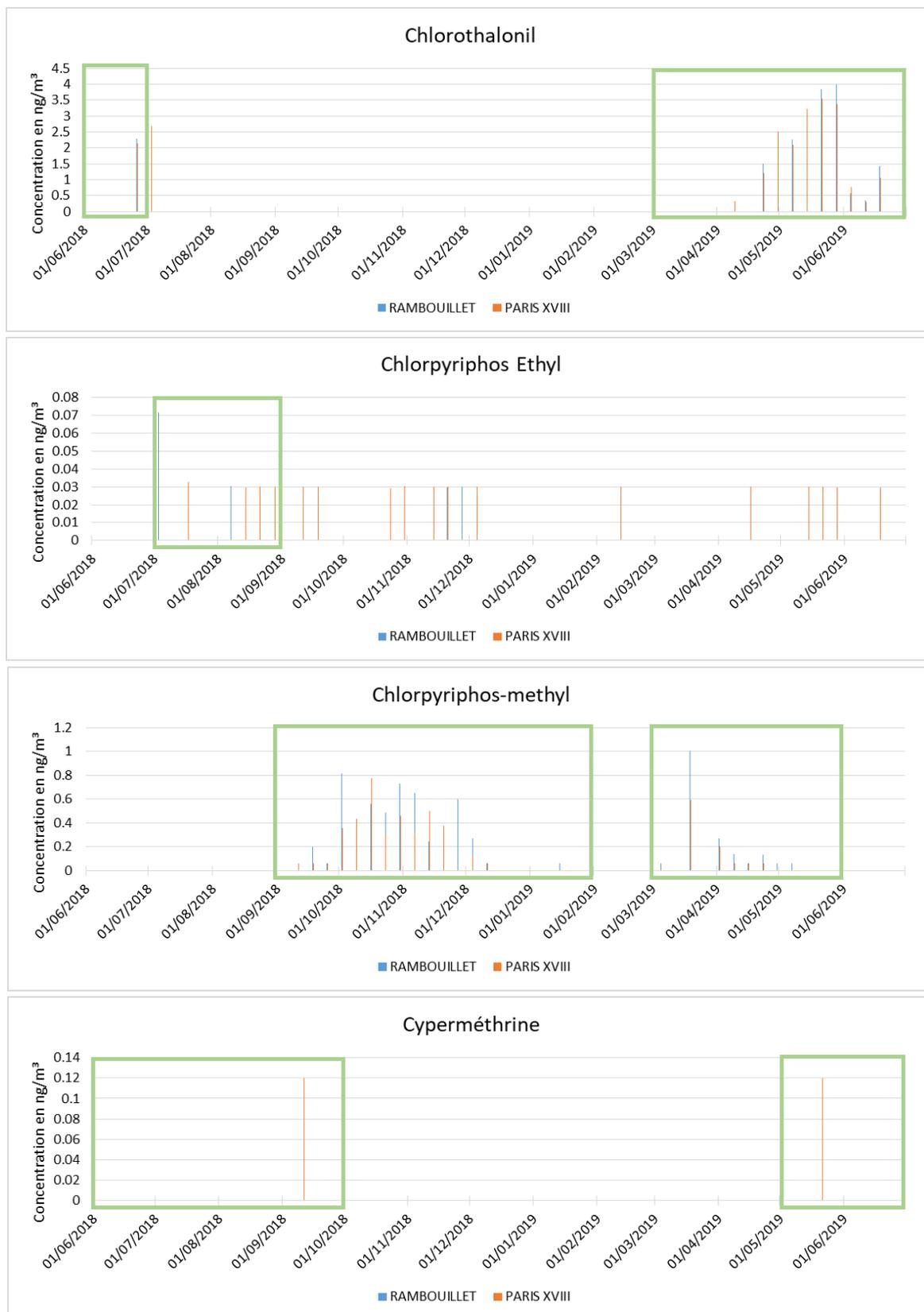
Figure 21 : Evolution des concentrations en 2,4-D, Piperonyl Butoxide, Pyriméthanol à Paris et périodes d'application de la Pyriméthanol en vert

Sur les trois composés à usage spécifique en zone non-agricole, seul le Piperonyl Butoxide a été détecté uniquement sur le site de Paris XVIII. Pour l'ensemble des composés, les concentrations sont faibles, inférieures à 0,1 ng/m³. Le PBO est régulièrement détecté au cours de la campagne de mesure, du fait de sa présence dans de nombreuses formulations pour son action synergisante ; le 2,4-D et le Pyriméthanol sont seulement détectés lors de leurs périodes d'utilisation, au printemps.

<sup>16</sup> Le Pyriméthanol est un fongicide pour pois et pommiers et le Piperonyl Butoxide est un adjuvant pour pelouses.

## 5.2.3 PRODUITS A USAGE MIXTE (SUR LES CULTURES DOMINANTES ET EN ZONE NON-AGRICOLE) : CAS DES DEUX SITES DE MESURES

La Figure 22 présente l'évolution des concentrations des produits à usage mixte (usage sur les cultures dominantes et en zone non agricole), à savoir : le Chlorothalonil, le Chlorpyriphos-éthyl, le Chlorpyriphos-méthyl, la Cyperméthrine, le Cyprodinil et le Tebuconazole.



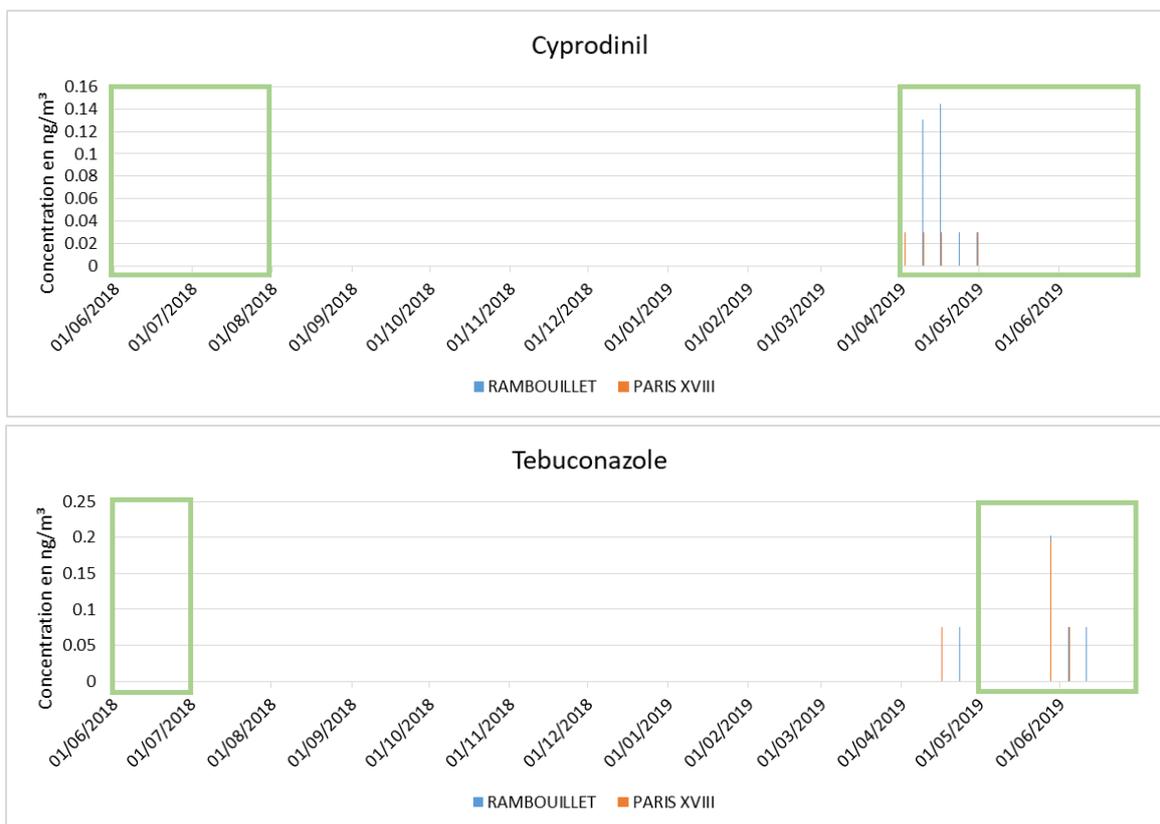


Figure 22 : Evolution des concentrations en Chlorothalonil, Chlorpyrifos-éthyl, Chlorpyrifos-méthyl, Cyperméthrine, Cyprodinil et Tebuconazole sur les deux sites de mesures et périodes d'application (rectangle vert)

Le **Chlorothalonil** a été détecté sur les deux sites de mesures, uniquement durant sa période d'utilisation (avril, mai et juin). Sur le site rural de Rambouillet, la concentration maximale a atteint 4 ng/m³, au mois de mai. A Paris, la concentration maximale est de 3.5 ng/m³, également atteinte en mai. La fréquence de détection de ce composé est d'environ 30 % pour les deux sites de mesures.

Le **Chlorpyrifos-éthyl** a été détecté sur les deux sites, mais un plus grand nombre de fois sur le site de la capitale avec 17 détections, contre 4 à Rambouillet. A Paris, ce composé a uniquement été détecté à l'état de trace, c'est-à-dire à des concentrations comprises entre les limites de détection et de quantification. A Rambouillet, cet insecticide a également été détecté à l'état de trace (3 des 4 détections). La concentration maximale a atteint 0.07 ng/m³ à Rambouillet, pendant sa période d'utilisation.

Le **Chlorpyrifos-méthyl** a également été détecté sur les 2 sites, à des teneurs plus importantes à Rambouillet qu'à Paris. Ce composé a été uniquement retrouvé pendant sa période d'utilisation (de mars à mai et de septembre à janvier). La concentration maximale est de 1 ng/m³ à Rambouillet contre 0.8 ng/m³ à Paris. En termes de moyenne, la concentration est de 0.18 ng/m³ à Rambouillet et de 0.12 ng/m³ à Paris.

Pour la **Cyperméthrine**, deux détections seulement ont été observées sur le site de Paris, durant la période d'utilisation de l'insecticide. Le composé est uniquement retrouvé à l'état de trace (concentration comprise entre les limites de détection et de quantification).

Le **Cyprodinil** a, comme le Chlorpyrifos-éthyl, été retrouvé sur les deux sites, uniquement en avril, période d'utilisation du fongicide. A Paris, il a été détecté uniquement à l'état de trace, contrairement à Rambouillet où le composé est retrouvé à deux reprises (sur 5) à des concentrations de l'ordre de 0.1 ng/m³.

Le **Tebuconazole** (fongicide utilisé sur tout type de culture) a été détecté sur les deux sites entre avril et juin, ce qui correspond à sa période d'utilisation. A l'exception d'un échantillon, ce composé est uniquement retrouvé à l'état de trace sur les deux sites de mesures. Les concentrations maximales ont été atteintes à la même période sur les deux sites de mesures et sont de l'ordre de 0.2 ng/m³.

**Tous les composés à usage mixte sont trouvés sur les deux sites (à l'exception de la Cyperméthrine, non retrouvée à Rambouillet), à des périodes généralement cohérentes avec celles des traitements.**

## 6. QUELLES EVOLUTIONS DEPUIS LES CAMPAGNES PRECEDENTES ?

Deux campagnes de mesures de pesticides ont été réalisées en Ile-de-France, au printemps 2006 et d'août 2013 à août 2014.

La comparaison des pesticides trouvés au cours des trois campagnes de mesures présentent des limites compte-tenu :

- Des méthodes de prélèvement différentes (voir encadrés ci-dessous),
- Des durées de prélèvement différentes (mesure hebdomadaire en 2006 et 2018/2019, mesure 48 heures en 2013/2014),
- Des périodes de prélèvements couvertes différentes. Les mesures ont été réalisées sur l'ensemble de la période printanière en 2006, contre 85 % des jours ouvrés en 2013/2014 et 75 % de l'année en 2018/2019.
- Les composés recherchés sont différents à chaque campagne (fonction des faisabilités météorologiques, des coûts, des choix nationaux par exemple pour la campagne 2018/2019). 85 composés ont été recherchés au printemps 2006, 171 composés durant la campagne 2013/2014 et 72 composés au cours de la campagne 2018/2019. Seulement 27 composés sont communs au trois campagnes. Pour rappel, de nombreuses évolutions sur les autorisations de mise sur le marché des produits phytosanitaires ont eu lieu sur ces période, impactant fortement les types de pesticides utilisés.
- Des typologies de sites différentes. En 2006, 5 sites de mesures ont été instrumentés (Bois-Herpin, Paris Les Halles, Gennevilliers, Chelles et Coulommiers), 2 sites en 2014 (Paris XVIII et Bois-Herpin) et 2 sites en 2018 (Paris XVIII et Rambouillet). De plus, suite aux recommandations de l'Anses pour la mise en œuvre d'une surveillance nationale des pesticides dans l'air ambiant, émises en 2017, les mesures doivent être réalisées en zone d'habitation (mesures réalisées à Rambouillet en 2018/2019) pour renseigner l'exposition générale, et non en bordure de cultures (ex : cas du site de Bois-Herpin en 2006 et en 2014)

**En 2006**, un échantillonneur Partisol Plus de Rupprecht & Patashnick avait été utilisé pour l'aspiration de l'air ambiant, avec un filtre en quartz pour le piégeage les particules et une mousse en polyuréthane pour retenir les composés à l'état gazeux. Le prélèvement d'environ 168 heures était assuré avec un débit de 1m<sup>3</sup>/h. Aucune coupure granulométrique n'était réalisée lors de l'aspiration des particules. Au laboratoire d'analyse, les supports de prélèvement (filtre et mousse de polyuréthane) ont subi une extraction commune (filtre et mousse en polyuréthane réunis), puis une purification et enfin une analyse par chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse. Ces mesures ont été réalisées selon les projets de normes AFNOR X43-058 pour le prélèvement et X43-059 pour l'analyse.

**En 2014**, un échantillonneur DA80 avait été utilisé pour l'aspiration de l'air ambiant, avec un filtre en quartz pour le piégeage les particules et une mousse en polyuréthane pour retenir les composés à l'état gazeux. Le prélèvement d'environ 48 heures était assuré avec un débit de 12 m<sup>3</sup>/h. Aucune coupure granulométrique n'était réalisée lors de l'aspiration des particules. Au laboratoire d'analyse, les supports de prélèvement (filtre et mousse de polyuréthane) ont subi une extraction commune (filtre et mousse en polyuréthane réunis), puis une purification et enfin une analyse par chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse. Ces mesures ont été réalisées selon les projets de normes AFNOR X43-058 pour le prélèvement et X43-059 pour l'analyse.

Compte tenu de ces différences, et notamment au niveau de la typologie des sites de Bois-Herpin et Rambouillet, la comparaison est seulement effectuée sur le site de Paris XVIII.

Au cours des campagnes 2013/2014 et 2018/2019, 49 composés communs ont été recherchés. Malgré les différences évoquées précédemment (méthode et fréquence de prélèvement), une légère augmentation du nombre de substances détectées en milieu urbain est observée (Figure 23).

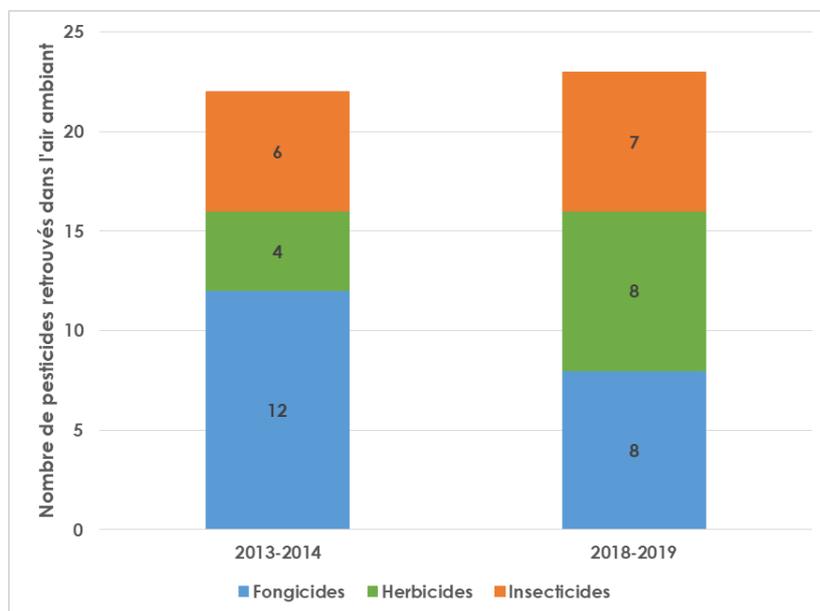


Figure 23 : Comparaison du nombre de substances actives retrouvés sur le site urbain lors des campagnes de 2013/2014 et 2018/2019 d'après une base commune de pesticides recherchés

En milieu urbain, une augmentation du nombre d'insecticides et d'herbicides détecté est observée, passant respectivement de 6 à 7 et 4 à 8 composés détectés. Le nombre de fongicides détectés a quant à lui diminué, passant de 12 composés à 8 composés.

**14 composés détectés sont identiques sur les deux campagnes** de 2013/2014 et 2018/2019 en milieu urbain : 7 fongicides, 4 insecticides et 3 herbicides. Le détail des substances détectées lors des deux campagnes est présenté au Tableau 10.

Catégorie de pesticides	Pesticide
Insecticides	Chlorpyriphos éthyl
	Lindane
	Permethrine
	Piperonyl Butoxide (PBO)
Herbicides	Métazachlore
	Metolachlore (-s)
	Prosulfocarbe
Fongicides	Chlorothalonil
	Cyprodinil
	Fenpropidine
	Fluazinam
	Propyzamide
	Pyriméthanol
	Tebuconazole

Tableau 10 : Synthèse des substances détectées lors des campagnes 2013/2014 et 2018/2019 sur le site urbain.

18 des 49 composés communs recherchés n'ont pas été détectés au cours des campagnes 2013/2014 et 2018/2019, dont 7 substances interdites. Les substances n'ayant pas été détectées au cours des deux campagnes sont présentés dans le Tableau 11.

Catégorie de pesticides	Pesticide
Insecticides	Bifenthrine
	Deltaméthrine
	Endrine
	Ethoprophos
	Lambda-Cyhalothrine
	Phosmet
Herbicides	Dimethenamide (DMTA)
	Diuron
	Linuron
	Oryzalin
	Oxadiazon
	Oxyfluorène
	Pendiméthaline
Fongicides	Difénoconazole
	Iprodione
	Myclobutanil
	Pyrimicarbe
	Trifloxystrobine

Tableau 11 : Synthèse des substances jamais détectés lors des campagnes 2013/2014 et 2018/2019.

Certains composés n'ont pas été détectés lors de la campagne 2018/2019, alors qu'ils l'avaient été lors de la campagne 2013/2014. Au total, 8 composés (Tableau 12) n'ont pas été retrouvés dans l'air ambiant à Paris en 2018/2019 : 2 insecticides, 5 fongicides et 1 herbicide. Parmi ces composés, 3 sont interdits en France : le **Tolyfluamide** (Fongicide interdit depuis 2007), la **Dieldrine** (insecticide interdit depuis 1972) et le **Fipronil** (insecticide interdit dans les traitements agricoles depuis 2005 mais utilisable en tant que biocide).

La non détection de ces composés peut s'expliquer par les différences méthodologiques entre les campagnes 2013/2014 et 2018/2019 (les limites de quantifications de ces composés étaient plus faibles en 2013/2014, à l'exception du Fipronil), mais aussi par l'évolution des usages des pesticides. Concernant les composés interdits, leur non détection peut également s'expliquer par leur disparition dans l'air.

Catégorie de pesticides	Pesticide
Insecticides	Dieldrine
	Fipronil
Herbicides	Lénacil
Fongicides	Boscalid
	Cyproconazole
	Epoxiconazole
	Spiroxamine
	Tolyfluamide

Tableau 12 : Composés non détectés lors de la campagne 2018/2019 mais détectés en 2013/2014 à Paris XVIII.

A l'inverse, certains composés ont été détectés lors de la campagne 2018/2019 alors qu'ils ne l'avaient pas été en 2013/ 2014. 9 composés émergents sont dénombrés : 3 insecticides, 2 herbicide et 4 fongicides (Tableau 13). Parmi ces composés, deux sont interdits ou non utilisés dans les traitements agricoles et en tant que biocide en France : l'**Heptachlore** (insecticide interdit depuis 1992) et l'**Acétochlore** (herbicide interdit en 2013).

Catégorie de pesticides	Pesticide
Insecticides	Chlorpyriphos méthyl
	Cypermethrine
	Heptachlore
Herbicides	2,4-D (ESTERS)
	Acétochlore
Fongicides	Clomazone
	Diflufenicanil
	Triallate
	Folpel

Tableau 13 : Composés non détectés lors de la campagne 2013/2014 mais détectés en 2018/2019 à Paris XVIII.

Les limites de détection et de quantification de ces composés sont plus faibles en 2013 qu'en 2019 (à l'exception du Diflufenicanil et du 2,4-D), l'émergence de ces composés s'explique donc par l'évolution des usages des produits phytosanitaires.

**Synthèse :**

- ✓ 14 substances actives ont été détectées à la fois en 2013/2014 et 2018/2019 ;
- ✓ 18 pesticides recherchés lors des campagnes de 2013/2014 et de 2018/2019 n'ont pas été détectés à Paris ;
- ✓ 9 composés ont été détectés en 2018/2019 alors qu'ils ne l'ont pas été en 2013/2014 à Paris ;
- ✓ 8 composés n'ont pas été détectés lors de la campagne 2018/2019 alors qu'ils l'avaient été lors de la campagne de 2013/2014.

# CONCLUSION

La campagne de mesure, réalisée dans le cadre d'une étude nationale, a permis le suivi de pesticides dans l'air francilien sur une année (juin 2018 à juin 2019) pour qualifier leurs types et quantifier les concentrations sur deux sites de typologie distincte : Rambouillet, de typologie « péri-urbain grandes cultures » et Paris XVIII, de typologie « urbaine sans profil agricole ». Les variations temporelles des niveaux et des composés ont également pu être suivies. Une comparaison des pesticides trouvés lors des campagnes 2013/2014 et 2018/2019 a également été menée.

Les résultats montrent tout d'abord que les **pesticides sont présents dans l'air ambiant francilien en zone rurale comme en zone urbaine**. Cette présence généralisée des pesticides dans l'air s'explique par le fait qu'ils sont aussi utilisés en milieu urbain à des fins non-agricoles et ces composés peuvent être soumis au transport atmosphérique.

Ce sont **essentiellement des herbicides et des fongicides qui ont été trouvés** dans l'air francilien (respectivement 13 et 10 substances), suivis des insecticides (7 composés). Le pesticide **le plus fréquemment retrouvé dans l'air ambiant sur l'ensemble des deux sites est le Lindane (insecticide interdit persistant)**, avec 100 % de détections, suivi du Triallate, détecté 71 fois sur 77 filtres (92 %).

**Plus d'insecticides et de fongicides ont été retrouvés en zone urbaine, comparativement à la zone rurale**. Le nombre d'herbicides retrouvés sur les deux sites de mesures est le même. Deux herbicides spécifiques sont retrouvés à chaque site de mesure : le **Chlorprophame** et le **Dimethenamide (-p)** pour le site rural de Rambouillet et l'**Acétochlore** et la **Butraline** pour le site urbain de Paris. 2 insecticides (Cyperméthrine et Pyperonil Butoxide) et 1 fongicide (Fenarimol) sont également retrouvés uniquement à Paris XVIII.

**L'essentiel des teneurs mesurées au cours de la campagne sont inférieures à 0.2 ng/m<sup>3</sup> sur les deux sites de mesures. Pour rappel, il n'existe pas de valeur de référence sanitaire dans l'air pour les pesticides.**

Les concentrations relevées semblent directement liées aux traitements. **Les concentrations les plus élevées sont observées lors des périodes d'application**, que ce soit dans le cadre d'activités phytosanitaires agricoles ou non agricoles. Certains composés sont retrouvés dans l'air ambiant uniquement durant leurs périodes d'utilisation, d'autres présentent des niveaux plus importants pendant les traitements puis les concentrations diminuent en sortant de la période d'utilisation.

**8 composés, détectés en 2013/2014 n'ont pas été retrouvés en 2018/2019**. A l'inverse, 9 composés ont été détectés lors de la campagne 2018/2019 alors qu'ils ne l'ont pas été lors de la campagne 2013/2014 : 2 herbicides (2,4-D (ESTERS) et Acétochlore), 3 insecticides (Chlorpyrifos méthyl, Cyperméthrine et Heptachlore) et 4 fongicides (Clomazone, Diflufenicanil, Triallate et Folpel). Ces différences s'expliquent par des méthodes de prélèvements différentes entre les deux campagnes, mais aussi par l'évolution des usages de ces composés.

# ANNEXES

## Annexe 1- Liste des pesticides recherchés pour cette campagne de mesure (2018/2019)

Pesticides	Catégorie
2,4-D (ESTERS)	Herbicide
2,4-DB (ESTERS)	Herbicide
Acetochlore	Herbicide
Bifenthrine	Insecticide
Boscalid	Fongicide
Bromadiolone	Insecticide
Bromoxynil octanoate	Herbicide
Butraline	Herbicide
Carbetamide	Herbicide
Chlordane	Insecticide
Chlordecone	Insecticide
Chlorothalonil	Fongicide
Chlorprophame	Herbicide
Chlorpyrifos ethyl	Insecticide
Chlorpyrifos methyl	Insecticide
Clomazone	Herbicide
Cypermethrine	Insecticide
Cyproconazole	Fongicide
Cyprodinil	Fongicide
Deltamethrine	Insecticide
Diclorane	Fongicide
Dieldrine	Insecticide
Difenoconazole	Fongicide
Diflufenicanil	Herbicide
Dimethenamide(-p)	Herbicide
Dimethoate	Insecticide
Diuron	Herbicide
Endrine	Insecticide
Epoxiconazole	Fongicide
Ethion	Insecticide
Ethoprophos	Insecticide
Etofenprox	Insecticide
Fenarimol	Fongicide
Fenpropidine	Fongicide
Fipronil	Insecticide
Fluazinam	Fongicide

Pesticides	Catégorie
Flumetraline	Herbicide
Fluopyram	Fongicide
Folpel	Fongicide
Heptachlore	Insecticide
Iprodione	Fongicide
Lambda cyhalothrine	Insecticide
Lenacil	Herbicide
Lindane	Insecticide
Linuron	Herbicide
Metamitron	Herbicide
Metazachlore	Herbicide
Metolachlore(-s)	Herbicide
Metribuzine	Herbicide
Mirex	Insecticide
Myclobutanil	Fongicide
Oryzalin	Herbicide
Oxadiazon	Herbicide
Oxyfluorfen	Herbicide
Pendimethaline	Herbicide
Pentachlorophenol	Fongicide
Permethrine	Insecticide
Phosmet	Insecticide
Piperonyl butoxide (PBO)	Insecticide
Prochloraz	Fongicide
Propyzamide	Herbicide
Prosulfocarbe	Herbicide
Pyrimethanil	Fongicide
Pyrimicarbe	Insecticide
Spiroxamine	Fongicide
Tebuconazole	Fongicide
Tebuthiuron	Herbicide
Terbutryne	Herbicide
Tolyfluanide	Fongicide
Triadimenol	Fongicide
Triallate	Herbicide
Trifloxystrobine	Fongicide

\*en rouge les substances interdites ou non utilisées dans les traitements agricoles en France au moment de la campagne

## Annexe 2 - Limite de détection et de quantification des pesticides suivis lors de la campagne de mesure

Source : IANESCO (Laboratoire d'analyse pour cette campagne)

Molécule	Rendement d'extraction (%)	Coefficient de variation (%)	Incertitude de mesure	LD en ng piégé non corrigé du RDT	LQ en ng piégé non corrigé du RDT	Molécule	Rendement d'extraction (%)	Coefficient de variation (%)	Incertitude de mesure	LD en ng piégé non corrigé du RDT	LQ en ng piégé non corrigé du RDT
2,4-D (ESTERS)	95	13	26	1.5	5	Flumetraline	86	13	8	6	20
2,4-DB (ESTERS)	99	16	42	6	20	Fluopyram	87	9	14	7.5	25
Acetochlore	81	14	30	3	10	Folpel	100	28	46	9	30
Bifenthrine	93	11	24	1.5	5	Heptachlore	83	17	40	3	10
Boscalid	98	15	30	7.5	25	Iprodione	101	14	28	7.5	25
Bromadiolone	48	52	72	7.5	25	Lambda cyhalothrine	114	19	40	3	10
Bromoxynil octanoate	87	13	22	6	20	Lenacil	114	15	36	6	20
Butraline	83	13	28	7.5	25	Lindane	85	15	34	1.5	5
Carbetamide	93	12	32	7.5	25	Linuron	93	18	32	7.5	25
Chlordane	68	20	28	30	100	Metamitron	79	18	40	7.5	25
Chlordecone	84	15	20	7.5	25	Metazachlore	93	9	20	3.75	12.5
Chlorothalonil	73	23	46	12	40	Metribuzine	91	18	48	3	10
Chlorprophame	93	21	48	7.5	25	Mirex	96	6	12	3	10
Chlorpyrifos ethyl	88	16	36	3	10	Myclobutanil	94	17	42	6	20
Chlorpyrifos methyl	85	19	46	6	20	Oryzalin	90	16	38	7.5	25
Clomazone	83	22	52	7.5	25	Oxadiazon	101	21	50	1.5	5
Cypermethrine	110	23	50	12	40	Oxyfluorène	91	14	16	7.5	25
Cyproconazole	109	17	38	7.5	25	Pendimethaline	91	23	46	3	10
Cyprodinil	96	13	30	3	10	Pentachlorophenol	76	27	30	7.5	25
Deltamethrine	97	14	30	6	20	Permethrine	100	11	28	6	20
Diclorane	87	14	8	7.5	25	Phosmet	91	21	52	6	20
Dieldrine	93	16	42	15	50	Piperonyl butoxide (PBO)	97	16	38	3	10
Difenoconazole	102	15	34	7.5	25	Prochloraz	99	13	32	7.5	25
Diflufenicanil	101	21	46	1.5	5	Propyzamide	89	11	24	3	10
Dimethenamide(-p)	83	18	42	7.5	25	Prosulfocarbe	80	17	34	7.5	25
Dimethoate	100	21	54	15	50	Pyrimethanil	86	13	30	3	10
Diuron	90	22	32	7.5	25	Pyrimicarbe	82	8	22	7.5	25
Endrine	98	20	48	30	100	Metolachlore(-s)	85	14	38	1.5	5
Epoxiconazole	103	15	34	7.5	25	Spiroxamine	63	53	108	7.5	25
Ethion	101	17	50	3	10	Tebuconazole	102	19	40	7.5	25
Etofenprox	88	19	50	6	20	Tebuthiuron	93	10	24	7.5	25
Ethoprophos	90	8	18	3	10	Terbutryne	91	11	28	7.5	25
Fenarimol	88	17	16	3	10	Tolyfluanide	89	14	28	6	20
Fenpropridine	82	36	60	7.5	25	Triadimenol	98	12	28	7.5	25
Fipronil	88	20	18	6	20	Triallate	78	22	50	3	10
Fluazinam	88	24	26	7.5	25	Trifloxystrobine	110	18	36	6	20

## Annexe 3 - Qualité de la mesure

### LES « BLANCS »

Un « blanc de stockage » a été réalisé sur chaque site de mesures au début de la campagne. Ce blanc intègre les locaux de stockage d'Airparif, la glacière utilisée pour le transport de l'échantillon jusqu'au site de prélèvement, et la mise en place/retrait de l'échantillon dans le préleveur. Il permet de vérifier la non contamination du support de prélèvement lors des différentes manipulations de celui-ci.

### LES INCERTITUDES

La méthodologie de mesure des pesticides dans l'air ambiant reste perfectible, en témoigne la révision des normes. Pour le moment, il n'existe pas de calcul d'incertitude portant sur l'ensemble de la chaîne de mesure et sur tous les composés recherchés. Cependant, différents éléments permettent d'approcher la qualité de la mesure à chaque étape de cette méthodologie qui concerne la mesure d'un nombre important de pesticides.

Ainsi, afin de s'assurer du bon déroulement des étapes de prélèvement, d'extraction et d'analyse, des marqueurs ou des étalons internes sont introduits à chacune des étapes de la chaîne de mesure. L'introduction de ces substances et leurs quantifications à la fin de la chaîne analytique permettent d'indiquer si d'éventuelles pertes ont eu lieu, de calculer les rendements d'extraction et d'assurer une meilleure quantification des composés lors de l'analyse.

Des exercices d'inter-comparaisons sont mis en place. Ils contribuent à estimer et à réduire ces incertitudes des laboratoires analytiques.

### LE PRELEVEMENT

Les supports de prélèvement sont conditionnés par le laboratoire d'analyse de la manière suivante :

- 1- Calcination d'un quartz : 5 heures à 500°C puis enveloppement dans du papier aluminium et conservation au dessiccateur ou constitution du module.
- 2- Conditionnement d'une mousse neuve : extraction à l'ASE à 100 °C sous pression par le dichlorométhane, puis séchage sous courant d'azote, puis enveloppement dans du papier aluminium et conservation au dessiccateur ou constitution du module.
- 3- Lavage des cartouches ou supports de filtres au détergent puis à l'eau puis séchage puis enveloppement dans du papier aluminium ou constitution du module.

Le module assemblé est enveloppé de papier aluminium puis placé dans un sac en plastique étanche.

Il est transmis immédiatement (sous 24 heures) en glacière contenant des pains de glace à congeler pour le retour après prélèvement (un petit flacon plastique contenant de l'eau est joint pour permettre la prise de température des échantillons à réception au laboratoire – ne pas retirer ce flacon de la glacière).

Le module se conserve à température ambiante (absence de marqueur) avant le prélèvement.

### L'EXTRACTION

Elle se déroule de la manière suivante :

- 1- Ajout d'étalons internes à l'échantillon :
- 2- Extraction à l'ASE à 90 °C sous pression par le dichlorométhane.
- 3- Concentration sous courant d'azote (Turbovap) à 10 mL.
- 4- Prise d'un aliquote d'extrait. Séchage de l'extrait dédié à l'analyse GC seulement. Ajout de traceurs d'injection puis concentration finale à 30 °C sous courant d'azote à un volume fixé.

Les étalons internes d'extractions (ces étalons sont deutérés de façon à ne pas interférer sur les molécules d'intérêt) permettent de vérifier le bon déroulement de la procédure entière (extraction + analyse) ou d'appliquer une correction sur le résultat. Les traceurs d'injection permettent de s'assurer de la bonne analyse et de trancher sur l'origine d'un éventuel écart constaté sur leur taux de recouvrement ou de ceux des étalons internes.

Le rendement d'extraction est déterminé chaque année à l'aide d'étalon interne :

- dépôt d'une quantité connue de solutions mères ou filles obtenues de façon à obtenir des dopages à 1, 10 et 100 ng/m<sup>3</sup> sur matrice mousse PUF BV (préalablement nettoyée) suivi d'un séchage sous courant d'azote.
- extraction et analyse.

Selon la norme XP X 43-059, les rendements à l'extraction sont acceptables lorsqu'ils sont compris entre 60 % et 120 %. IANESCO s'est fixé un critère d'acceptation de +/- 30 % sur les coefficients de variation.

## Annexe 4 - Fréquence de détection des composés retrouvés dans l'air ambiant lors de la campagne de mesure de juin 2018 à juin 2019, sites de Paris XVIII et de Rambouillet

Pesticides	Famille	Paris XVIII Nombre de détection	Rambouillet Nombre de détection	Paris XVIII Fréquence de détection	Rambouillet Fréquence de détection
2,4-D (ESTERS)	Herbicide	10	9	26%	24%
Acetochlore	Herbicide	1	0	3%	0%
Butraline	Herbicide	1	0	3%	0%
Chlorothalonil	Fongicide	12	11	31%	29%
Chlorprophame	Herbicide	0	1	0%	3%
Chlorpyrifos ethyl	Insecticide	17	4	44%	11%
Chlorpyrifos methyl	Insecticide	18	21	46%	55%
Clomazone	Herbicide	4	6	10%	16%
Cypermethrine	Insecticide	2	0	5%	0%
Cyprodinil	Fongicide	4	5	10%	13%
Diflufenicanil	Herbicide	13	14	33%	37%
Dimethenamide(-p)	Herbicide	0	2	0%	5%
Fenarimol	Fongicide	1	0	3%	0%
Fenpropidine	Fongicide	13	12	33%	32%
Fluazinam	Fongicide	7	2	18%	5%
Fluopyram	Fongicide	4	5	10%	13%
Folpel	Fongicide	1	1	3%	3%
Heptachlore	Insecticide	2	1	5%	3%
Lindane	Insecticide	39	38	100%	100%
Metazachlore	Herbicide	7	8	18%	21%
Metolachlore(-s)	Herbicide	18	17	46%	45%
Pendimethaline	Herbicide	30	31	77%	82%
Pentachlorophenol	Fongicide	8	3	21%	8%
Permethrine	Insecticide	12	1	31%	3%
Piperonyl butoxide (PBO)	Insecticide	17	0	44%	0%
Propyzamide	Herbicide	14	16	36%	42%
Prosulfocarbe	Herbicide	26	25	67%	66%
Pyrimethanil	Fongicide	5	6	13%	16%
Tebuconazole	Fongicide	3	5	8%	13%
Triallate	Herbicide	35	36	90%	95%

## Annexe 5 - Pesticides non détectés au cours de la campagne de mesure réalisée entre juin 2018 et juin 2019, sites de Paris XVIII et de Rambouillet

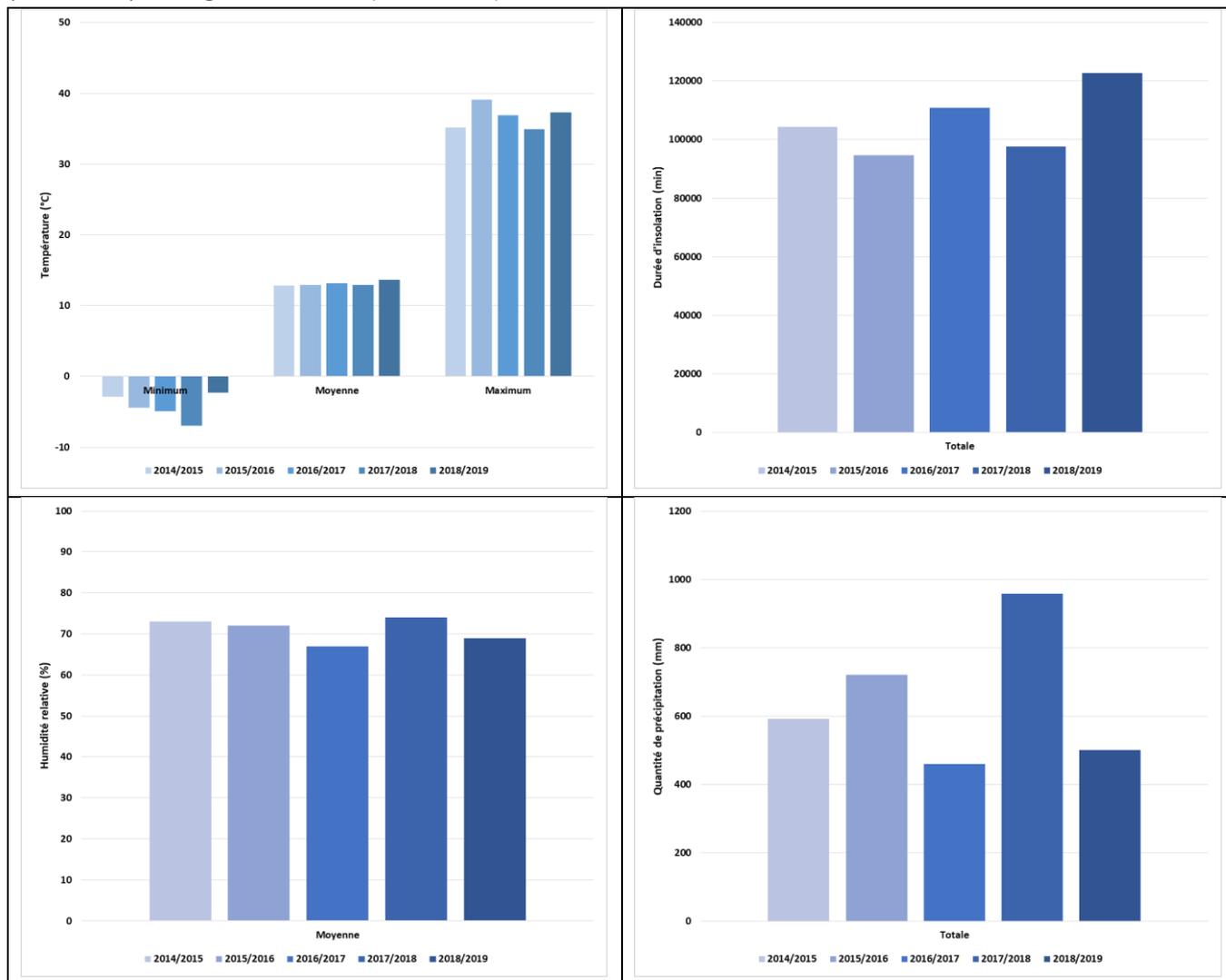
Pesticides	Catégorie de pesticides
2,4-DB (ESTERS)	Herbicide
Bifenthrine	Insecticide
Boscalid	Fongicide
Bromadiolone	Insecticide
Bromoxynil octanoate	Herbicide
Carbetamide	Herbicide
Chlordane	Insecticide
Chlordecone	Insecticide
Cyproconazole	Fongicide
Deltamethrine	Insecticide
Diclorane	Fongicide
Dieldrine	Insecticide
Difenoconazole	Fongicide
Dimethoate	Insecticide
Diuron	Herbicide
Endrine	Insecticide
Epoxiconazole	Fongicide
Ethion	Insecticide
Ethoprophos	Insecticide
Etofenprox	Insecticide
Fipronil	Insecticide

Pesticides	Catégorie de pesticides
Flumetraline	Herbicide
Iprodione	Fongicide
Lambda cyhalothrine	Insecticide
Lenacil	Herbicide
Linuron	Herbicide
Metamitron	Herbicide
Metribuzine	Herbicide
Mirex	Insecticide
Myclobutanil	Fongicide
Oryzalin	Herbicide
Oxadiazon	Herbicide
Oxyfluorfen	Herbicide
Phosmet	Insecticide
Prochloraz	Fongicide
Pyrimicarbe	Insecticide
Spiroxamine	Fongicide
Tebuthiuron	Herbicide
Terbutryne	Herbicide
Tolylfluanide	Fongicide
Triadimenol	Fongicide
Trifloxystrobine	Fongicide

## Annexe 6 - Paramètres météorologiques observés pendant la campagne de mesure 2018/2019

La figure suivante présente les paramètres météorologiques observés pour la période de mesure du 26 juin août au 25 juin de l'année suivante, durant la période 2014-2019. Il s'agit des températures minimales, moyennes et maximales (en °C), de la durée d'insolation totale (en minutes), du taux moyen d'humidité relative (en %) et de la quantité de précipitation totale (en mm). Ces paramètres ont été relevés à la station Météo-France de Paris-Montsouris dans le 14<sup>ème</sup> arrondissement.

**Cette comparaison annuelle** permet de placer l'année durant laquelle les mesures ont été réalisées (2018/2019) au regard du historique de cinq ans.



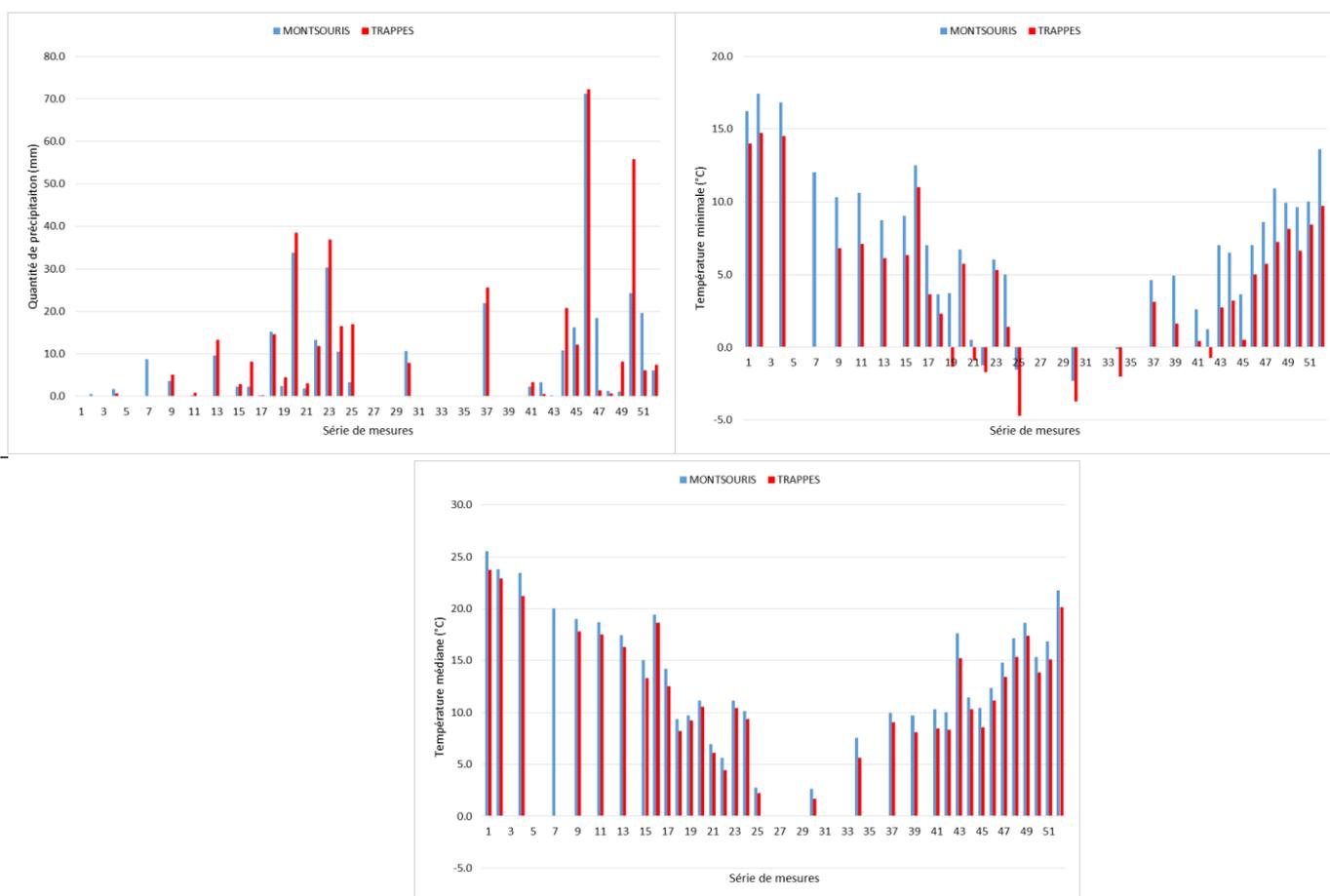
Température (°C), durée d'insolation (en heure), humidité relative moyenne (en %), et quantité de précipitation (en mm) durant une période d'un an (du 26 juin au 25 juin de l'année suivante) pour les années 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019 (campagne de mesure) – Données Météo-France Montsouris Paris XIV<sup>ème</sup>

**La période de mesure à cheval entre 2018 et 2019 est caractérisée par une température moyenne la plus élevée de l'historique.** C'est également la période au cours de laquelle la **durée d'ensoleillement a été la plus élevée.** La période **2018/2019 est la période la moins pluvieuse et la moins humide de l'historique**, avec la période 2016-2017.

En résumé, la période 2018/2019, moins humide et plus ensoleillée, a pu favoriser la prolifération des insectes et augmenter les épidémies virales, contrairement à la période 2013/2014. A l'inverse ces conditions météorologiques ont pu limiter le développement de champignons.

**Concernant la campagne 2018/2019**, les deux sites de mesures étant distants d'environ 25 km, deux stations météorologiques de références ont été prises en compte afin de caractériser la météorologie lors des différentes séries de mesure, à savoir les stations Météo-France de Montsouris (Paris XIV<sup>ème</sup>) et de Trappes (78). Compte-tenu de leurs situations géographiques contrastées entre un milieu urbain dense et une situation rurale, les conditions météorologiques sont quelque peu différentes, avec notamment des températures moyennes plus élevées à Paris et des températures minimales plus fraîches à Trappes. Concernant les précipitations, seule l'intensité des pluies peut être différente, néanmoins les jours de précipitations touchent généralement les deux sites.

L'impact des conditions météorologiques sur les concentrations en pesticides dans l'air est difficile à évaluer étant donné les autres différences existantes entre le site de Paris XVIII et Rambouillet (typologies et environnement différents, cultures différentes)



Paramètres météorologiques lors des mesures effectuées entre le 26 juin 2018 et le 25 juin 2019 aux stations Météo France de Trappes et de Paris Montsouris (XIV<sup>ème</sup>)

# Annexe 7 - Concentrations en pesticides dans l'air ambiant lors de la campagne de mesure de juin 2018 à juin 2019, sites de Paris XVIII et de Rambouillet

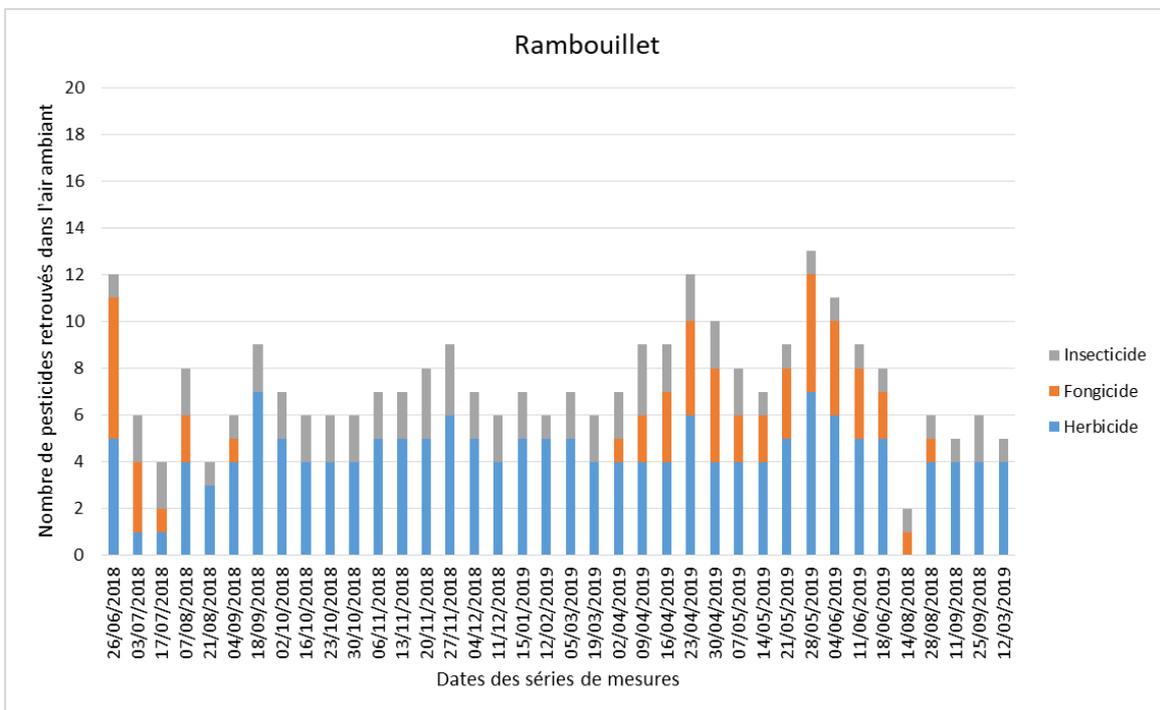
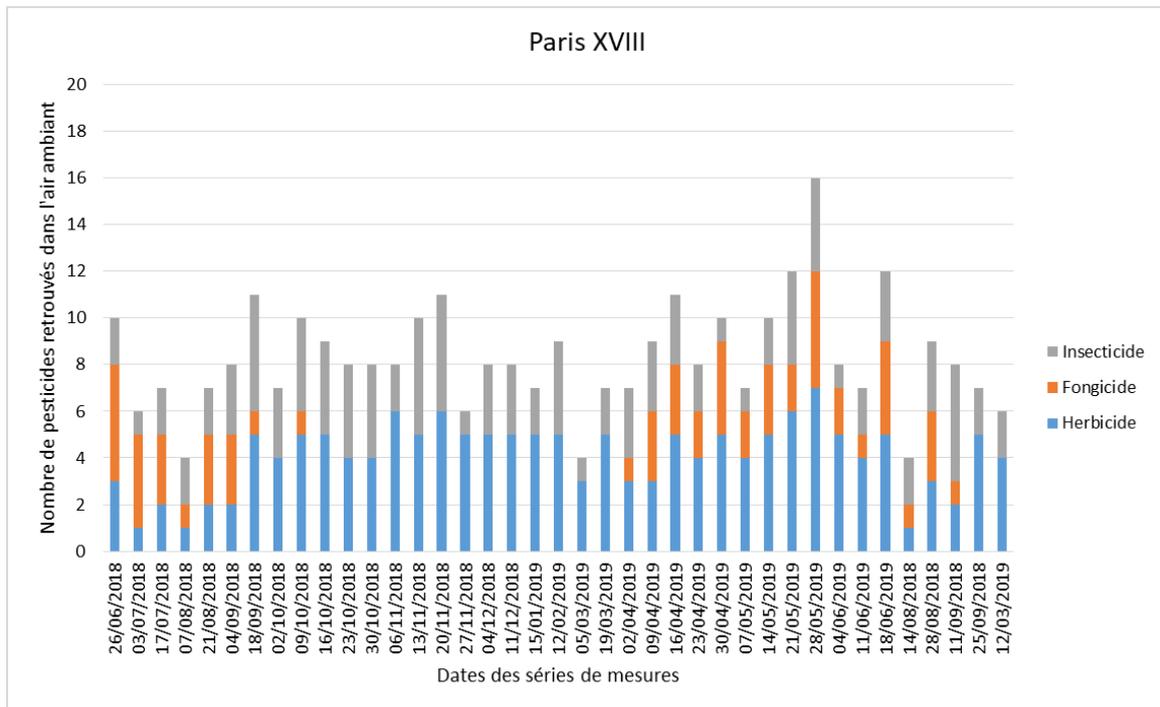
Concentration en ng/m<sup>3</sup> à Paris XVIII

SA	Catégorie	26/06/2018	03/07/2018	17/07/2018	07/08/2018	21/08/2018	04/09/2018	18/09/2018	02/10/2018	16/10/2018	30/10/2018	06/11/2018	13/11/2018	20/11/2018	27/11/2018	04/12/2018	11/12/2018	15/01/2019	12/02/2019	06/03/2019	19/03/2019	02/04/2019	09/04/2019	16/04/2019	23/04/2019	30/04/2019	07/05/2019	14/05/2019	21/05/2019	28/05/2019	04/06/2019	11/06/2019	18/06/2019	14/08/2018	28/08/2018	11/09/2018	25/09/2018	12/03/2019										
2,4-D (ESTERS)	Herbicide						0.01			0.09	0.01												0.02						0.01	0.02	0.01	0.01																
Acétylchlorure	Herbicide											0.03					0.08																															
Chlorothalonil	Fongicide	2.14	2.69																				0.32		1.20	2.50	2.10	3.24	3.54	3.39	0.76	0.31	1.06															
Chlorpyrifos éthyl	Insecticide		0.03		0.03		0.03			0.06	0.44	0.78	0.30	0.46	0.32	0.03	0.03												0.03	0.03	0.03		0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.06	0.06							
Chlorpyrifos méthyl	Insecticide																																															
Clomazone	Herbicide						0.08	0.07																																								
Cyperméthrine	Insecticide																																															
Cyprodinol	Fongicide									0.02	0.01	0.08	0.05	0.03	0.03	0.06	0.02	0.01																														
Différenciamil	Herbicide																																															
Flufenicamil	Fongicide																																															
Fenpropiatine	Fongicide	0.20	0.07	0.53	0.22	0.08																																										
Fluzinam	Fongicide	0.09	0.07	0.08			0.08																																									
Fluspyram	Fongicide																																															
Folpet	Fongicide	0.29																																														
Heptachlore	Insecticide																																															
Lindane	Insecticide	0.10	0.15	0.09	0.13	0.08	0.14	0.08	0.13	0.18	0.10	0.06	0.12	0.12	0.09	0.09	0.05	0.06	0.07	0.05	0.11	0.07	0.09	0.08	0.06	0.09	0.08	0.05	0.07	0.07	0.09	0.11	0.09	0.10	0.10	0.07	0.08	0.11	0.10	0.06	0.06	0.06						
Metazachlore	Herbicide					0.04	0.10	0.10	0.04																																							
Metolachlore (s)	Herbicide	0.02	0.01	0.02	0.02																																											
Pendiméthaline	Herbicide	0.04					0.01	0.26	0.14	1.80	2.44	5.37	4.10	3.35	4.62	2.89	1.44	0.79	0.46	0.40	0.41																											
Pentachlorophenol	Fongicide		0.07	0.08		0.08	0.08	0.07	0.08																																							
Permethrine	Insecticide	0.06	0.06																																													
Prifénol butoxide (PBC)	Insecticide																																															
Propazine	Herbicide																																															
Profloucarbe	Herbicide																																															
Pyriméthanol	Fongicide																																															
Tebuconazole	Fongicide	0.04				0.03	0.03																																									
Tralotol	Herbicide	0.04		0.03				0.09	0.47	0.41	0.78	2.85	2.56	2.14	0.90	1.14	0.45	0.39	0.28	0.25	0.23	0.51	0.56	0.28	0.95	0.11	0.44	0.38	0.36	0.66	0.16	0.09	0.17	0.03	0.03	0.03	0.03											

Concentration en ng/m<sup>3</sup> à Rambouillet

Substances Actives	Catégorie	26/06/2018	03/07/2018	17/07/2018	07/08/2018	21/08/2018	04/09/2018	18/09/2018	02/10/2018	16/10/2018	30/10/2018	06/11/2018	13/11/2018	20/11/2018	27/11/2018	04/12/2018	11/12/2018	15/01/2019	12/02/2019	06/03/2019	19/03/2019	02/04/2019	09/04/2019	16/04/2019	23/04/2019	30/04/2019	07/05/2019	14/05/2019	21/05/2019	28/05/2019	04/06/2019	11/06/2019	18/06/2019	14/08/2018	28/08/2018	11/09/2018	25/09/2018	12/03/2019										
2,4-D (ESTERS)	Herbicide	0.32			0.15			0.15																					0.15	0.15	0.15	0.15																
Chlorothalonil	Fongicide	2.29	2.57																																													
Chlorpyrifos	Herbicide		0.72																																													
Chlorpyrifos éthyl	Insecticide				0.33																																											
Chlorpyrifos méthyl	Insecticide													0.30	0.30																																	
Clomazone	Herbicide																																															
Cyprodinol	Fongicide					0.16	0.28	0.64	0.73																																							
Différenciamil	Herbicide																																															
Diméthamipride (s)	Herbicide						0.74	0.19																																								
Fenpropiatine	Fongicide	0.32	0.27	0.22	0.33																																											
Fluzinam	Fongicide	0.75	0.75																																													
Fluspyram	Fongicide																																															
Folpet	Fongicide	0.34																																														

## Annexe 8 - Nombre de pesticides détectés par grande famille dans l'air au cours de la campagne de mesure réalisée entre juin 2018 et juin 2019, sites de Paris XVIII et de Rambouillet



## Annexe 9 - Période d'application des produits phytosanitaires en Île-de-France par type de culture (source DRIAAF<sup>17</sup>)

	<b>Herbicides</b>	<b>Insecticides</b>	<b>Fongicides</b>	<b>R. de croissance</b>
<b>Blé</b>	Semis : octobre Post-semis, prélevée 1 à 2 nœuds : avril 3 sem. avant récolte	Levée ( 1 à 2 traitements) : octobre, décembre 1 à 2 traitements : 10 mai, début juin.	Stade 1 nœud (3 à 4 trait. ) : mi-avril Gonflement : déb. mai Epiaison : juin	1 à 2 trait.: début mars, fin avril
<b>Orge de printemps</b>	Semis : février, mars	Levée ( 1 à 2 traitements) : octobre, décembre	1 à 2 nœuds : avril Epiaison : juin	Stade 1 à 2 nœuds, gonflement : avril , mai
<b>Escourgeon</b>	Semis : sept., octobre Post-semis / Pré-levée 1 à 2 nœuds : avril 20 j avant récolte	Levée ( 1 à 2 traitements) : octobre, décembre Début épiaison ( 1 à 2 traitements) : mai, juin	1 nœud : avril Dem. feuille étalée: mai	1 à 2 nœuds, gonflement : avril, mai
<b>Betterave</b>	Plusieurs trait. entre semis et levée : mars, avril	Insecticides du sol + 1 à 2 traitements en végétation	1 à 2 traitements avant récolte : juillet, août	—
<b>Pois</b>	Semis : février Rattrapage en post-levée	Traitement de la graine Parfois post-levée : mars Floraison : mai	1 nœud : avril Gonflement : mai Epiaison : juin	—
<b>Colza</b>	Post-semis , prélevée : août, septembre Rattrapage post-levée	Insecticides du sol Levée : août/déc. 2 à 3 trait. de mars à juin	2 trait. reprise de végétation : mars Floraison : fin avril	Parfois 1 trait. à l'automne 1 trait. au printemps
<b>Maïs</b>	Semis : mars, avril Post-levée : mars, mai	Trait. contre pyrale (floraison) : juin	Semences traitées	—

<sup>17</sup> Phyt'eaux propres, la contamination des eaux par les produits phytosanitaires en région Ile-de-France, bilan activité 1997-2011.