

LES PESTICIDES DANS L'AIR FRANCILIEN - PARTIE II -

Campagne 2013/2014

Mai 2016



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



LES PESTICIDES DANS L'AIR FRANCILIEN : PARTIE II – CAMPAGNE 2013/2014

Mai 2016

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	8
GLOSSAIRE	8
1. INTRODUCTION.....	9
2. MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE DE MESURE	11
2.1 LOCALISATION DES SITES DE MESURE.....	11
2.2 PERIODE DE MESURE	13
2.3 DISPOSITIF DE MESURE.....	14
2.3.1 LA METHODE DE PRELEVEMENT	14
2.3.2 L'ANALYSE.....	15
2.4 LES PESTICIDES RECHERCHES DANS LE CADRE DE L'ETUDE.....	17
3. LES PESTICIDES RETROUVES DANS L'AIR FRANCILIEN.....	19
3.1 LES TYPES DE COMPOSES RETROUVES	19
3.1.1 LES COMPOSES LES PLUS RETROUVES	19
3.1.2 LES COMPOSES SELON LA TYPOLOGIE DU SITE DE MESURE (URBAINE / RURALE)	21
3.1.3 CERTAINS COMPOSES DETECTES SPECIFIQUEMENT SUR L'UN DES DEUX SITES	22
3.2 RESULTATS PAR USAGE.....	23
3.2.1 L'UTILISATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES SELON LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES.....	23
3.2.2 L'UTILISATION DES PESTICIDES SELON LA SANTE DES VEGETAUX	24
3.2.2.1 Cas des cultures dominantes en Île-de-France.....	24
3.2.2.2 En zones non agricoles.....	25
3.2.3 CLASSIFICATION DES COMPOSES SUIVANT LEUR UTILISATION	26
3.2.3.1 Les produits utilisés sur les cultures dominantes.....	27
3.2.3.2 Les composés liés à des activités non-agricoles.....	28
3.2.3.3 Les composés interdits d'utilisation.....	28
3.2.4 COMPOSES DETECTES PAR USAGES ET PAR SITE : DES NUANCES SUIVANT LES SITES	29
4. CONCENTRATIONS MESUREES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE 2013/2014.....	30
4.1 DES TENEURS PLUS ELEVEES EN MILIEU RURAL	30
4.2 CLASSE DE CONCENTRATIONS SELON LES FAMILLES DE PESTICIDES	31
4.2.1 DES TENEURS FAIBLES POUR LES INSECTICIDES, MOYENNES POUR LES HERBICIDES, ET PLUTOT ELEVEES POUR LES FONGICIDES.....	31
4.2.1.1 Zoom sur les insecticides et acaricides	31
4.2.1.2 Zoom sur les herbicides	32
4.2.1.3 Zoom sur les fongicides.....	34
4.2.2 SYNTHESE DES CONCENTRATIONS MESUREES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE	36
4.3 LES CONCENTRATIONS PAR USAGES.....	37
4.3.1 DES CONCENTRATIONS IMPORTANTES POUR LES PRODUITS UTILISES SUR LES CULTURES DOMINANTES EN ÎLE-DE-FRANCE.....	37
4.3.2 LES CONCENTRATIONS DES COMPOSES LIES A DES ACTIVITES NON-AGRICOLEES PLUS ELEVEES A PARIS.....	38
4.3.3 UN NIVEAU DE FOND PERSISTANT POUR CERTAINS COMPOSES INTERDITS D'UTILISATION	38

5.	LES VARIATIONS TEMPORELLES	41
5.1	DES PESTICIDES DANS L'AIR AMBIANT PLUS NOMBREUX AU PRINTEMPS	41
5.2	L'EVOLUTION TEMPORELLE DES CONCENTRATIONS EN FONCTION DES USAGES	43
5.2.1	PRODUITS UTILISES SUR LES CULTURES DOMINANTES EN ÎLE-DE-FRANCE : CAS DU SITE DE BOIS-HERPIN	43
5.2.2	PRODUITS UTILISES EN ZONE NON-AGRICOLE : CAS DU SITE DE PARIS	46
5.2.3	PRODUITS A USAGE MIXTE (SUR LES CULTURES DOMINANTES ET EN ZONE NON-AGRICOLE) : CAS DES DEUX SITES DE MESURE	47
6.	QUELLES EVOLUTIONS DEPUIS 2006 ?.....	50
6.1	LES COMPOSES DETECTES AUX PRINTEMPS 2006 ET 2013/2014	50
6.1.1	LES COMPOSES DETECTES AUX PRINTEMPS 2006 ET 2013/2014	50
6.1.2	IMPACT DES INTERDICTIONS INTERVENUES DEPUIS 2006.....	51
6.1.3	L'EMERGENCE DE NOUVEAUX COMPOSES	52
6.1.4	SYNTHESE DE LA COMPARAISON ENTRE LA CAMPAGNE DE MESURE MENEES AU PRINTEMPS 2006 ET CELLE D'AOUT 2013 / AOUT 2014	54
6.2	COMPARAISON DES CONCENTRATIONS MESUREES EN 2006 ET EN 2014 (PERIODE PRINTANIERE)	55
7.	COMPARAISON AVEC LES MESURES REALISEES EN FRANCE	57
7.1	COMPARAISON DES COMPOSES DETECTES	57
7.2	COMPARAISON EN TERME DE CONCENTRATION	59
	CONCLUSION	62
	ANNEXES	64
	ANNEXE 1- LISTE DES PESTICIDES RECHERCHES POUR CETTE CAMPAGNE DE MESURE	65
	ANNEXE 2 - LIMITE DE DETECTION ET DE QUANTIFICATION DES PESTICIDES SUIVIS LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE	66
	ANNEXE 3 - QUALITE DE LA MESURE	67
	ANNEXE 4 - FREQUENCE DE DETECTION DES COMPOSES RETROUVES DANS L'AIR AMBIANT LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE D'AOUT 2013 A AOUT 2014 - SITES DE PARIS 18EME ET DE BOIS-HERPIN (91)	69
	ANNEXE 5 - PESTICIDES NON DETECTES AU COURS DE LA CAMPAGNE DE MESURE REALISEE ENTRE AOUT 2013 ET AOUT 2014 A PARIS 18EME ET BOIS-HERPIN (91)	70
	ANNEXE 6 - PARAMETRES METEOROLOGIQUES OBSERVES PENDANT LA CAMPAGNE DE MESURE.....	71
	ANNEXE 7 - EVOLUTION TEMPORELLE DE CERTAINS PESTICIDES RETROUVES DANS L'AIR AMBIANT AU COURS DE LA CAMPAGNE 2013 / 2014	75
	ANNEXE 8 - CONCENTRATIONS EN PESTICIDES DANS L'AIR AMBIANT LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE DU 13 AOUT 2013 AU 13 AOUT 2014.....	77

ANNEXE 9 - NOMBRE DE PESTICIDES DETECTES PAR GRANDE FAMILLE DANS L'AIR A PARIS ET EN ZONE RURALE	81
ANNEXE 10 - PERIODE D'APPLICATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES EN ÎLE-DE-FRANCE PAR TYPE DE CULTURE (SOURCE DRIAF)	82
ANNEXE 11 - VALEURS MAXIMALES MESUREES AU PRINTEMPS 2006 ET 2014 A PARIS ET A BOIS-HERPIN (91) SUR LA BASE DES PESTICIDES RECHERCHES LORS DES DEUX CAMPAGNES	83
ANNEXE 12 - LISTE DES RAPPORTS ETUDIES	84
ANNEXE 13 - COMPARAISON DES CONCENTRATIONS MOYENNES ET MAXIMALES (EN NG/M ³) RELEVÉES ENTRE AOUT 2013 ET AOUT 2014 EN REGION ÎLE-DE-FRANCE, AVEC LES RESULTATS DE CAMPAGNES DE MESURES REALISEES PAR DES AASQAS DANS DES REGIONS LIMITOPHES	85

REMERCIEMENTS

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

L'association remercie également l'ORS (Sabine Host) et le LCSQA (Eva Léoz et Fabrice Marlière), pour leurs expertises techniques, ainsi que la DRIAAF (Bernard Huguet), pour la fourniture de données d'usage permettant une analyse plus approfondie des concentrations observées.

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

DRIAAF Direction Régionale 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 couplé à un spectromètre de masse triple quadripôle.

IARC: International Agency for Research on Cancer

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

InVS : Institut national de Veille Sanitaire

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

LQ : Limite de Quantification

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 :

dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT)

dibromochloropropane (DBCP)

phéncyclidine (PCP)

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.

Nématocides contre les nématodes (vers microscopiques).

1. INTRODUCTION

Le traitement des cultures s'effectue en employant des insecticides, fongicides, herbicides, ... regroupés sous le nom de **pesticides**. Ces produits permettent **de lutter contre les organismes nuisibles** afin, notamment, **d'améliorer la quantité et la qualité des productions agricoles**. 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, ...

Les différents types de pesticides, suite à leur application, se dispersent de manière plus ou moins importante dans l'environnement et notamment dans l'atmosphère. **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 climatiques¹. 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 sites².

Lancé en juin 2006 par l'ANSES³, l'**Observatoire des Résidus des Pesticides**⁴ rassemble et valorise les données expérimentales et sanitaires des pesticides dans l'environnement. Il permet notamment d'organiser l'exploitation des données existantes afin d'estimer l'exposition de la population aux pesticides (PNSE 1, action 36), d'animer un réseau de veille en santé-environnement en appui aux politiques de prévention et précaution (PNSE 1, action 40), d'améliorer les connaissances sur les expositions aux pesticides (phytosanitaires et biocides) (PNSE 2, action 6) et de renforcer le suivi des expositions professionnelles (PNSE 2, action 12). **Si les teneurs en pesticides dans l'air ambiant ne sont pas actuellement réglementées**, à l'inverse des niveaux mesurés dans les eaux destinées à l'alimentation en eau potable et des résidus dans les aliments⁵, l'évaluation des concentrations en pesticides dans l'air ambiant est inscrite dans les axes d'action du plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides 2006-2009, et dans les **Plans nationaux santé-environnement**⁶ successifs (PNSE1 2004-2008, PNSE2 2009-2013, PNSE3 2015-2019). Ces derniers 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 s'ajoute le **plan Ecophyto 2018**⁷ (engagement du Grenelle de l'environnement), mis en place en 2008 et piloté par le Ministère chargé de l'agriculture. Ce plan vise à réduire si possible de 50 % l'usage des produits phytosanitaires en agriculture à l'horizon initial de 2018 (par rapport à 2008).

Dans le cadre de ce plan, l'ORP a été missionné pour coordonner la définition et le renseignement des premiers indicateurs de risques. Ces indicateurs sont destinés à permettre d'évaluer quantitativement la réduction de l'impact des produits phytosanitaires sur les différents compartiments de l'environnement et sur

¹ Hayo M.G. van der Werf, INRA, 1998.

² 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 (veille effectuée jusqu'au 31.12.2014 – Annexe 12).

³ Agence Nationale de Sécurité Sanitaire, de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail.

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

⁵ Les niveaux en pesticides sont normés et contrôlés dans les eaux destinées à l'alimentation en eau potable (directives européennes 98/83/CE et 75/440/CEE) et dans les denrées alimentaires (directives européennes 76/895/CEE, 86/362/CEE, 86/363/CEE et 90/642/CEE et le règlement européen 396/2005).

⁶ Prévu par la loi du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique.

⁷ "L'objectif est, d'une part, de retirer du marché les produits phytopharmaceutiques contenant les quarante substances les plus préoccupantes en fonction de leur substituabilité, trente au plus tard en 2009, dix d'ici fin 2010, et, d'autre part, de diminuer de 50 % d'ici 2012 ceux contenant des substances préoccupantes pour lesquels il n'existe pas de produits ni de pratiques de substitution. De manière générale, l'objectif est de réduire de moitié les usages des produits phytopharmaceutiques en dix ans en accélérant la diffusion de méthodes alternatives sous réserve de leur mise au point."

la santé (axe 1, actions 9 et 10). La conclusion de l'étude Ecophyto R&D de l'INRA⁸ était : « Dans les limites inhérentes à la méthode et aux données utilisées, les travaux montrent qu'une réduction de l'ordre de 30 % du recours aux pesticides à l'échelle nationale serait possible avec des changements de pratiques substantiels, mais sans bouleversement majeur des systèmes de production ». Toutefois, les derniers indicateurs de suivi du plan Ecophyto montrent une augmentation de 5 % entre la période 2009-2011 et 2011-2013. Début 2015, le gouvernement français a annoncé la prochaine mise en place du plan Ecophyto 2, prévoyant la diminution de 50 % de l'usage des pesticides pour 2025, et non plus 2018. Fin octobre 2015⁹, le gouvernement français a présenté les objectifs et les nouvelles échéances associées, à savoir :

- diminution du recours aux produits phytosanitaires de 25 % d'ici 2020, via une optimisation des systèmes de production,
- diminution supplémentaire à l'horizon 2025, via des mutations plus profondes.

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 2010-2014 prolongé sur 2015, Airparif a proposé de réaliser une campagne de mesure des pesticides, objet de ce rapport. Cette étude fait suite à une **première campagne réalisée en 2006**¹⁰ : les mesures réalisées au printemps 2006 sur 5 sites de typologie différente ont montré la présence de ces composés dans l'air ambiant francilien aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain. Cette présence généralisée des pesticides dans l'air s'explique à la fois par leur dispersion liée au transport atmosphérique et par leur utilisation en milieu urbain à des fins non agricoles.

Cette nouvelle campagne a pour objectifs de qualifier et de quantifier les évolutions des concentrations de pesticides dans l'air ambiant et l'éventuelle émergence de nouveaux composés suite aux modifications d'usage. Pour disposer d'informations complémentaires à la précédente étude, la campagne s'est déroulée sur une année entière sur un site urbain et un site rural.

Le rapport *Les pesticides dans l'air francilien, Partie I : Etat des connaissances – Mai 2016* présente l'état des connaissances sur les pesticides en 2015, ainsi que l'utilisation de ces produits en région francilienne.

Dans tout le rapport, afin de faciliter la lecture et la présentation des résultats, les données relatives aux insecticides et aux acaricides ont été regroupées.

⁸ Rapport complet de l'étude Ecophyto R&D, 2010, coordonné par l'INRA (9 tonnes) :

La synthèse du rapport d'étude : Butault J.P., Dedryver C.A., Gary C., Guichard L., Jacquet F., Meynard J.M., Nicot P., Pitrat M., Reau R., Sauphanor B., Savini I., Volay T., 2010. « Ecophyto R&D. Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides ? » (90 p.).

Le rapport de l'Expertise scientifique collective « Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux » (2005) et la synthèse de ce rapport.

⁹ <http://agriculture.gouv.fr/le-gouvernement-presente-la-nouvelle-version-du-plan-ecophyto>

¹⁰ Réalisée avec le soutien financier de la DRASS¹⁰ et des Conseils généraux de Seine-et-Marne et du Val-d'Oise, ainsi que le soutien technique de la DRIAF¹⁰, du SRPV¹⁰ et de la DIREN Ile-de-France¹⁰.

2. MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE DE MESURE

2.1 LOCALISATION DES SITES DE MESURE

L'objectif de l'étude est d'évaluer les concentrations en pesticides dans l'air ambiant francilien et de compléter les enseignements de la précédente étude (2006).

L'Île-de-France est marquée par une population importante, avec des zones urbaines très denses. La région possède aussi un profil agricole marqué avec 48 % de la superficie destinée à cette activité. Par conséquent, les sites instrumentés dans le cadre de cette étude reflètent des typologies contrastées quant à l'utilisation des pesticides et la densité de population à proximité.

L'utilisation générale des pesticides au voisinage des différents sites est indirectement approchée de manière qualitative à partir du type de cultures voisines du site, du degré d'urbanisation et de la présence d'espace verts.

Pour cette campagne, il a été choisi de suivre sur une année l'évolution des niveaux de pesticides observés. Sur deux sites de mesure, choisis parmi ceux précédemment suivis en 2006. Des sites de typologies différentes ont été retenus : l'un de typologie urbaine, l'autre rurale. Le site ayant présenté les teneurs les plus élevées en milieu rural a été choisi, à savoir :

- **Bois-Herpin (91)** en Beauce : site en zone rurale entouré de cultures céréalières

La commune de Bois-Herpin est située au Sud de l'Essonne à 55 km du centre de Paris, sur le plateau de Beauce. La densité de population communale, calculée à partir de l'enquête annuelle de recensement 2012¹¹ est de 20 habitants au km². Le site de mesure est implanté à la station permanente d'AIRPARIF au lieu-dit « le Saut du Loup ».

Sur la commune de Bois-Herpin, l'espace rural (espaces agricoles, forestiers et naturels) représente, d'après l'IAU, 97 % du territoire (98 % en 2006). Cette occupation de l'espace est identique sur les 6 communes limitrophes à Bois-Herpin, avec une part de l'espace rural variant de 97 % à 98 %¹². Le profil agricole de la Beauce se caractérise par de grandes exploitations (« openfield ») céréalières pratiquant en grande majorité la production de blé tendre¹³, 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.

¹¹ Calculé à partir des données INSEE 2012 :

http://www.insee.fr/fr/themes/tableau_local.asp?ref_id=POP&millesime=2012&typgeo=COM&search=91075

¹² Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région d'Ile-de-France, « Fiche Communale, Mode d'occupation du sol (2012) » consultable sur <http://www.iau-idf.fr/>

¹³ D'après Agreste – la statistique agricole « Mémento Ile de France - Résultats 2007 et années antérieures », DRAF et DDAF, 2009. La surface occupée par le blé tendre représente 66 % de la surface dédiée à la culture des céréales en Essonne.

- **Paris 18^{ème}** : site en zone urbanisée dense

Le site de mesure est installé à la station permanente d'AIRPARIF, 7 rue Ferdinand Flocon, dans le 18^{ème} 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 90 % de la superficie du 18^{ème} arrondissement, les 10 % restant sont des espaces ouverts artificialisés (correspondant à des espaces verts urbains, équipements sportifs et de loisirs). Les arrondissements et communes limitrophes du 18^{ème} arrondissement possèdent un taux d'urbanisation proche pour les arrondissements des 9^{ème}, 10^{ème}, 17^{ème} (respectivement 98.7, 94.3, 89.1) mais inférieur pour le 19^{ème} arrondissement et les communes avoisinantes de Seine-Saint-Denis (entre 79.9 et 86.5 %). La densité de population est de 33 740 habitants/km² d'après le recensement de 2012 de l'INSEE. Il s'agit du second arrondissement de Paris le plus dense après le 11^{ème}.

En 2006, le site de Paris Les Halles (1^{er}) était instrumenté. Compte-tenu des travaux de restructuration et de modernisation des Halles de Paris, le site du 18^{ème} arrondissement a été retenu en 2013.

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

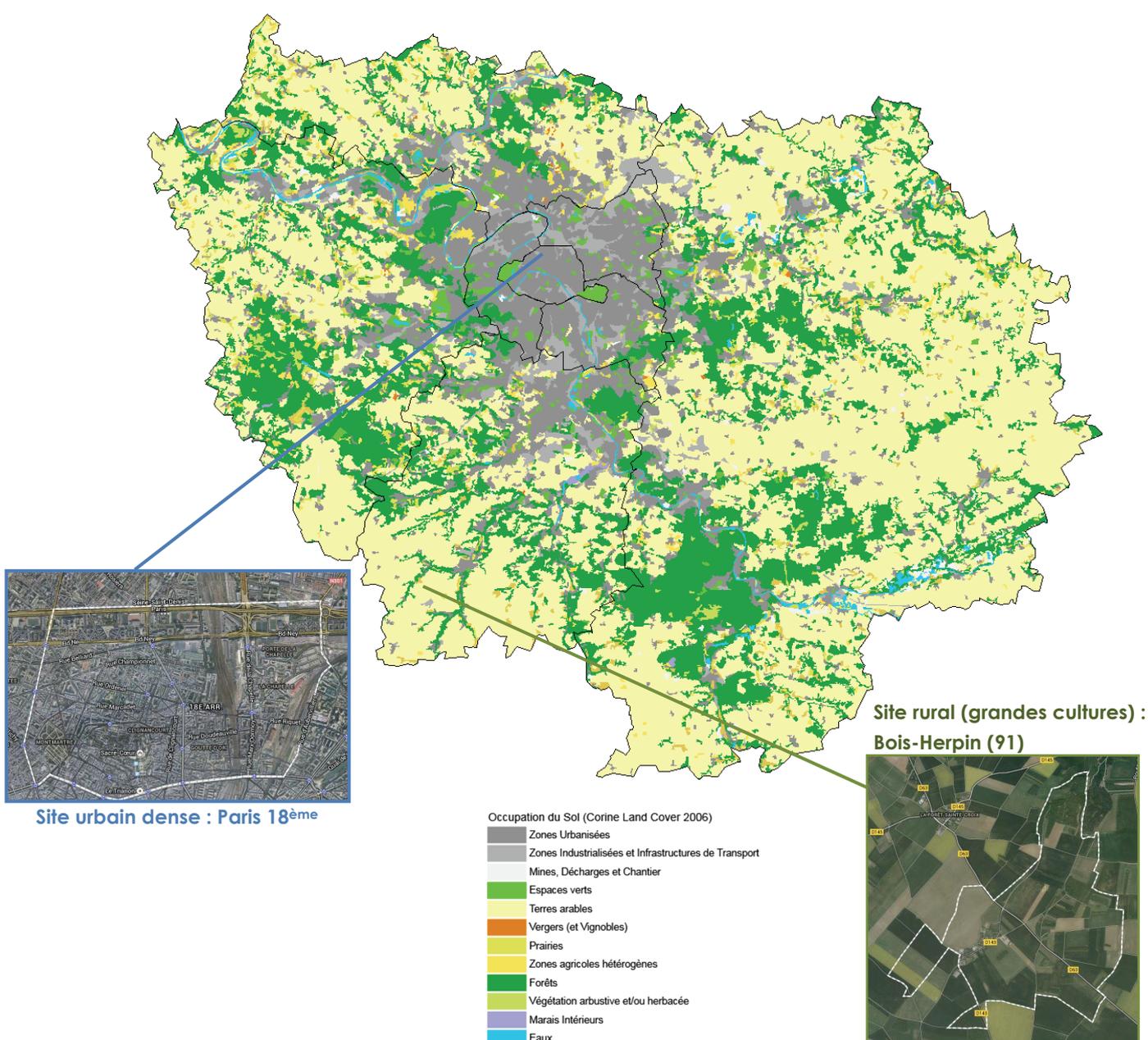


Figure 1 : Occupation du territoire francilien (carte AIRPARIF réalisée à partir des données Corine Land Cover 2006, source IFEN) et communes d'implantation des sites de mesure des pesticides dans l'air ambiant (source IGN et IAU)

2.2 PERIODE DE MESURE

La campagne de mesure s'est déroulée durant **une année, du 12 août 2013 au 13 août 2014**, avec une fréquence d'échantillonnage variable dans l'année, fonction des périodes de traitement. Il y a ainsi eu une densification des mesures au printemps-été, d'avril à septembre, lorsque l'application des pesticides est plus importante et à l'inverse, une diminution des prélèvements le reste de l'année, lorsqu'il y a moins d'applications. Les mesures étaient réalisées en semaine, sur une période de **48 heures** (généralement du lundi au mercredi). Lors de l'intensification des utilisations de pesticides, deux prélèvements de 48h par semaine avaient lieu (lundi au mercredi, puis mercredi à vendredi). Les mesures étaient simultanées sur les deux sites.

Les détails des périodes de mesure sont présentés dans le tableau Figure 2.



Figure 2 : Détails des périodes de prélèvements effectués d'août 2013 à août 2014 simultanément sur les deux sites de mesure

Ces mesures réparties sur l'année sont l'une des particularités de la campagne de 2013/2014. Lors de l'étude exploratoire de 2006, seule la période printanière avait été étudiée. Cette surveillance sur une longue période a été mise en place afin de suivre au mieux les recommandations de l'ANSES, qui recommande un suivi tout au long de l'année¹⁴.

En total, 104 prélèvements ont été réalisés pendant de la campagne. Néanmoins, sur ces 104 prélèvements, 13 prélèvements ont subi des dommages, soit lors du transport (dégradation de l'échantillon, avec notamment tassement de la résine), soit lors du prélèvement (débit de prélèvement insuffisant par exemple). **91 échantillons ont pu être analysés.**

¹⁴ ORP, « Recommandations et perspectives pour une surveillance nationale de la contamination de l'air par les pesticides ; synthèse et recommandations du comité d'orientation et de prospective scientifique de l'observatoire des résidus de pesticides », octobre 2010.

2.3 DISPOSITIF DE MESURE

2.3.1 LA METHODE DE PRELEVEMENT

Les pesticides dans l'air ambiant sont mesurés en réalisant des prélèvements d'air, puis une analyse en laboratoire de ces prélèvements :

- Un échantillonneur (DA 80) aspire l'air ambiant à un débit connu et maîtrisé. Le prélèvement est d'environ 48 heures, assuré avec un débit de 12 m³/h.
- L'air aspiré passe par un filtre en quartz, piégeant les particules (phase particulaire), et un assemblage de mousse et résine qui retient les composés à l'état gazeux. Les résultats fournis cumulent les phases particulaire et gazeuse.

Aucune coupure granulométrique n'est réalisée lors de l'aspiration des particules, permettant ainsi de prélever l'ensemble des particules.

La Figure 3 présente le type d'échantillonneur mis en place sur les sites de mesure.



Préleveur DA 80



Site de Paris 18^{ème}



Site de Bois-Herpin

Figure 3 : Dispositif de prélèvement « DA 80 » utilisé sur les deux sites de mesure de la campagne ; environnement des deux sites de mesure

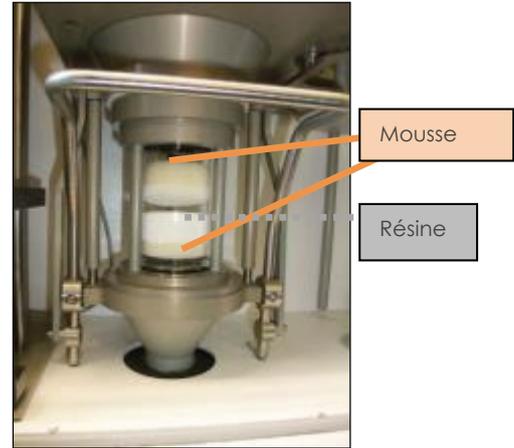
L'assemblage mousse/résine est réalisé sous forme d'un « sandwich » : mousse PUF¹⁵ / résine XAD¹⁵ / mousses PUF. Ces cartouches, ainsi que les filtres quartz piégeant les particules, sont conditionnés par le laboratoire d'analyse (MicroPolluant¹⁶).

¹⁵ Mousse PUF (Polyuréthane Foam) fournie par Tish Environnemental ; Résine XAD2 fournie par Supelco.

¹⁶ Les analyses et la préparation des supports de piégeage sont réalisées par Micropolluant Technologie SA sis 5, impasse des Anciens Hauts Fourneaux ZI Gassion 57 100 Thionville.



Filtre pour le prélèvement
de phase particulaire



Cartouche pour le prélèvement
de phase gazeuse

Figure 4 : Détails du piégeage des pesticides en phase gazeuse

2.3.2 L'ANALYSE

Les supports de piégeage (filtre et cartouche) sont acheminés au laboratoire d'analyse dès la journée suivant la fin du prélèvement ou stockés au maximum 72h avant envoi en express dans des glacières réfrigérées. L'ensemble des supports d'échantillonnage est conservé (avant) après le prélèvement en congélateur fixe ou portatif, à l'abri de la lumière et de l'humidité (conservés dans des sacs isotherme).

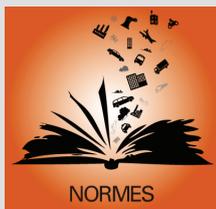
Au laboratoire d'analyse, les supports de prélèvement (filtre et cartouche) subissent une extraction commune, une purification et enfin l'analyse par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (GC_MSD) et par chromatographie liquide haute performance couplée à un spectromètre 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 précis aspiré pour déterminer les concentrations en pesticides dans l'air ambiant. En utilisant ce mode de mesure, des concentrations moyennes sur 48h 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 X43-058 relative au dosage des produits phytosanitaires dans l'air ambiant (prélèvement actif). Pour information, cette norme est en révision par un groupe d'experts.
- les recommandations nationales du LCSQA et des différents travaux menés dans les dernières années en France¹⁷ ¹⁸, notamment l'adaptation des méthodes EPA.

Ce qui avait été réalisé en 2006

Des modifications de prélèvements sont à noter par rapport à la campagne de 2006. Les prélèvements de la précédente campagne avaient été réalisés par préleveur Partisol Plus, préleveur à plus faible volume » (débit de 1 m³/h), pendant une semaine durant le printemps (du 14/03 au 20/06/2006).

Les choix techniques 2013/2014

Les experts préconisent un prélèvement soit « bas volume » sur une semaine (méthode utilisée en 2006) soit « grand volume » sur une période plus courte (utilisée en 2013/14), sans tête de prélèvement type PM₁₀ ou PM_{2.5} sur le préleveur (ce qui a été fait).

Des préleveurs « grand volume » à 12 m³/h pendant 48h ont été retenus pour cette campagne, suite aux travaux du LCSQA¹⁸ sur la problématique des pesticides, qui conseille l'utilisation de DA80, des résines XAD-2 et XAD-4 et des prélèvements de 48h, méthode qui permettrait un meilleur piégeage des pesticides, notamment ceux présentant une volatilité élevée. En effet, l'utilisation de résines XAD4/XAD2, par rapport aux mousses PUF, permettent d'améliorer le taux de récupération, notamment pour la Trifluraline, le Lindane, la Pendiméthaline, le Dichlorvos et le Tébutame. L'abandon du mélange XAD-2/XAD-4 au profit du XAD-2, fait suite à des essais LCSQA, faisant apparaître une perte de charge plus supportable.

Les conséquences en termes de comparaison des résultats

Il est possible que lors de la campagne 2013/2014, des composés non détectés en 2006 le soient, ceci uniquement du fait du changement de méthode de prélèvement et de sa meilleure sensibilité.

¹⁷ Atmo Poitou-Charentes, Mesures des pesticides dans l'air en Poitou-Charentes, campagne 2013 – Mai 2014.

¹⁸ LCSQA - INERIS, Mesure des pesticides dans l'atmosphère, décembre 2000

LCSQA - INERIS, Observation des niveaux de concentration en pesticides dans l'air ambiant, décembre 2009.

2.4 LES PESTICIDES RECHERCHES DANS LE CADRE DE L'ETUDE

La mesure des pesticides dans l'air ambiant s'est développée en France depuis 2000.

Les protocoles analytiques permettant la quantification des pesticides dans l'air se sont développés et le nombre de substances pouvant être recherchées par un laboratoire d'analyse a augmenté ces dernières années. 171 composés sont analysés par le laboratoire choisi en 2013¹⁶.

Les composés et leurs isomères sont recherchés. Par exemple, les résultats du Metolachlore comptabilisent ceux de l'isomère s-Metolachlore, tout comme le Diméthénamide comprend l'isomère p-Diméthénamide.

Certains composés, de par leurs paramètres physico-chimiques, nécessitent des méthodes de prélèvement et d'analyse spécifiques, non couvertes par le champ d'application de la norme (X43-058). Aussi, ils n'ont pas été recherchés pendant cette campagne de mesure. En effet, des composés comme le Mancozèbe et le Fosétyl aluminium demandent une méthode d'analyse spécifique, tout comme les substances minérales (soufre). C'est aussi le cas du glyphosate et de son Métabolyte (AMPA), produit pourtant beaucoup utilisé en France, aussi bien dans le cadre agricole que non-agricole. Sa forte solubilité dans l'eau le rend insensible à l'extraction par solvant organique, contrairement à d'autres pesticides et nécessite la mise en œuvre d'une extraction spécifique et par conséquent d'un prélèvement dédié. Le LCSQA a réalisé des développements métrologiques et des mesures de terrain¹⁹. Ces travaux de développements métrologiques seront proposés aux experts de l'AFNOR afin d'en normaliser la quantification dans l'air ambiant. Les premières mesures, réalisées en bordure de parcelle et lors de traitement indiquent des niveaux inférieurs à 1 ng/m³ avec une certaine rémanence du glyphosate dans l'air²⁰. Des mesures en Nord-Pas de Calais²¹ et en région PACA²², révèlent soit des niveaux largement inférieurs au nanogramme par mètre cube, soit son absence de détection.

Compte-tenu du nombre important de substances actives utilisées en France, des modes de sélection et de hiérarchisation ont été élaborés. Les critères pris en compte reflètent généralement la capacité du produit à se retrouver dans le compartiment atmosphérique, sa toxicité, la quantité utilisée et les cultures présentes dans la zone d'étude.

Différents organismes élaborent des « listes socles » de composés à suivre. Par exemple, le LCSQA sélectionne, dans sa liste socle, 31 composés, utilisés dans le cadre des premiers développements méthodologiques (années 2000). Des associations de surveillance de la qualité de l'air ont mis en place des listes socles définissant les composés à suivre dans le cadre d'une surveillance dans l'air (notamment Lig'Air²³, Atmo Picardie²⁴, Atmo Champagne-Ardenne²⁵).

Lors de cette campagne, il a été vérifié que la liste de composés recherchés comprenait tous ces produits, ainsi que ceux rencontrés lors de la précédente campagne menée en Île-de-France. L'analyse des substances actives concernées par la **problématique « pesticides/abeille »**, à savoir l'Imidaclopride, la Clothianidine, le Thiaméthoxame et le Fipronil, trois molécules de la famille des néonicotinoïdes, a aussi été intégrée. La commission européenne a interdit depuis le 1^{er} décembre 2013 (pendant 2 ans) l'utilisation de ces composés dans le traitement de végétaux attirant les abeilles. Ces insecticides agissent sur le système

¹⁹ Méthodologie de prélèvement et d'analyse du glyphosate dans l'air ambiant, LCSQA, Décembre 2012.

²⁰ LCSQA – Synthèse 2012 – Métrologie des gaz et des particules.

²¹ « Evaluation des pesticides dans les exploitations agricoles, 20 exploitations en région Nord – Pas de Calais, mesures réalisées en 2011 et 2012 » <http://www.atmo-npdc.fr/publications/telechargements/accedez-aux-telechargements/rapport-et-synthese-detude/87-rapport-pesticides-et-exploitations-agricoles/file.html>.

²² « Observatoire des résidus de pesticides en PACA, année 2012 », Octobre 2013.

²³ Lig'Air, « contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre » : Année 2013, février 2014.

²⁴ Etude sur les résidus de produits phytosanitaires dans l'air en Picardie, février 2013.

²⁵ Evaluation des pesticides à proximité des grandes cultures dans la Marne en période de traitement, 2012 ; Evaluation des pesticides à Reims sur l'année 2012.

nerveux central des insectes et sont potentiellement mortelles pour les abeilles (ces molécules sont soupçonnées de provoquer des modifications comportementales dangereuses pour la survie de l'animal : phénomène de désorientation, perte de capacité de mémorisation ou apprentissage...). Plusieurs études scientifiques ont en effet souligné l'impact négatif de cette famille sur les abeilles et bourdons et de nombreux apiculteurs mettent en cause ces molécules pour expliquer le syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles. Le Clothianidine, du Thiamethoxam et de l'Imidaclopride, commercialisées dans des produits tels que Poncho, Gaucho, Cruiser, Cheyenne.

Pour la campagne menée en Île-de-France, 171 composés ont été recherchés dont 161 composés regroupés en trois grandes familles (Figure 5). Les différences catégories sont présentées en détails dans le rapport *Les pesticides dans l'air francilien, Partie I : Etat des connaissances – Mai 2016*.



Figure 5 : Nombre de substances actives recherchées lors de la campagne de mesure 2013/2014 selon trois grandes familles

D'autres composés plus spécifiques sont également recherchés, comme :

Un corvicide (Anthraquinone), un nématicide spécifique (Ethoprophos), des métabolites (7 : DDT, Benomyl, Atrazine) ou des composés utilisés pour différentes fonctions.

La liste des pesticides recherchés dans le cadre de cette campagne de mesure est présentée en Annexe 2.

Parmi les composés recherchés, des **substances actives sont interdites d'utilisation**. Les pesticides concernés sont :

- soit des composés jugés très persistants comme les organochlorés (DDT interdit depuis 1972 et Lindane interdit depuis 1998 en tant que phytosanitaire),
- soit des composés responsables d'une forte contamination des eaux. C'est le cas des produits issus de la famille des Triazines, comme l'Atrazine interdit d'utilisation depuis 2003²⁶.
- soit des composés qui étaient homologués lors de la campagne de 2006 et qui ne le sont plus comme la Trifluraline.

Des détails sur la qualité des mesures sont fournis en Annexe 3.

²⁶ Communiqué de presse du Ministre de l'agriculture et de la Pêche du 18 septembre 2001.

3. LES PESTICIDES RETROUVES DANS L'AIR FRANCILIEN

La présentation des résultats est faite par catégories de pesticides (fongicides, herbicides, insecticides et acaricides) puis par usage (grandes cultures, usages non agricoles).

3.1 LES TYPES DE COMPOSES RETROUVES

Sur l'ensemble des composés recherchés (171), **48 composés ont été détectés dans l'air francilien** sur au moins un des sites de mesure.

La Figure 6 présente pour chaque famille d'usage le nombre de substances actives trouvé au regard du nombre de pesticides recherchés.



Figure 6 : Nombre de pesticides détectés (par rapport au nombre recherché) par catégorie d'usage lors de la campagne de mesure 2013-2014

Les fongicides et les herbicides ont été surveillés de manière importante, avec près de **50 substances actives recherchées pour chaque famille**. Un grand nombre de substances actives de chacune des catégories ont été trouvées dans l'air, à savoir **18 composés soit près de 40 % des composés recherchés** pour ces deux familles.

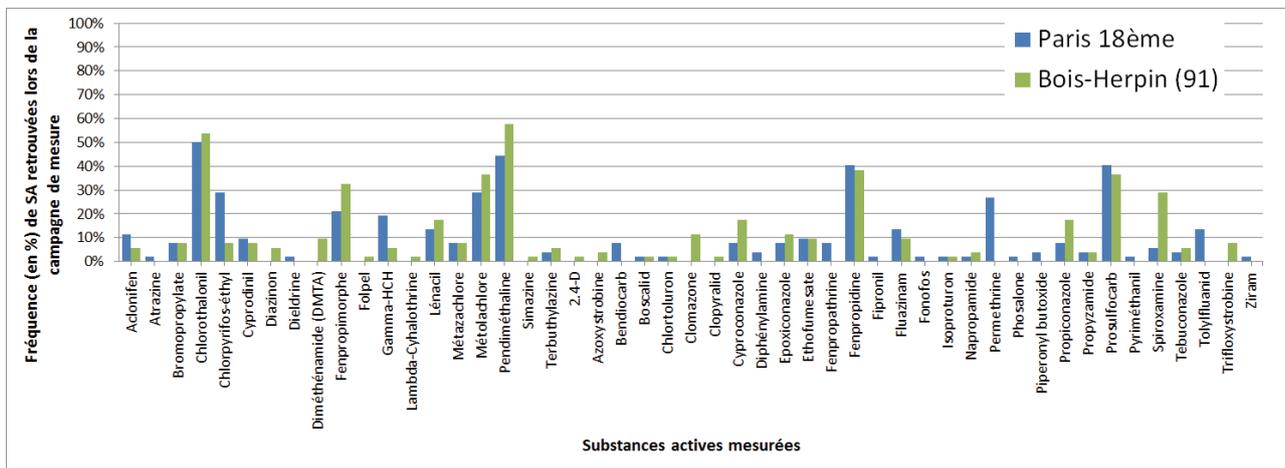
Les substances actives utilisées comme **insecticides ou acaricides** ont été les composés les plus recherchés durant la campagne, avec **65 substances**. 18 % d'entre eux ont été **détectés** au moins à une reprise sur l'un des sites de mesure, soit **12 insecticides ou acaricides**.

Parmi les sept métabolites recherchés lors de la campagne de mesure, aucun prélèvement n'a détecté des teneurs de ces composés au-delà de la limite de détection.

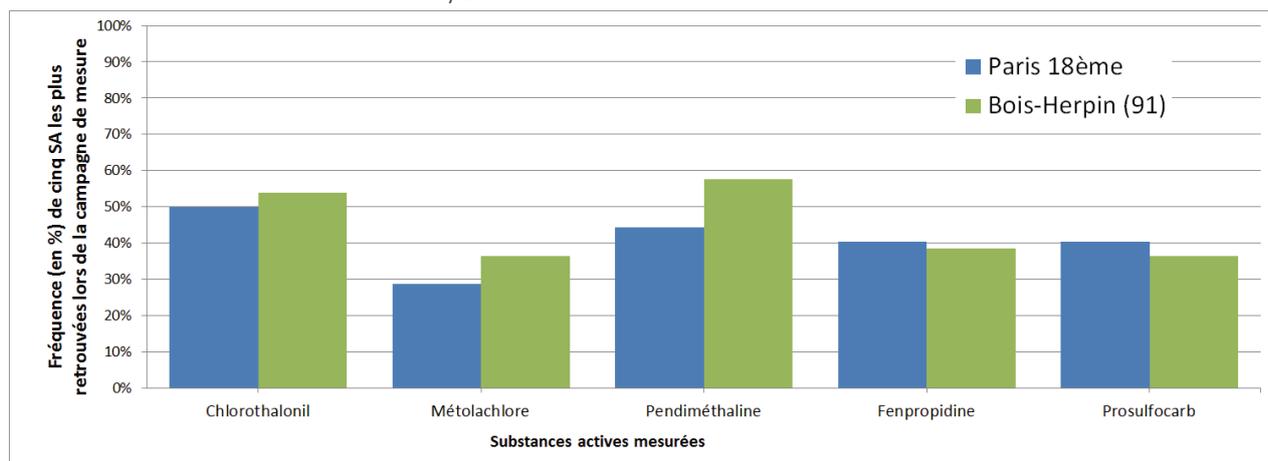
Les pesticides trouvés dans l'air francilien sont essentiellement des fongicides et des herbicides (18 substances pour chaque usage), suivi des insecticides ou acaricides (12 composés).

3.1.1 LES COMPOSES LES PLUS RETROUVES

La Figure 7 présente la fréquence de détection (en %) des différents composés (a) au cours de la campagne (52 séries de mesure au total), 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

Figure 7 : Fréquence (en %) de l'ensemble des substances actives (a) et des cinq retrouvées au cours des 52 séries de mesure de la campagne 2013-2014 selon les sites de mesure

Le pesticide **le plus fréquemment retrouvé** dans l'air ambiant **sur l'ensemble des deux sites** est le **Chlorothalonil (fongicide)**, avec 54 détections (sur 91 filtres analysés au total), avec respectivement 26 détections à Paris et à 28 à Bois-Herpin. C'est le pesticide le plus fréquemment mesuré à Paris avec une détection lors de 55 % du temps des mesures.

A Bois-Herpin, c'est un herbicide, le **Pendiméthaline**, qui a été le plus fréquemment retrouvé dans l'air ambiant, à 30 reprises, soit 68 % des détections. Cet herbicide a également été détecté à de nombreuses reprises à Paris 18^{ème} (44 % du temps, soit 23 détections).

Le fongicide **Fenpropidine** et l'herbicide **Prosulfocarb** ont également été détectés dans l'air à de nombreuses reprises sur les deux sites instrumentés. Ces composés sont retrouvés une vingtaine de fois au cours de la campagne sur chaque site, soit environ 40 % du temps.

Enfin, l'herbicide **Métolachlore**, est le cinquième composé le plus détectés en Île-de-France aussi bien à Paris qu'en zone rurale de Bois-Herpin. Toutefois, celui-ci est plus fréquemment détecté à Bois-Herpin avec 37 % du temps contre 29 % à Paris, soit cinq détections de moins au sein de la capitale.

L'Annexe 4 présente la fréquence de détection de tous les composés trouvés dans l'air lors de la campagne 2013/2014 et l'Annexe 5 eux recherchés mais non trouvés.

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 mesure dont la typologie est caractérisée par un environnement rural (Bois-Herpin) ou au contraire urbain dense (Paris 18^{ème}).

La Figure 8 illustre le nombre de substances actives retrouvées sur les deux sites instrumentés selon les familles d'usages tout au long de l'année (hors adjuvant). Au total, 38 éléments ont été détectés à Paris, contre 36 pour le site rural.

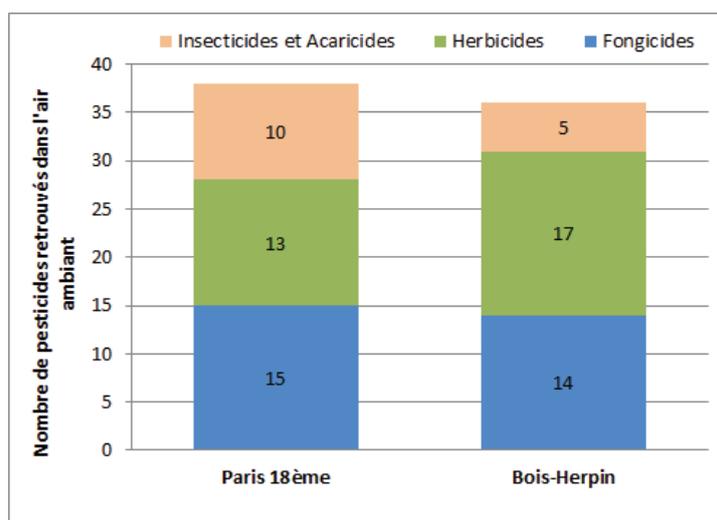


Figure 8 : Nombre de pesticides retrouvés (hors adjuvant) dans l'air ambiant à Paris 18^{ème} et à Bois-Herpin par catégorie d'usage lors de l'ensemble de la campagne de mesure 2013-2014

Si le nombre de fongicides retrouvés dans l'air est pratiquement équivalent d'un site à l'autre, le site de Bois-Herpin présente un nombre d'herbicides détectés dans l'air plus important qu'à Paris. A Bois-Herpin, 17 herbicides ont été détectés au cours de l'année de mesure contre 13 à Paris.

A Paris, plus de substances actives utilisées contre les insectes et les acariens ont été détectées au cours de l'année de mesure. C'est ainsi deux fois plus de composés retrouvés dans l'air parisien au regard des 5 détections en milieu rural.

Plus d'herbicides ont été trouvés en zone rurale qu'en zone urbaine, mais plus d'insecticides et d'acaricides ont été trouvés à Paris.

Ce résultat est à mettre en lien avec les usages, plus diversifiés en ville qu'à la campagne (voir § 3.2).

3.1.3 CERTAINS COMPOSES DETECTES SPECIFIQUEMENT SUR L'UN DES DEUX SITES

La Figure 9 illustre les substances actives trouvées sur les sites de Paris 18^{ème} et de Bois-Herpin lors de la campagne de mesure 2013/2014.

26 pesticides ont été retrouvés à la fois sur le site de Paris 18^{ème} et de Bois-Herpin. Les 23 autres pesticides ont été trouvés uniquement sur l'un des deux sites. Au total, au sein de la Capitale, 38 pesticides ont été détectés contre 36 sur le site rural.

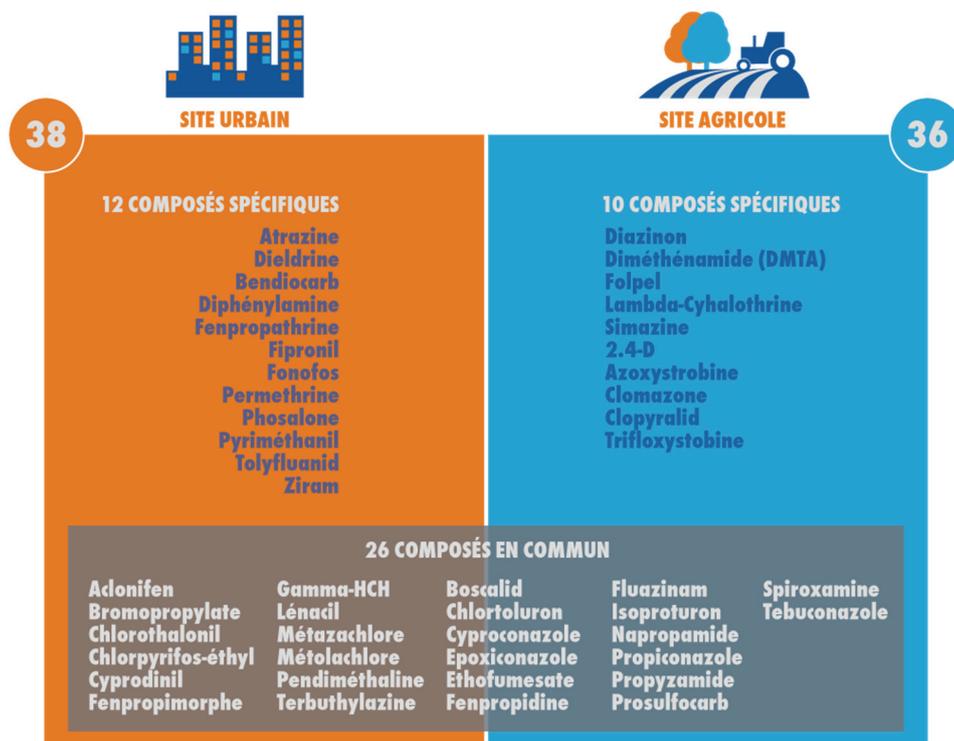


Figure 9 : Liste des composés détectés uniquement sur le site de Paris 18^{ème}, de Bois-Herpin (91), et liste des composés détectés sur les 2 sites

Le Tableau 1 présente la fréquence des composés uniquement détectés à Paris 18^{ème} et à Bois-Herpin sur la période des 52 séries de mesure réalisées au cours de la campagne 2013/2014.

Famille	Composés	Paris 18 ^{ème} Nombre de série	Famille	Composés	Bois-Heprin (91) Nombre de série
Herbicide	Atrazine	1	Herbicide	2,4-D	1
Insecticide+Acaricide	Bendiocarb	4		Clomazone	6
	Dieldrine	1		Clopyralid	1
	Fenpropathrine	4		Diméthénamide (DMTA)	5
	Fipronil	1		Simazine	1
	Fonofos	1		Insecticide+Acaricide	Diazinon
	Permethrine	14	Lambda-Cyhalothrine		1
	Phosalone	1	Fongicide	Azoxystobine	2
Diphénylamine	2	Folpel		1	
Pyriméthanil	1	Trifloxystrobine		4	
Tolyfluanid	7				
Ziram	1				

(a) Paris 18^{ème}

(b) Bois-Herpin (91)

Tableau 1 : Pesticides détectés uniquement sur l'un des sites de mesure lors de la campagne 2013-2014

A Paris, **sept insecticides/acaricides et quatre fongicides ont été trouvés spécifiquement au sein de la Capitale**. Parmi les pesticides détectés uniquement à Paris, sept pesticides n'ont été détectés qu'à une seule reprise, dont 3 substances (Ziram, Pyriméthanil et Phosalone) seulement sous forme de traces, autrement dit à des teneurs supérieures à la limite de détection (LD) mais inférieures à la limite de quantification (LQ).

Les deux substances les plus détectées uniquement à Paris sont :

- La **Permethrine** (insecticide et acaricide), mesuré lors de 14 séries de mesure sur le site parisien. Précisons que cette substance est utilisée aussi bien en tant qu'insecticide, acaricide et biocide²⁷.
- Le **Tolyfluanid** (fongicide), spécificité du site de Paris 18^{ème}. Celui-ci est mesuré à 7 reprises mais n'est pas retrouvé à Bois-Herpin.

A l'inverse le site rural de Bois-Herpin présente **majoritairement une détection d'herbicides spécifiques**, au nombre de 5, puis des fongicides (3) et insecticides (2). 5 pesticides n'ont été détectés qu'une seule fois, dont le Clopyralid (herbicides), uniquement sous forme de traces.

Les deux herbicides les plus détectés uniquement sur le site rural sont le **Diméthénamide** (5 séries) et le **Clomazone** (6 séries). Le fongicide **Trifloxystrobine** est présent à quatre reprises dans l'air ambiant du site de Bois-Herpin alors qu'il n'est pas détecté à Paris 18^{ème}.

3.2 RESULTATS PAR USAGE

Les pesticides sont utilisés en fonction des conditions météorologiques pour garantir une 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 puis le lien entre la santé des végétaux et l'utilisation des pesticides. 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. Les principaux facteurs d'influence sont : la température, l'humidité, les vents.

En effet, la pression parasitaire exercée sur les cultures dépend notamment de la **température** et du degré d'**humidité** : 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 et les précipitations joueront un rôle sur la dégradation des produits phytosanitaires dans l'atmosphère.

²⁷ http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/33082.

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 attaques de champignons.

Les paramètres météorologiques observés pendant la campagne de mesure sont présentées en Annexe 5

3.2.2 L'UTILISATION DES PESTICIDES SELON LA SANTE DES VEGETAUX

L'utilisation de pesticides est liée en partie aux apparitions des maladies (champignons) et des insectes nuisibles touchant les cultures. Ce constat est également vrai au sein des zones non agricoles (ZNA) sur lesquels des traitements peuvent être effectués afin de protéger par exemple les espaces verts.

Afin de recouper les besoins d'utilisation et les usages avec les pesticides détectés dans l'air, les Bulletins de santé du végétal²⁸ (BSV) d'Île-de-France et les Bilans sanitaires 2014 d'Île-de-France dressés dans le cadre de la protection des végétaux Île-de-France, consacrés aux filières des grandes cultures et aux filières spécialisées, ont été utilisés.

3.2.2.1 Cas des cultures dominantes en Île-de-France.

Les conditions météorologiques rencontrées au cours de la campagne de mesure jouent un rôle important dans l'apparition de maladies et des nuisibles. Elles ont été plutôt humides lors de la période de mesure (voir Annexe 5), avec notamment au printemps 2014 des quantités de précipitation et un taux d'humidité les plus forts observés sur l'historique des 5 dernières années. Ces conditions météorologiques particulièrement humides ont favorisé le développement de maladies sur les grandes cultures telles que :

- La rouille jaune, la septoriose et la fusariose des épis sur les cultures de blé tendre,
- La rouille, la ramulariose et la cercosporiose (maladies foliaires) sur la culture de betteraves,
- Le mildiou de la pomme de terre.

L'utilisation des pesticides est à mettre en parallèle du développement de ces maladies favorisées par les conditions météorologiques, comme cela est le cas pour la rouille jaune du blé tendre avec une maladie qui est présente et a progressé sur l'ensemble de la région (principalement sur des variétés sensibles) à partir de début avril 2014²⁹. Les premiers symptômes de la fusariose des épis commencent à être observés sur épis en juin 2014³⁰. Ainsi les traitements fongiques sur le blé tendre, culture représentant plus de 40 % de la SAU régionale, peuvent perdurer plusieurs mois et s'étaler essentiellement entre avril et juin.

Afin de traiter ces maladies, de nombreuses substances actives peuvent être utilisées. Par exemple, les fongicides permettant de lutter contre les maladies telle que la rouille jaune, dont la pression sont nombreux et ont été retrouvés dans l'air essentiellement à partir du mois d'avril, à savoir : Azoxystrobine, Propiconazole, Epoxiconazole, Boscalid, Chlorothalonil, Cyproconazole, Fenpropimorphe, Tebuconazole, Spiroxamine.

Parmi ces pesticides, certains sont également utilisés pour la lutte contre la fusariose des épis (Azoxystrobine, Cyproconazole, Epoxiconazole, Chlorothalonil, Tebuconazole) ou encore la septoriose (Azoxystrobine, Chlorothalonil, Boscalid, Epoxiconazole, Propiconazole, Cyproconazole, Tebuconazole).

L'humidité et les précipitations ont également un impact sur le développement des ravageurs comme cela a pu être le cas pour les cécidomyies oranges sur le blé tendre. Les larves de cette mouche, qui se développent dans les fleurs, s'alimentent des grains en formation, causant une baisse de rendement. Mais cette fois, les conséquences météorologiques rencontrées (pluie et vent) jouent un rôle défavorable à leurs développements. Les substances actives pouvant être utilisées pour lutter contre les cécidomyies n'ont pas

²⁸ <http://www.driaaf.ile-de-france.agriculture.gouv.fr/Bulletin-de-sante-du-vegetal>

²⁹ Bulletin de santé du végétal – Ile-de-France n°8 du 1er avril 2014.

³⁰ Bulletin de santé du végétal – Ile-de-France n°19 du 17 juin 2014.

été détectées. Les insecticides Thiaclopride et Deltaméthrine, recherchés lors de la campagne de mesure, n'ont pas été détectés dans l'air ambiant à Paris 18^{ème} ni à Bois-Herpin.

A l'inverse, la culture de la pomme de terre a été touchée par le mildiou du fait des conditions météorologiques (précipitations) propices au développement de la maladie (humidité forte essentiellement aux mois d'août 2013 et de juillet - août 2014). Afin de lutter contre le mildiou de la pomme de terre, le fongicide Chlorothalonil, utilisé pour lutter contre de nombreuses maladies sur d'autres cultures, et le Fluazinam sont utilisés. Ce dernier a été mesuré dans l'air à Paris et Bois-Herpin lors des deux périodes où la maladie s'est développée, comme illustré en Annexe 7.

Le fongicide **Chlorothalonil** peut être utilisé sur une longue période puisque cette substance active est préconisée pour la lutte de nombreuses maladies et sur différentes variétés :

- Rouille jaune du blé à partir d'avril,
- Fusariose des épis observés en juin sur le blé tendre,
- Mildiou de la pomme de terre en juillet et août.

Le Chlorothalonil est ainsi détecté à Paris et à Bois-Herpin, où les teneurs sont plus élevées, principalement entre avril et juillet 2014 (Annexe 6)

Le développement des maladies au regard des conditions météorologiques (précipitations, humidité, vitesse de vent) et engendre des traitements par des pesticides afin d'enrayer ou de limiter le développement de celles-ci. Ces usages entraînent la présence de ces produits phytosanitaires dans l'air ambiant.

3.2.2.2 En zones non agricoles

Pour les Zones non agricoles (ZNA), des bulletins de santé du végétal sont également édités afin de prendre en compte les évolutions de maladies sur les végétaux des espaces verts par exemple.

Des maladies spécifiques à certaines espèces ont été particulièrement importantes lors de la campagne. Le cas des rosiers est pris comme exemple ici.

La maladie du mildiou a été présente dans toute la région en fin de saison 2014. Afin de lutter contre cette maladie du rosier, le fongicide Diméthomorphe peut être utilisé. Ce composé a été recherché mais non détecté durant la campagne de mesure 2013-2014, aussi bien à Paris qu'en zone rurale.

Compte-tenu des conditions météorologiques plutôt humides, les maladies de la rouille et des taches noires sur les rosiers ont également été observées, mais de manière plus ponctuelle. Les fongicides (Acétamipride, Triticonazole, Difénoconazole et Myclobutanil), permettant de combattre ces maladies sur les rosiers, n'ont pas été détectés dans l'air lors de la campagne de mesure.

De même, les composés permettant de lutter contre l'oïdium du rosier, maladie observée de manière généralisée en Île-de-France, n'ont pas été détectés dans l'air lors de la campagne de mesure (Bupirimate, Krésoxim-méthyl, Myclobutanil, en plus des composés précités).

Seul le Propiconazole, pouvant être utilisés contre ces maladies, a été détecté mais ce composé est également utilisé comme fongicide sur les grandes cultures céréalières. L'essentiel des détections a été relevé sur le site de Bois-Herpin.

Outre les maladies, les ravageurs sont également présents de manière importante, notamment sur les buis (*Diaphania perspectalis*, appelé pyrale du buis) et les platanes (*Corythucha ciliata*, appelé tigre du platane). Afin de lutter contre les pyrales du buis, les composés Lambda-Cyhalothrine et Bifenthrine peuvent être utilisés. La Bifenthrine n'a pas été détectée dans l'air lors de la campagne de mesure et la Lambda-Cyhalothrine (insecticide pouvant être utilisé contre de nombreux insectes sur de multiples cultures) n'a été détecté qu'à une seule reprise en zone rurale.

Le Tau-fluvalinate, utilisé contre les attaques de tigres du platane (observées de manière très hétérogène et très importante sur certains sites tout au long de la saison) n'a pas non plus été détecté au cours de la campagne.

Que ce soit en zones non agricoles ou en zone agricole, il est important de rappeler que les produits phytosanitaires dont il est question ici sont ceux **recherchés dans l'air dans le cadre de cette étude**. Il n'est pas impossible que certains composés, non étudiés ici, présentent un cas particulier.

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 (DRIAF) 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.

Le Tableau 2 présente la répartition des pesticides retrouvés dans l'air ambiant francilien lors de cette campagne de mesure suivant les types d'utilisation :

- Cultures dominantes au site de Bois-Herpin, à savoir : blé, orge, colza, maïs, betteraves ;
- Zone non-agricole pour le site de Paris. Les produits utilisés sur certains arbres fruitiers, pommiers ont été retenus.

Composés utilisés essentiellement sur des cultures dominantes en Ile-de-France (ex. : sur le site de Bois-Herpin)	Composés à usage mixte	Composés utilisés essentiellement pour des activités non-agricoles (ex. : sur le site de Paris)
Boscalid (F)	Azoxystrobine (F)	2.4-D (H)
Chlortoluron (H)	Chlorothalonil (F)	Clopyralid (H)
Clomazone (H)	Chlorpyrifos-éthyl (I)	Pyriméthanil (F)
Cyproconazole (F)	Cyprodinil (F)	Trifloxystrobine (F)
Diméthénamide (DMTA) (H)	Propiconazole (F)	Piperonyl butoxide (Adjuvant)
Epoconazole (F)	Tebuconazole (F)	Ziram (F)
Ethofumesate (H)		
Fenpropidine (F)		
Fenpropimorphe (F)		
Isoproturon (H)		
Lambda-Cyhalothrine (I)		
Lénacil (H)		
Métazachlore (H)		
Métolachlore (H)		
Napropamide (H)		
Pendiméthaline (H)		
Propyzamide (H)		
Prosulfocarb (H)		
Spiroxamine (F)		

H : Herbicide, F : Fongicide, I : Insecticide

Tableau 2 : Pesticides retrouvés dans l'air ambiant francilien lors de la campagne 2013/2014, classés par usage

3.2.3.1 Les produits utilisés sur les cultures dominantes

Sur les 49 pesticides retrouvés dans l'air ambiant, la majorité (25) 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. Elles sont aussi présentes dans les zones limitrophes de l'Île-de-France, notamment en Beauce (région Centre), à proximité du site de Bois-Herpin.

Parmi les 25 composés utilisés sur les cultures dominantes retrouvés sur le site rural, 12 sont des herbicides, 11 sont des fongicides et deux insecticides. Ils sont utilisés sur le blé, l'orge, le maïs, les pois, le colza, le tournesol, les féveroles et les betteraves.

Un croisement des produits détectés peut également être réalisé avec l'utilisation agricole des produits dans la région. En effet, parmi la liste des pesticides recherchés et trouvés dans le cadre de l'étude (Tableau 3), de nombreux composés sont en lien avec le profil agricole francilien. Leur utilisation est présentée dans le tableau suivant.

Pesticides	Céréales	Oléagineux	Protéagineux	Horticulture	Maraîchage	Cultures Fruitières	Autre
Aclonifen			X				
Atrazine	X						
Azoxystrobine	X	X	X		X		
Bendiocarb							horticulture, en culture fruitière et en culture ornementale, riz, coton
Boscalid		X	X		X		
Bromopropylate							Vigne, fruiticulture, légumes
Chlorothalonil	X		X				
Chlorpyrifos-éthyl						X	
Chlortoluron	X						
Clomazone			X		X		
Clopyralid	X	X	X				
Cyproconazole	X		X				
Cyprodinil	X					X	
Diazinon			X	X		X	
Dieldrine							Protection des charpentes
Diméthénamide (DMTA)	X						
Diphénylamine						X	
Epoxiconazole	X		X				
Ethofumesate			X		X		
Fenpropathrine							Noix, agrumes, coton
Fenpropidine	X						
Fenpropimorphe	X	X	X				
Fipronil	X						
Fluazinam			X				
Folpel			X			X	
Fonofos	X						
Gamma-HCH	X	X	X			X	
Isoproturon							
Lambda-Cyhalothrine	X	X	X		X	X	
Lénacil			X				
Métazachlore		X			X		
Métolachlore	X						
Napropamide							Prunier, choux, mache
Pendiméthaline	X		X		X		
Permethrine	X						
Phosalone						X	
Piperonyl butoxide							pelouse, plantes ornementales
Propiconazole	X						
Propyzamide		X	X		X	X	
Prosulfocarb	X		X				
Pyriméthanil			X			X	
Simazine	X						
Spiroxamine	X						
Tebuconazole	X	X	X			X	
Terbuthylazine							Vigne
Tolyfluanid						X	
Trifloxystrobine	X					X	
Ziram						X	
2.4-D	X					X	
Nombre de composés détectés	25	9	21	1	8	15	

Tableau 3 : Liste des pesticides recherchés et trouvés lors de la campagne de mesure selon leurs usages en agriculture en région francilienne

Un nombre important des pesticides destinés aux traitements des céréales peuvent être employés pour le blé : 18 (72 %). Ce résultat est en accord avec l'environnement du site de Bois-Herpin (situé dans la Beauce francilienne, productrice de céréales).

Les autres cultures présentes en Île-de-France sont aussi représentées, puisque 21 des produits trouvés sont utilisés sur la culture des protéagineux (dont 12 pour le pois), 9 produits sont utilisés pour les oléagineux et 8 pour le maraîchage.

3.2.3.2 Les composés liés à des activités non-agricoles

Parmi les composés suivis, six sont utilisés en Île-de-France spécifiquement pour des activités non-agricoles : 3 fongicides, 2 herbicides et un adjuvant. Ces composés sont employés pour le traitement des arbres et arbustes d'ornement, également des cultures florales, notamment les rosiers, et pour l'entretien des gazons, aussi bien chez les particuliers que dans les espaces verts.

S'ajoutent six composés également utilisés pour les cultures dominantes : cinq fongicides et un insecticide.

3.2.3.3 Les composés interdits d'utilisation

Parmi les composés retrouvés dans l'air ambiant francilien, **15 produits phytosanitaires sont interdits 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**³¹. La liste de ces substances actives est présentée dans le Tableau 4 (état du 04/12/2014).

Pour le cas des isomères (*composé identique par la composition élémentaire, mais qui diffère par la disposition des atomes*), l'un des isomères peut être interdit, et l'autre autorisé. Toutefois, ils ne peuvent être distingués lors de l'analyse. C'est notamment le cas du Metolachlore (interdit), pour lequel l'isomère le S-Metolachlore est autorisé.

Pesticides	Retrait en tant que produit phytosanitaire : année	Utilisation en biocide		
		Non	oui	
			autorisé	retrait
Atrazine	2003	X		
Bendiocarb	2003		X ³²	
Bromopropylate	2003	X		
Diazinon	2008			X (03/2013)
Dieldrine	1972	X		
Diphénylamine	2011	X		
Fenprothrin	2003	X		
Fipronil	2013		X	
Fonofos	2003	X		
Lindane (Gamma-HCH)	1998 ^{33, 34}			X (2007)
Permethrine	2000		X	
Phosalone	2006			X (06/2007)
Simazine	2003	X		
Terbutylazine	2003	X		
Tolyfluanid	2007		X	

Tableau 4 : Liste des pesticides interdits trouvés lors de la campagne de mesure

³¹ Source : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/produits-biocides-30381961/>

³² Autorisé mais soumis à des restrictions depuis le 01/02/2014.

³³ J.O. du 15.02.97, p. 2635. NOR : AGRG9700286V

³⁴ Décision 200/801/CE du 20 décembre 2000 et Nations Unies Conseil Economique et Social : Nouvelle évaluation des polluants organiques persistants, juillet 2002

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

La Figure 10 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.

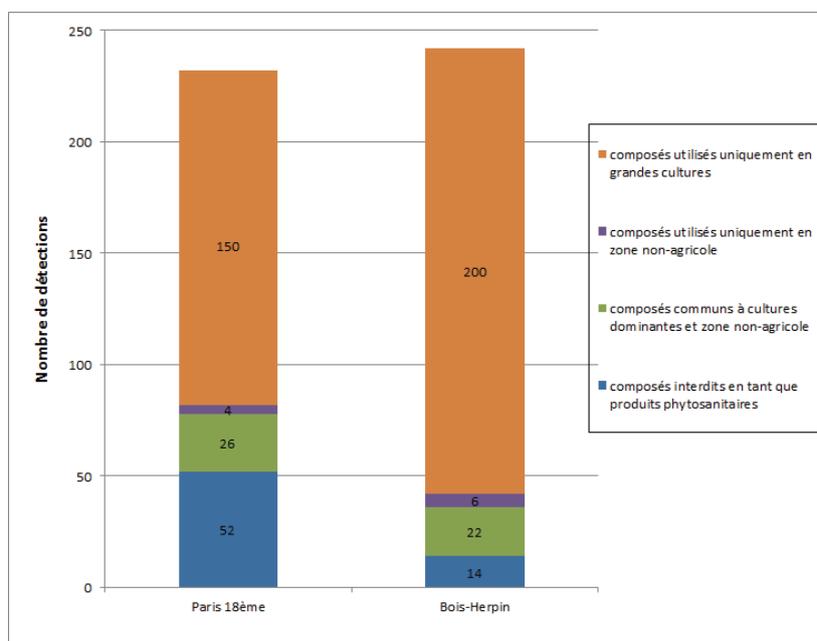


Figure 10 : Répartition des quantifications en pesticides retrouvés dans l'air ambiant francilien selon les types de composés

C'est sur le site de Bois-Herpin que le plus grand nombre de pesticides est retrouvé lors de la campagne (242 détections, contre 232 à Paris 18ème).

Sur ce site, les composés spécifiquement utilisés en grandes cultures sont majoritaires, avec plus de 82 % des détections. Viennent ensuite les composés communs aux grandes cultures et à ceux utilisés en zones non-agricoles (9 %, avec 22 détections), puis les composés interdits d'utilisation (14 détections, soit 6 %). Les composés spécifiques aux zones non-agricoles s'élèvent à 6 détections, soit en nombre plus important que sur le site de Paris (4 détections).

Sur le site parisien, la répartition est légèrement différente. Le nombre de composés spécifiquement utilisés en grandes cultures est majoritaire, avec 150 détections (soit 64 % des détections sur ce site), suivi des composés interdits (52 détections, soit 22 %) puis les composés communs aux grandes cultures et aux utilisations en zones non-agricoles (11 %, avec 26 détections) et enfin les composés spécifiques aux zones non-agricoles (4 détections).

Ainsi :

- **les composés utilisés pour des cultures dominantes en Île-de-France, produits les plus souvent rencontrés, sont quantifiés de façon importante sur les deux sites, avec une fréquence plus importante sur le site avec un profil agricole ;**
- **les composés liés à des activités non-agricoles sont plus souvent retrouvés en milieu urbain qu'en zone rurale, même si l'écart entre les deux sites est faible ;**
- **les composés interdits sont retrouvés de façon plus fréquente sur le site parisien.**

- **Enfin, aucun des trois composés potentiellement responsables du déclin des colonies d'abeilles (Clothianidine, Thiamethoxam et Imidaclopride) n'a été retrouvé dans les analyses.**

4. CONCENTRATIONS MESUREES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE 2013/2014

4.1 DES TENEURS PLUS ELEVEES EN MILIEU RURAL

La Figure 11 présente la distribution des teneurs de pesticides relevées sur les deux sites durant la période de mesure d'août 2013 à août 2014.

Cette distribution des concentrations est réalisée selon trois classes : les concentrations inférieures ou égales à 0.2 ng/m³, celles comprises entre 0.2 à 1 ng/m³ et celles supérieures à 1 ng/m³.

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 mesure.

Les concentrations par site, par série de mesure et par composé sont disponibles en Annexe 8.

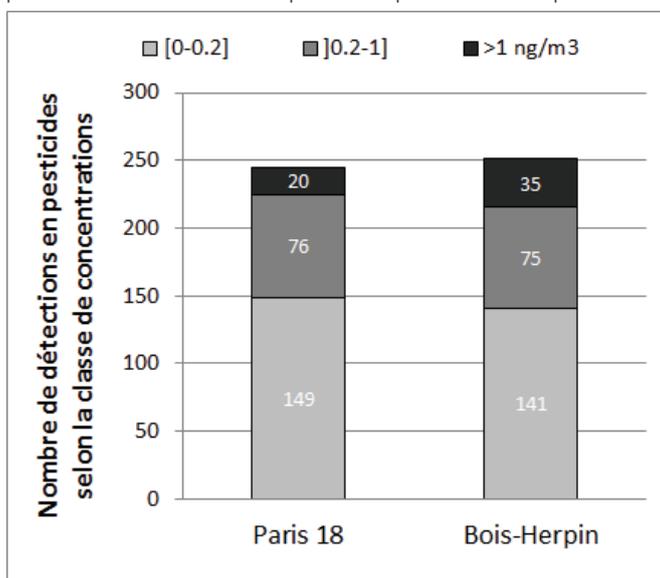


Figure 11 : Distribution des concentrations en pesticides suivant trois classes mesurées lors de la campagne de mesure entre août 2013 et août 2014 à Paris 18^{ème} et Bois-Herpin (91)

Plus de la moitié des teneurs de pesticides à Paris et à Bois-Herpin sont inférieures à 0.2 ng/m³, avec respectivement 56 % et 61 % des valeurs détectées.

Le nombre de pesticides dont les concentrations sont comprises entre 0.2 et 1 ng/m³ est identique sur les deux sites de mesure avec 30 % des valeurs mesurées. Concernant les teneurs supérieures à 1 ng/m³, le site de mesure instrumenté en milieu rural présente 35 teneurs supérieures à ce seuil, contre seulement 20 à Paris. Cela représente 8 % des teneurs détectées lors de la campagne à Paris et 14 % de celles de Bois-Herpin.

Au-delà de cette simple classification de l'ensemble des teneurs de pesticides détectées lors de la campagne sur les deux sites de mesure, 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 DES TENEURS FAIBLES POUR LES INSECTICIDES, MOYENNES POUR LES HERBICIDES, ET PLUTOT ELEVEES POUR LES FONGICIDES

4.2.1.1 Zoom sur les insecticides et acaricides

Afin d'illustrer la distribution des niveaux d'insecticides et d'acaricides détectés dans l'air lors de la campagne de mesure, la Figure 12 présente le nombre de données selon trois classes de concentrations, à Paris 18^{ème} et Bois-Herpin.

Les teneurs d'insecticides et d'acaricides font apparaitre de faibles teneurs sur les deux sites de mesure, aucune teneur supérieure à 1 ng/m³ n'a été rencontrée lors de la campagne.

Si en situation rurale seulement deux teneurs détectées sont supérieures à 0.2 ng/m³, le site parisien présente de nombreuses concentrations d'insecticides et d'acaricides supérieures à ce seuil. Plus d'un tiers des données (soit 19 valeurs) détectées à Paris 18^{ème} sont comprises entre 0.2 et 1 ng/m³.

Le site parisien affiche ainsi une spécificité par rapport au site rural de Bois-Herpin, avec à la fois un nombre de détection et des teneurs d'insecticides et d'acaricides plus élevés.

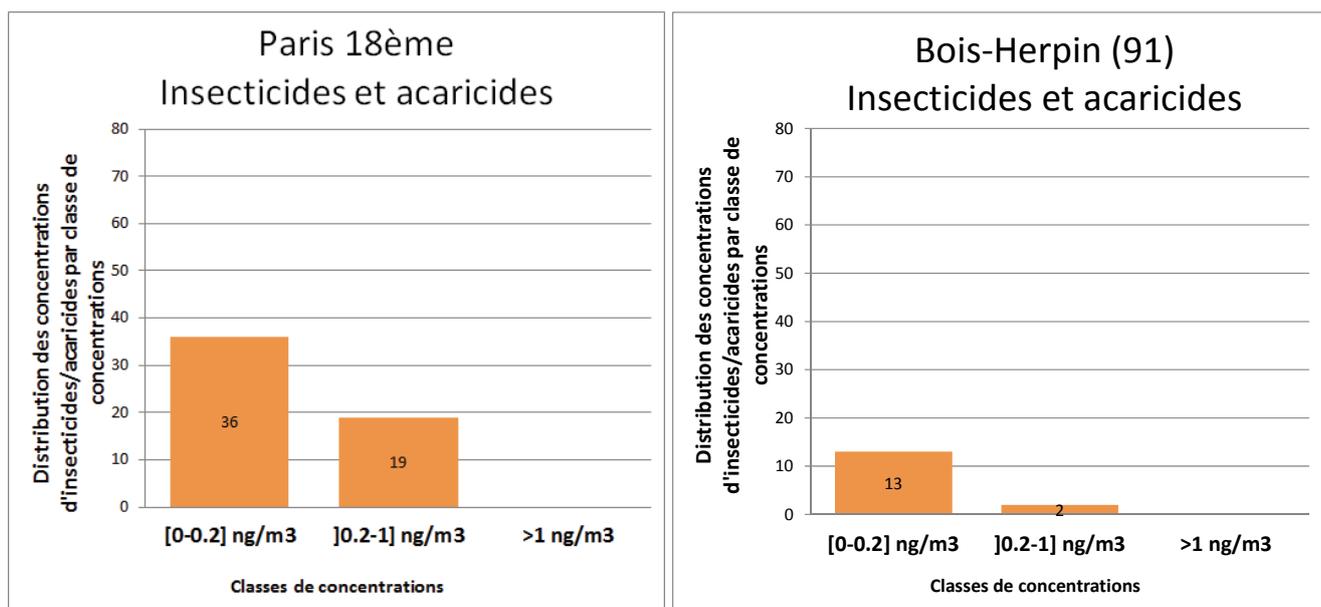


Figure 12 : Distribution des concentrations d'insecticides et d'acaricides par classes, mesurées lors de la campagne d'août 2013 à août 2014 à Paris 18^{ème} et Bois-Herpin (91)

Un zoom sur les teneurs des substances actives de la famille des insecticides et acaricides est réalisé à la Figure 13. Sur le site rural de Bois-Herpin seul la **Lambda-Cyhalothrine** et le **Bromopropylate** ont été détectés à une concentration supérieure à 0.2 ng/m³. Ce dernier a également été mesuré à Paris mais sans toutefois atteindre des niveaux supérieurs à 0.2 ng/m³. Au sein de la Capitale, le **Chlorpyrifos-éthyl** présente les teneurs les plus souvent comprises entre 0.2 et 1 ng/m³. Les deux-tiers des détections de cette substance active sont dans cette gamme de concentrations. De la même manière, lorsque le **Gamma-HCH (ou Lindane)** a été détecté dans l'air parisien, les niveaux ont été le plus souvent supérieurs à 0.2 ng/m³. Même si le **Bendiocarb** a été détecté de manière moins récurrente, il présente deux valeurs parmi les plus élevées. Il s'agit d'un puissant insecticide à spectre large : blattes, guêpes, fourmis, mouches, moustiques, puces, ou encore punaises des lits.

A l'inverse, la **Perméthrine**, régulièrement détectée dans l'air parisien, observe le plus souvent (85 % du temps) des concentrations inférieures à 0.2 ng/m³. La Permethrine³⁵, utilisée notamment contre les moustiques et les fourmis a été détectée uniquement à Paris entre les mois de mai et d'août (Figure 14). De plus, l'usage de ce produit comme antiparasitaires pour chiens peut également être utilisé lors de cette période sachant que les puces sont en théorie plus nombreuses du printemps à l'automne. Même si la Permethrine peut être utilisée pour lutter contre les insectes sur les cultures des céréales, elle n'a pas été détectée à Bois-Herpin.

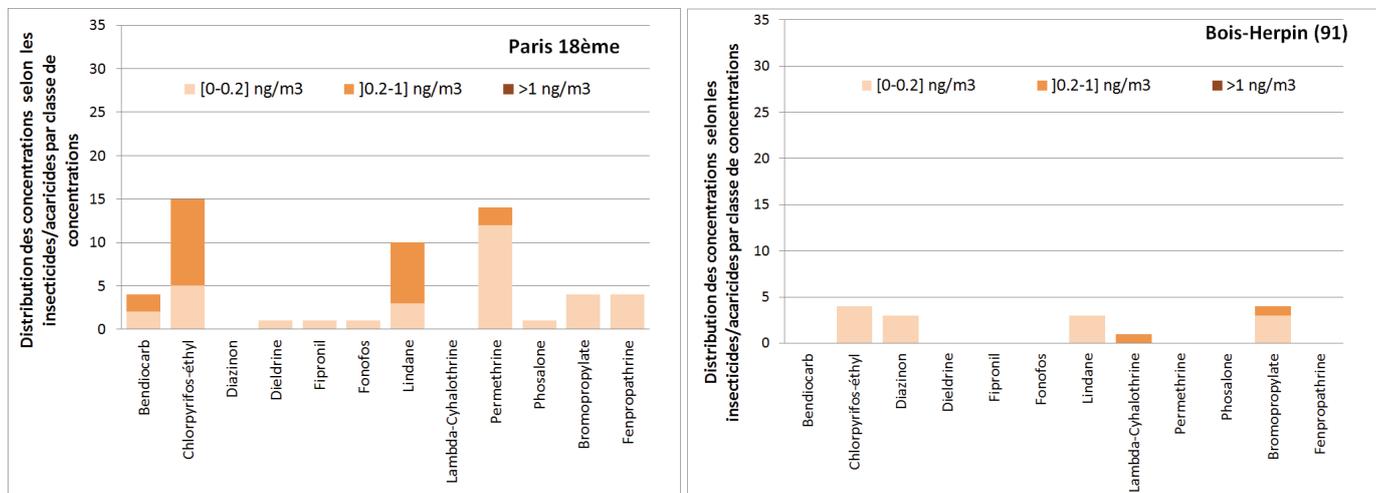


Figure 13 : Distribution des concentrations de substances actives d'insecticides et d'acaricides par classes, mesurées lors de la campagne d'août 2013 à août 2014 à Paris 18^{ème} et Bois-Herpin (91)

Les substances actives insecticides et acaricides mesurées à Paris sont détectées plus souvent à des niveaux plus élevés qu'en zone rurale.

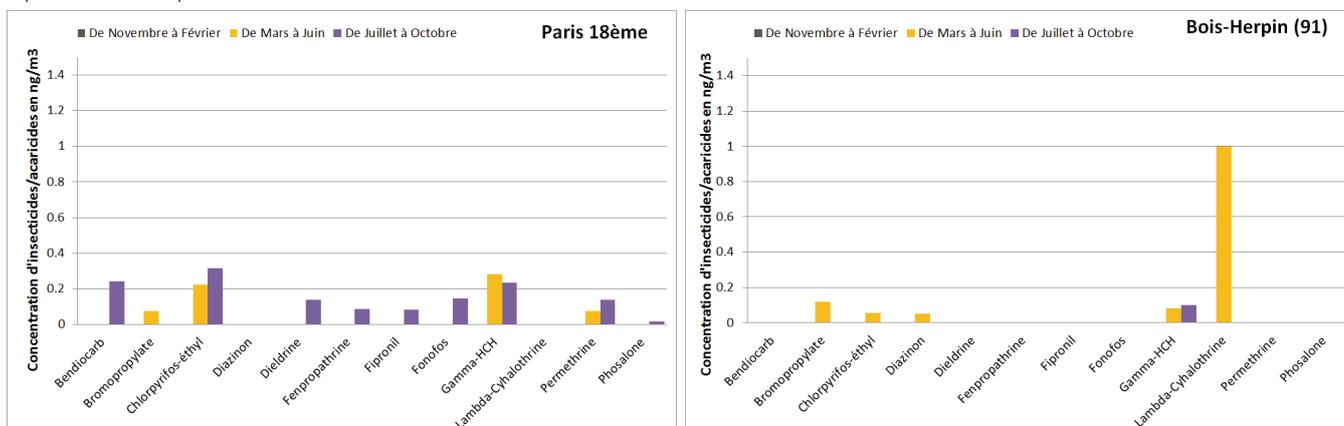


Figure 14 : Concentrations moyennes des différents insecticides et acaricides détectés lors de la campagne de mesure entre août 2013 et août 2014 à Paris 18^{ème} et Bois-Herpin (91) suivant la période de mesure : printemps, été-automne et hiver

Les différents insecticides et acaricides ne sont détectés que lors de leur période d'utilisation, en général sur une seule saison. L'intensité des concentrations relevées est similaire sur les deux périodes pour les produits utilisés 2 saisons (cf. Figure 14).

4.2.1.2 Zoom sur les herbicides

La Figure 15 présente, pour la famille des herbicides, le nombre de données relevé par classes de concentrations à Paris 18^{ème} et Bois-Herpin.

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 environ 60 % des données d'herbicides détectées présentent des concentrations inférieures à 0.2 ng/m³ à Paris 18^{ème} et Bois-Herpin.

³⁵ Utilisé contre les insectes (fourmis, moustiques, mouches, poux, puces, cafards, etc.), les arachnides (araignées, scorpions, sarcoptes, tiques, etc.) et le traitement contre les termites.

La répartition pour les classes de concentrations plus élevées est également comparable sur les deux sites de mesure. Très peu d'herbicides observent des teneurs supérieures à 1 ng/m³. Le site de Bois-Herpin enregistre à 5 reprises de telles concentrations contre seulement 2 à Paris.

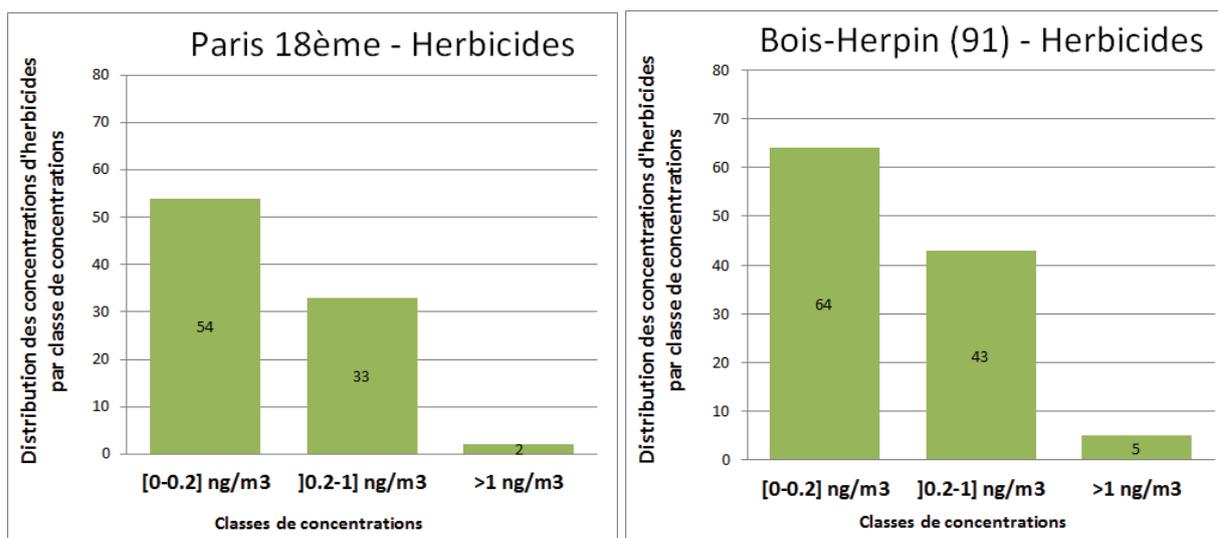


Figure 15 : Distribution des concentrations d'herbicides par classes, mesurées lors de la campagne d'août 2013 à août 2014 à Paris 18^{ème} et Bois-Herpin (91)

En étudiant plus spécifiquement les teneurs de chaque herbicide (Figure 16), la **Pendiméthaline** ressort comme étant l'herbicide dont les teneurs sont le plus souvent supérieures à 0.2 ng/m³ aussi bien sur le site parisien qu'en zone rurale. Des teneurs supérieures à 1 ng/m³ à Paris 18^{ème} et à Bois-Herpin ont été mesurées une fois. Le **Prosulfocarb** et le **Métolachlore** sont également des herbicides pour lesquels des niveaux supérieurs à 0.2 ng/m³ sont mesurés à plusieurs reprises sur les deux sites de mesure.

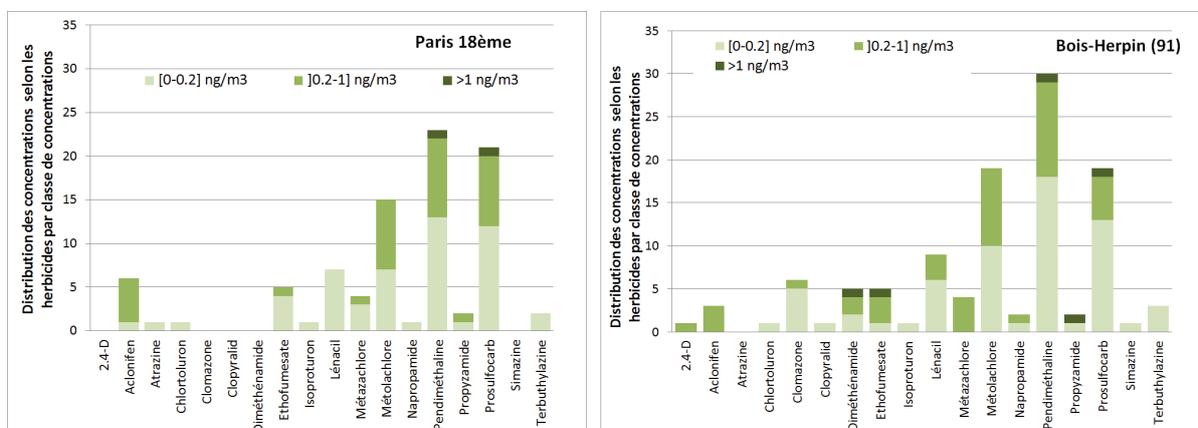


Figure 16 : Distribution des concentrations de substances actives d'herbicides par classes, mesurées lors de la campagne d'août 2013 à août 2014 à Paris 18^{ème} et Bois-Herpin (91)

Certaines spécificités sont à noter, essentiellement sur le site de Bois-Herpin. Les substances actives de **Diméthénamide**, **Ethofumesate** et de **Propyzamide** ont été mesurées une fois avec des concentrations supérieures à 1 ng/m³. Ces substances sont généralement utilisées comme herbicides pour les grandes cultures (betteraves, colza,...) d'où des données plus élevées sur le site rural.

Seul **Aclonifen** enregistre des niveaux « moyens », supérieurs à 0.2 ng/m³, de manière plus récurrente sur le site de Paris 18^{ème} (5 détections contre 3 en zone rurale).

Les herbicides sont utilisés tout au long de l'année comme illustré à la Figure 17 pour l'ensemble des substances actives détectées à Paris ou à Bois-Herpin. Des teneurs plus ou moins importantes sont ainsi mesurées sur l'ensemble des périodes de l'année. Toutefois, les substances actives ne sont pas toutes utilisées de la même manière et présente des spécificités saisonnières d'utilisation.

Un seul herbicide a été détecté tout au long de l'année sur les deux sites de mesure : le **Pendiméthaline**. Ce composé a été détecté sur les trois périodes avec cependant des concentrations fluctuantes d'une saison à l'autre. Les niveaux moyens les plus forts sont mesurés en hiver (de novembre à février) pour ensuite diminuer au printemps et plus encore en été. Sur le site parisien, cette substance active enregistre les niveaux moyens saisonniers d'herbicides les plus élevés avec près de 0.5 ng/m³ sur la période hivernale. L'usage de la Pendiméthaline est très varié. Elle s'applique à la fois sur les grandes cultures mais également sur les cultures légumières, d'arbres fruitiers, et ornementales. Son champ d'action est également est aussi étendu à un grand nombre d'adventices (graminées et dicotylédone).

Le **Prosulfocarb** est aussi détecté sur site de Paris 18^{ème} tout au long de l'année. Les teneurs affichent la même hiérarchie saisonnière avec des niveaux moyens plus élevés sur la période hivernale et plus faibles en période estivale. Son utilisation est variée aussi bien sur les types de cultures (grandes cultures, culture légumières...) mais aussi dans la lutte des adventices. Les concentrations de Prosulfocarb sont toutefois ponctuellement (mesure sur 48 h) plus élevées au printemps sur les deux sites de mesure.

Compte-tenu de leurs persistances d'actions avérées de plusieurs mois, ces substances actives peuvent être mesurées dans l'air ambiant sur une longue période même en-dehors de la période de traitements.

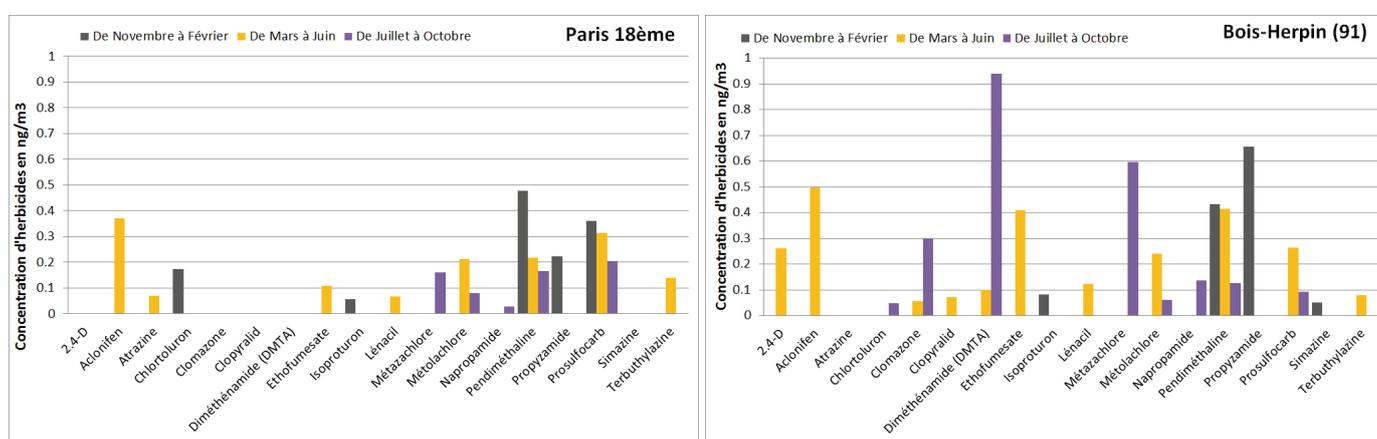


Figure 17 : Concentrations moyennes des différents herbicides détectés lors de la campagne de mesure entre août 2013 et août 2014 à Paris 18^{ème} et Bois-Herpin (91) suivant la période de mesure : hiver, printemps et été-automne

Le **Métazachlore**, utilisé plus particulièrement au cours de l'été (d'août à septembre) notamment sur les grandes cultures (colza), affiche des teneurs plus élevées sur la période de traitement avec en moyenne 0.6 ng/m³ sur le site de Bois-Herpin, soit la concentration moyenne la plus élevée sur cette période derrière celle du **Diméthénamide**.

4.2.1.3 Zoom sur les fongicides

La répartition des concentrations de fongicides selon trois classes de concentrations à Paris 18^{ème} et Bois-Herpin (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 18.

La majorité des teneurs de fongicides détectées sur les sites instrumentés durant la campagne de mesure reste inférieure à 0.2 ng/m³. Néanmoins, contrairement aux teneurs d'insecticides, d'acaricides et d'herbicides, dont les concentrations sont très rarement supérieures à 1 ng/m³, celles enregistrées pour les fongicides affichent de nombreuses détections supérieures à ce seuil. Près d'un quart des teneurs de fongicides enregistrées sur le site rural de Bois-Herpin sont supérieures à 1 ng/m³. A Paris, ce constat est légèrement moins marqué avec près de 20 %.

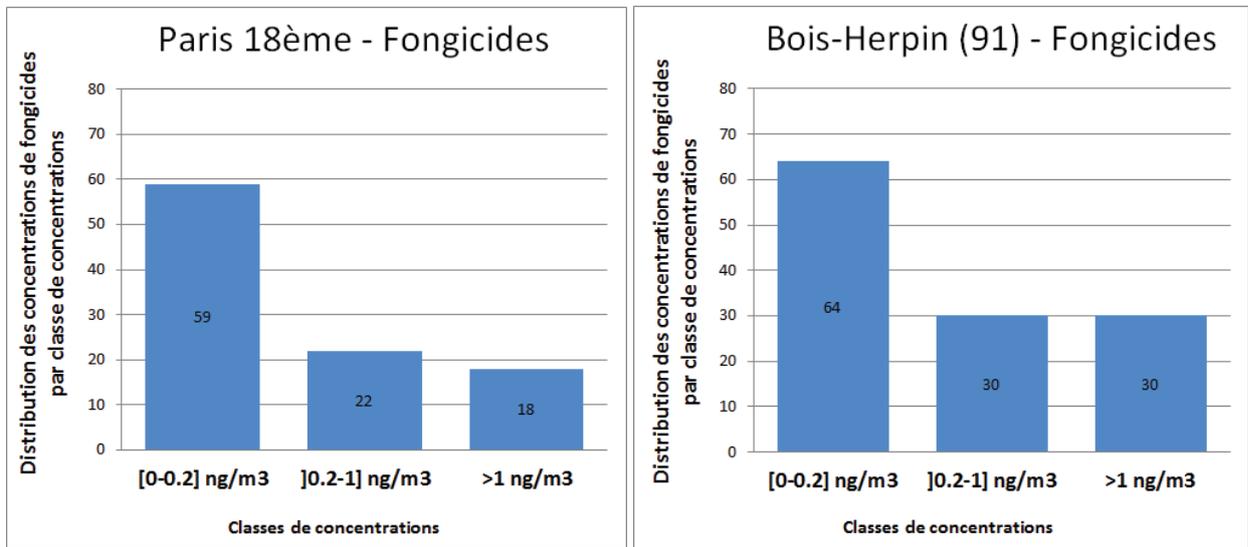


Figure 18 : Distribution des concentrations de fongicides par classes, mesurées lors de la campagne d'août 2013 à août 2014 à Paris 18^{ème} et Bois-Herpin (91)

Comme illustré à la Figure 19, les teneurs de fongicides les plus élevées sont essentiellement dues au **Chlorothalonil** à Bois-Herpin comme à Paris, où 16 cas parmi les 18 concentrations de fongicides supérieures à 1 ng/m³ concernent ce produit. En zone rurale, le Chlorothalonil est également majoritaire au sein des valeurs supérieures à 1 ng/m³ avec 19 détections sur les 30 mesures dites « élevées » enregistrées sur le site de Bois-Herpin.

Le Chlorothalonil affiche également des teneurs beaucoup plus importantes que les autres substances étudiées, essentiellement sur la période printanière (de mars à juin) avec une teneur moyenne de l'ordre de 10 ng/m³ (Figure 20).

Cette substance a été enregistrée en période hivernale à Paris (1.2 ng/m³), mais pas à Bois-Herpin. Seul le Chlorothalonil a été détecté sur l'ensemble des périodes de mesure à Paris 18^{ème}.

Les teneurs de Chlorothalonil correspondent aux niveaux de pesticides dont les concentrations sont à la fois le plus souvent supérieures à 1 ng/m³ mais également les plus importantes. Les teneurs moyennes sur deux jours de mesure ont ainsi atteint 32 ng/m³ à Paris 18^{ème} et 42 ng/m³ à Bois-Herpin au cours du mois de mai 2014.

Sur le site de Bois-Herpin, les concentrations de **Fenpropidine** affichent également des teneurs « élevées » de manière récurrente avec 10 mesures supérieures à 1 ng/m³. A Paris, cette substance active est tout aussi souvent détectée mais à des niveaux plus faibles puisque seulement 2 mesures présentent de telles concentrations.

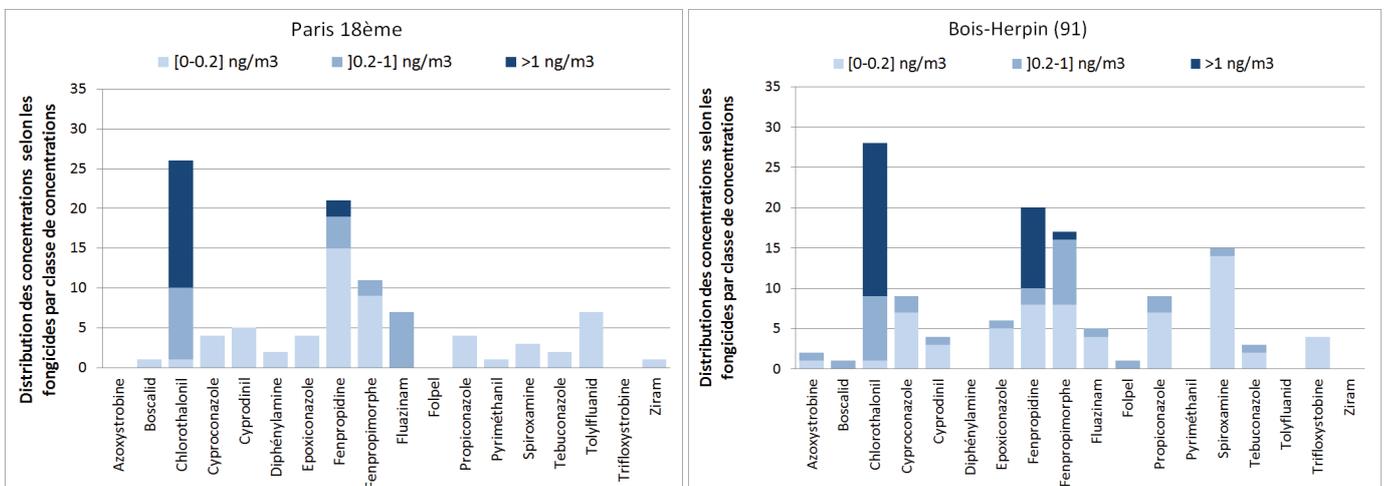


Figure 19 : Distribution des concentrations de fongicides mesurés lors de la campagne de mesure entre août 2013 et août 2014 à Paris 18^{ème} et Bois-Herpin (91) suivant trois classes

Concernant le **Fenpropimorphe**, les niveaux les plus élevés ont été mesurés en été sur les mois de juillet et août, avec une concentration de 2.5 ng/m³ mesurée sur le site de Bois-Herpin en août 2014. De telles concentrations n'ont pas été mesurées à Paris (maximum inférieur à 1 ng/m³).

Les concentrations de **Fluazinam** sont à Paris 18^{ème} plus souvent plus élevées qu'à Bois-Herpin. Les 7 détections de ce fongicide à Paris 18^{ème} sont toutes comprises entre 0.2 et 1 ng/m³. A Bois-Herpin, alors que ce composé a été détecté à 5 reprises, une seule valeur présente de tels niveaux.

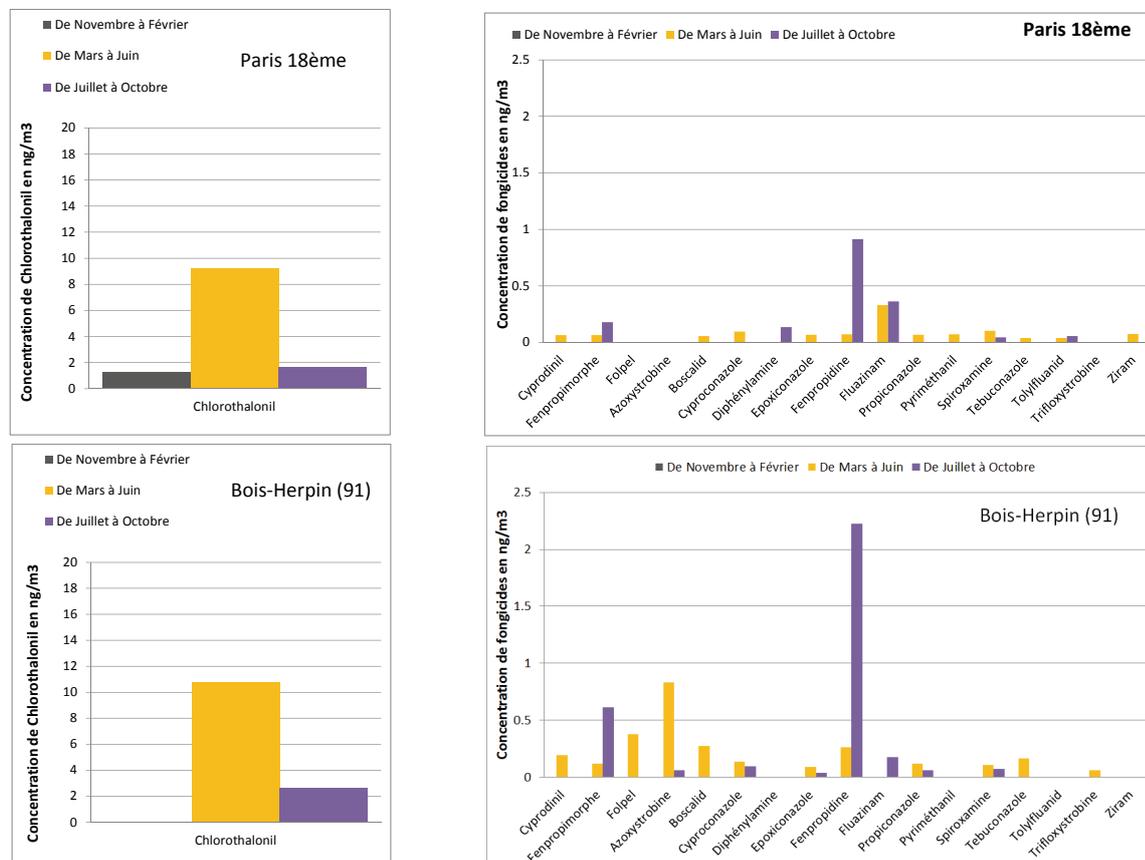


Figure 20 : Distribution des concentrations des différents fongicides mesurés lors de la campagne de mesure entre août 2013 et août 2014 à Paris 18^{ème} et Bois-Herpin (91) suivant la période de mesure : hiver, printemps et été-automne

4.2.2 SYNTHÈSE DES CONCENTRATIONS MESURÉES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La majorité des teneurs de pesticides mesurées lors de la campagne 2013-2014 est inférieure à 0.2 ng/m³. 42 % des teneurs inférieures à 0.2 ng/m³ sont des herbicides, 40 % des fongicides et 10 % des insecticides.

88 % des teneurs de pesticides détectées à Paris sont inférieures à 0.5 ng/m³, contre 78 % sur le site rural de Bois-Herpin (91). Les concentrations les plus fortes sont relevées sur le site rural de Bois-Herpin (91).

Les teneurs du fongicide **Chlorothalonil** présentent les niveaux mesurés les plus forts sur les deux sites. Hormis le Chlorothalonil, seule une valeur du fongicide **Fenpropimorphe**, supérieure à 5 ng/m³, a été mesurée sur le site de Bois-Herpin.

A l'inverse, les teneurs d'insecticides sont généralement les plus faibles sur l'ensemble des sites de mesure avec une seule teneur supérieure à 0.5 ng/m³ (**Lambda-Cyhalothrine** sur le site de Bois-Herpin). Néanmoins, globalement les teneurs d'insecticides sur le site parisien sont plus élevées qu'en zone rurale.

4.3 LES CONCENTRATIONS PAR USAGES

4.3.1 DES CONCENTRATIONS IMPORTANTES POUR LES PRODUITS 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 Bois-Herpin (à quelques exceptions près : pour le Bendiocarb, non détecté à Bois-Herpin, et pour le Chlortoluron, le chlorpyrifos-éthyl et le dieldrine, pour lesquels les niveaux enregistrés sur les deux sites étaient faibles).

La Figure 21 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 18^{ème} présente des teneurs plus faibles que celles observées sur le site rural de Bois-Herpin, ce qui est cohérent au vue de la typologie de chacun des sites. Ainsi, à Bois-Herpin, les concentrations sont à 54 % inférieures ou égales à 0,2 ng/m³ inclus, contre 59 % à Paris ; le pourcentage de teneurs comprises entre 0,2 ng/m³ et 1 ng/m³ est équivalent sur les deux sites (31 et 30 %). Enfin, 16 % sont supérieures à 1 ng/m³ à Bois-Herpin, contre 11 % à Paris.

Ce résultat avait été mis en avant lors de la campagne de 2006, de façon plus marquée.

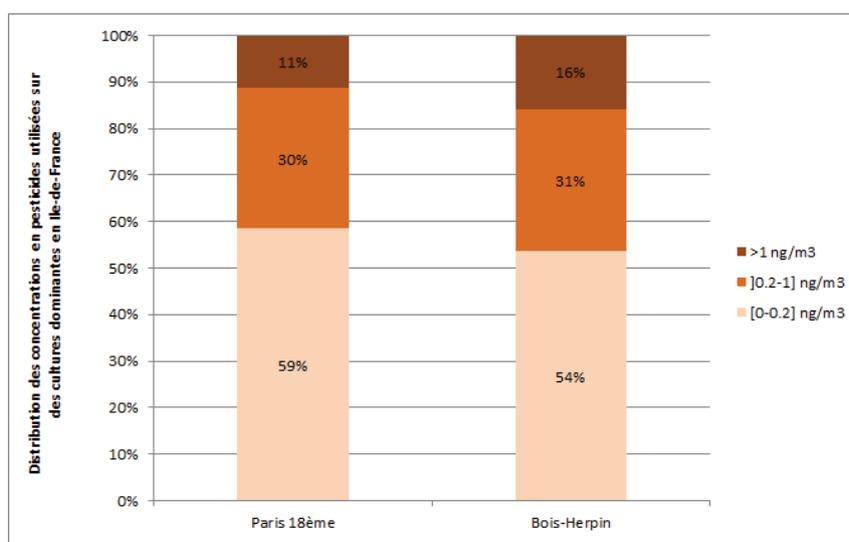


Figure 21 : Distribution des concentrations en pesticides utilisés sur des cultures dominantes en Île-de-France suivant trois classes « faibles – moyennes – élevées » pour chacun des sites de mesure

Les concentrations élevées (supérieures à 1 ng/m³) pour des composés utilisés principalement sur les grandes cultures franciliennes peuvent être aussi relevées dans Paris. Il s'agit soit du **Chlorothalonil** (utilisation sur les cultures dominantes mais aussi en zone non-agricole) ou encore le **Fenpropimorphe** (utilisé pour l'orge et blé). La présence de ces composés et les niveaux relevés dans le cœur de l'agglomération parisienne montrent que certains des pesticides utilisés sur les cultures dominantes, soumis au transport atmosphérique, se dispersent sur toute l'Île de France.

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

Parmi les 6 pesticides utilisés uniquement en zone non agricole, seuls le Piperonyl butoxide, le Pyriméthanil et le Ziram sont retrouvés uniquement à Paris. Les teneurs sont inférieures à 0.12 ng/m³. Les 3 autres composés ont été détectés également sur le site rural de Bois-Herpin, également à des teneurs faibles, comprises entre 0.07 et 0.26 ng/m³.

Les six autres composés à usage mixte (zone non-agricole et cultures dominantes) sont retrouvés sur les deux sites, à l'exception de l'Azoxystrobine, détecté uniquement sur le site rural à deux reprises. Le nombre de détections est beaucoup plus important sur le site urbain parisien pour le chlorpyrifos-ethyl (à 15 reprises, contre 4 au site rural ; les teneurs sont inférieures à 0.5 ng/m³), et le nombre de détections est équivalent pour le cyprodinil et le tebuconazole (détections plus importantes sur le site rural pour les autres composés).

La distribution des teneurs pour les composés liés à des activités non-agricoles est présentée en Figure 22 pour les deux sites de mesure instrumentés. Les concentrations pour ces pesticides sont majoritairement inférieures ou égales à 0,2 ng/m³ sur les deux sites (respectivement 38 % et 41 %).

A Paris, les teneurs comprises entre 0.2 et 1 ng/m³ représentent 34 %, et les teneurs supérieures à 1 ng/m³, 29 %. Sur le site rural de Bois-Herpin, les teneurs supérieures à 1 ng/m³ sont présentes à hauteur de 34 % et celles comprises entre 0.2 et 1 ng/m³, 25 %. Le nombre de détection associé est généralement faible (moins de 5 détections), excepté pour le Chlorothalonil (8 à 19 détections selon la concentration ou le site).

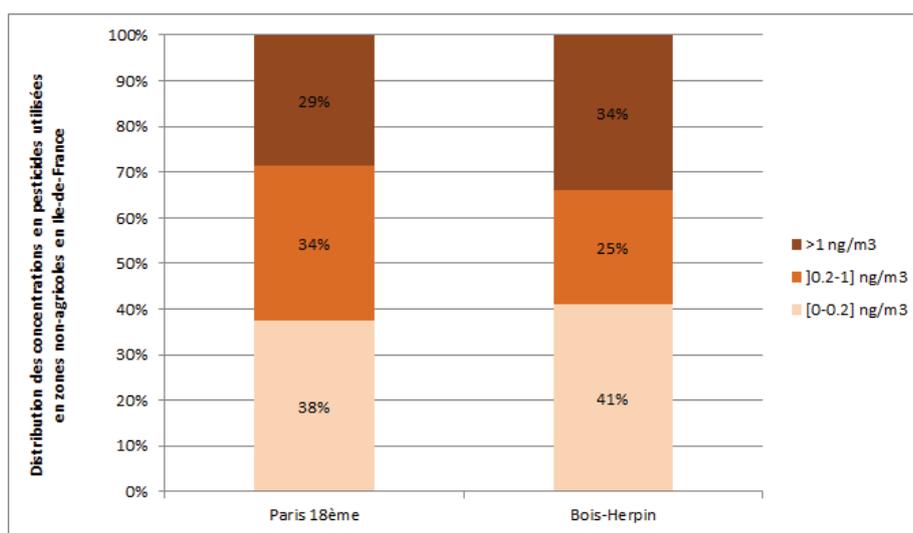


Figure 22 : Distribution des concentrations en pesticides utilisés à des fins non-agricoles suivant trois classes pour chacun des sites de mesure

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

Comme le montre la Figure 23, 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 (52 détections à Paris 18ème, contre 14 à Bois-Herpin). Parmi les produits phytosanitaires les plus détectés figurent le lindane (20 %) et le perméthrine (21 %), suivi du Bromopropylate (12 %) et du Tolyfluanid (11 %).

La répartition selon les sites n'est pas la même. Le perméthrine a été uniquement détecté sur le site urbain de Paris 18ème, avec des teneurs inférieures à 0,26 ng/m³.

Le lindane a été détecté sur les deux sites, mais majoritairement à Paris (75 % des détections). Les teneurs sont inférieures à 0.4 ng/m³. Le résultat est identique pour le Tolyfluanid, détecté uniquement à Paris à l'état de

traces (teneurs inférieures à 0.07 ng/m³). Enfin, le Bromopropylate a été détecté aussi bien à Paris qu'à Bois-Herpin, à des concentrations inférieures à 0.26 ng/m³.

Les autres composés interdits ont été détectés de façon ponctuelle (1 à 5 détections maximum), à des niveaux majoritairement inférieurs à 0,15 ng/m³.

82 % des concentrations des composés interdits relevées sur les deux sites sont inférieures ou égales à 0,2 ng/m³ et 18 % entre 0,2 et 1 ng/m³, aucune concentration observée n'est supérieure à 1 ng/m³.

Le Tébuthame, trouvé en 2006, n'a pas été détecté en 2013/2014, à l'inverse du lindane, toujours présent. Le Métolachlore, classé comme interdit et trouvé en 2006, est toujours détecté en 2013/2014 (7 % des détections de la campagne). Il était utilisé pour le désherbage des betteraves, du maïs ou encore du tournesol.

Concernant les composés autorisés en 2006 mais interdits depuis, aucun des composés potentiellement concernés n'avait été détecté en 2006. Plus précisément, parmi les composés interdits récemment :

- Diazinon et Tolyfluanid : composés recherchés en 2006, mais non détectés.
- Diphénylamine et Fipronil : composés non recherchés en 2006.

Ces détections en 2013/2014 par rapport aux non-détections en 2006 ne peuvent s'expliquer par la période de prélèvement, car le Diazinon et le Tolyfluanid ont été détecté entre mai et août, période couverte par les deux campagnes de mesure. Par contre, le changement de méthode de prélèvement peut expliquer en partie ce résultat. Par exemple, pour le Diazinon, les tests réalisés par le LCSQA³⁶ montrent un bon piégeage de ce composé par haut volume (méthode mise en œuvre en 2013/2014), et sur bas volume uniquement pour des teneurs supérieures à 1 ng/m³ (méthode de prélèvement en place en 2006). Les teneurs relevées à Paris 18^{ème} sont de 0.05 ng/m³. L'analyse LCSQA des données de mesures de pesticides dans l'air ambiant en 2007 et 2008 montrait que les trois autres composés (Tolyfluanid, Diphénylamine et Fipronil) avaient été détectés dans d'autres régions françaises.

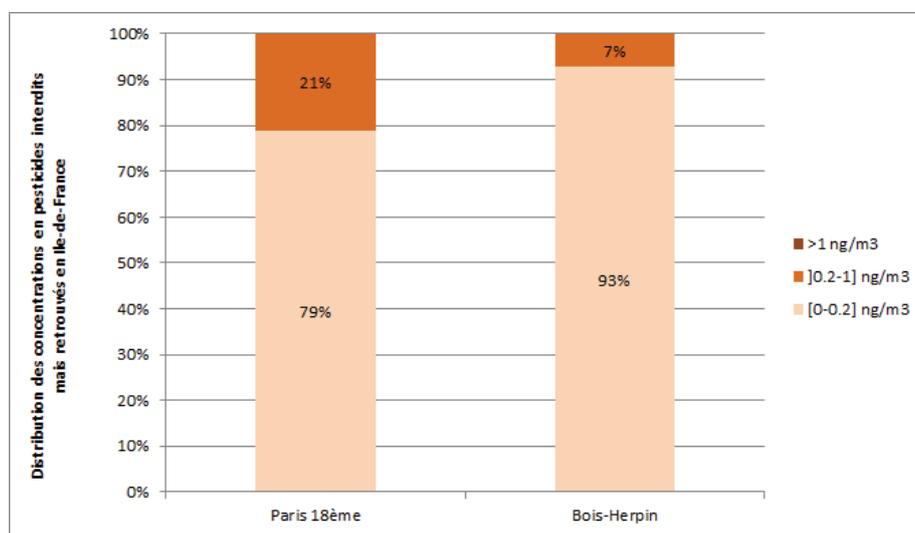


Figure 23 : Distribution des concentrations en lindane suivant trois classes pour chacun des sites de mesure

³⁶ LCSQA - INERIS, Observation des niveaux de concentration en pesticides dans l'air ambiant, INERIS-DRC-11-118210-13545A, décembre 2011.

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

Comme évoqué précédemment, le lindane (γ 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. Aucune préparation pharmaceutique renfermant du lindane n'est plus 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, comme Beauce.

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

Les utilisations plus tardives en tant que biocides peuvent être une piste d'explication aux légères différences de concentrations notées entre le site urbain avec une forte densité de population et d'habitats et le site à caractère plus agricole.

Les détections de Lindane sont présentées en Annexe 2.

Cas de la Dieldrine :

Comme le Lindane, la Dieldrine est interdite en France en tant que produit phytosanitaire depuis 1972, et aujourd'hui dans la plupart des pays du monde. Elle a été largement utilisée à partir des années 1950 à des fins agricoles (traitement des sols et des semences), dans l'industrie du bois (contre les termites, qui a longtemps été sa principale utilisation), mais aussi en santé publique en tant que biocide, notamment par la lutte contre des vecteurs de maladies (moustiques, mouches tsé-tsé), et à des fins vétérinaires, en tant qu'antiparasitaire.

Son utilisation a commencé à décroître dès les années 1960 et à partir de 1970, compte tenu de la résistance croissante des insectes à ce produit, de la mise sur le marché d'autres produits plus efficaces (ATSDR, 2002), de la réglementation de son utilisation (Ritter et al, 1996) voire de son interdiction. En France, la dieldrine fait l'objet de contraintes réglementaires : interdiction partielle dès 1992, interdiction totale en octobre 1994 et destruction des stocks (JO, 1992).

L'utilisation de la dieldrine en tant que biocide est maintenant aussi interdite.

Côté propriétés chimiques, la dieldrine est intrinsèquement biodégradable dans l'eau ou les sols, mais le processus est lent. Compte tenu de sa pression de vapeur, la volatilisation depuis l'eau et le sol est importante bien que limitée par l'adsorption. Au final, la dieldrine s'accumule fortement dans la graisse des animaux, la cire végétale et les différentes matières organiques présentes dans l'environnement.

Ces éléments expliquent la présence toujours d'actualité de la dieldrine dans l'air francilien, mais de façon limitée : une seule détection sur le site parisien, à une teneur de 0.14 ng/m³.

La **Perméthrine**, interdite comme pesticide, est toujours utilisée comme biocide. Des produits divers comme les produits antipuces pour les chats, ou des shampoings 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^{37,38}.

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 techniques³⁹ 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 (65 %) ont été détectées entre mars et juin :

- 17 substances sur les 49 détectées, **soit 35 %, l'ont été uniquement au printemps**.
- 15 substances supplémentaires, soit 31 %, ont été détectées au printemps et en été-automne.

Ensuite, 8 substances (16 %) ont été quantifiées uniquement en été-automne, et 10 % (5 substances) uniquement en hiver. Les autres composés (8 %) le sont tout au long de l'année.

La Figure 24 présente le nombre de pesticides détectés selon les usages sur les sites de mesure au cours de ces trois périodes.

³⁷ Phyt'eaux propres, la contamination des eaux par les produits phytosanitaires en région Ile-de-France, bilan activité 1997-2011.

³⁸ ECOPHYTO 2018, Guide des bonnes pratiques phytosanitaires Entretien des Espaces Verts & Voiries.

³⁹ Combinaison logique et ordonnée de techniques qui permettent de contrôler le milieu et d'en tirer une production donnée. » (Sebillotte, 1974).

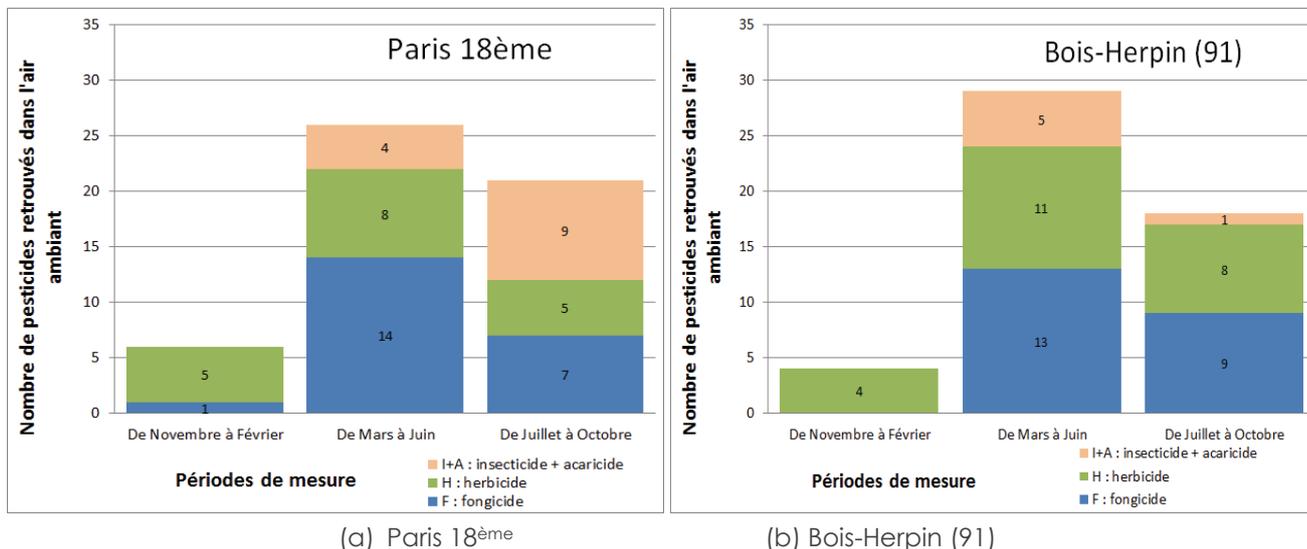


Figure 24 : Evolution du nombre de pesticides retrouvés dans l'air ambiant francilien au cours de la campagne de mesure d'août 2013 à août 2014 à Paris 18ème (a) et Bois-Herpin (b)

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 mesure et pour l'ensemble des usages. Le site de Bois-Herpin présente à cette période le plus grand nombre de composés détectés (29), pour 26 à Paris.

La différence entre les saisons est plus marquée sur le site rural (29 composés au printemps, contre 18 à l'été-Automne, et 4 en hiver) qu'à Paris. Dans la Capitale, 26 composés sont enregistrés au printemps, mais également 22 composés (dont un adjuvant) entre juillet et octobre. Cette différence à Paris s'explique par un nombre plus important d'insecticides retrouvés dans l'air ambiant (6) par rapport au site rural (1).

Par usage, les fongicides sont les plus nombreux durant la période printanière avec 14 et 13 composés fongiques respectivement à Paris 18ème et Bois-Herpin. Le nombre d'herbicides détectés durant cette période est également plus important avec 8 et 11 herbicides retrouvés, respectivement à Paris 18ème et Bois-Herpin. La situation est différente pour les insecticides, retrouvés en plus grand nombre entre juillet et octobre à Paris (9), contre 4 au printemps. En revanche, à Bois-Herpin, comme pour les autres pesticides, il est détecté plus d'insecticides au printemps (5) qu'en été (1).

La période hivernale présente un nombre moins important de pesticides dans l'air francilien et essentiellement des herbicides. Seul un fongicide (Chlorothalonil) est mesuré durant cette période sur le site parisien.

L'Annexe 9 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 10 et le graphique en Figure 25 présente les périodes d'application en Île-de-France renseignées à partir des informations fournies par la DRIAF et le SRPV.

Pesticides à usage essentiellement ZNA	août	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet
2,4-D (H)												
Clopyralid (H)												
Piperonyl butoxide (Adjuvant)												
Pyriméthanol (F)												
Trifloxystobine (F)												
Ziram (F)												
Pesticides à usage ZNA et cultures dominantes	août	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet
Azoxystrobine (F)												
Chlorpyrifos-éthyl (I)												
Cyprodinil (F)												
Propiconazole (F)												
Tebuconazole (F)												
Pesticides à usage essentiellement sur cultures dominantes	août	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet
Boscalid (F)												
Chlorothalonil (F)												
Chlortoluron (H)												
Clomazone (H)												
Cyproconazole (F)												
Diméthénamide (DMTA) (H)												
Epoxiconazole (F)												
Ethofumesate (H)												
Fenpropidine (F)												
Fenpropimorphe (F)												
Isoproturon (H)												
Lambda-Cyhalothrine (I)												
Lénacil (H)												
Métazachlore (H)												
Métolachlore (H)												
Napropamide (H)												
Pendiméthaline (H)												
Propyzamide (H)												
Prosulfocarb (H)												
Spiroxamine (F)												

Figure 25 : Périodes d'utilisation des pesticides selon leurs usages (source DRIAF et SRPV)

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

La Figure 26 présente l'évolution des concentrations de dix composés utilisés sur les cultures dominantes : Chlorothalonil, Cyproconazole, Lénacil, Métolachlore, Fenpropimorphe, Chlortoluron, Métazachlore, Napropamide et Propyzamide sur le site rural entouré de grandes cultures de Bois-Herpin (Beauce). Les périodes de traitement sont également présentées. Attention, les échelles sont propres à chaque graphique pour une meilleure visibilité des résultats.

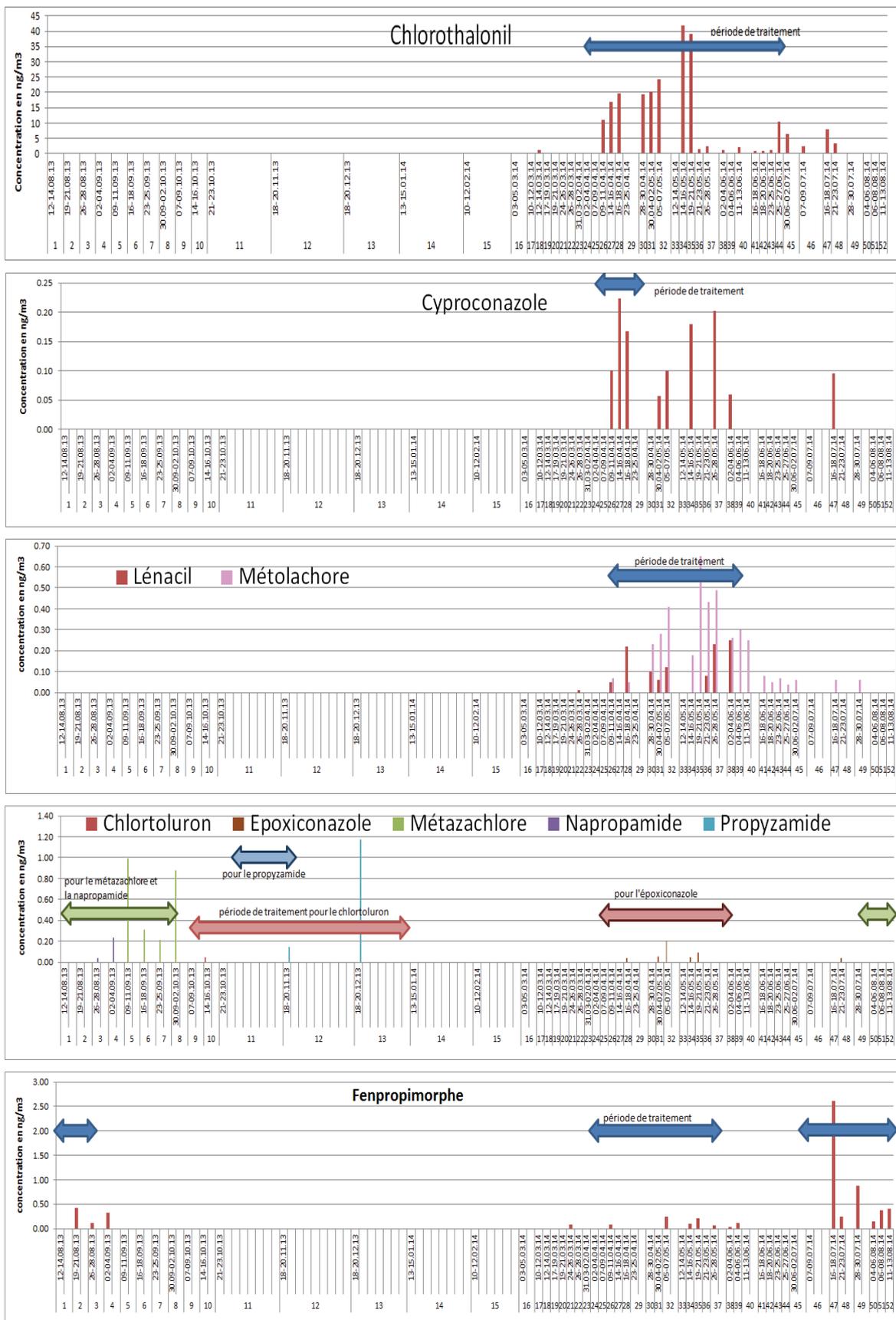


Figure 26 : Evolution des concentrations en Chlorothalonil, Cyproconazole, Lénacil, Métolachlore, Fenpropimorphe, Chlortoluron, Métazachlore, Napropamide, Epoxiconazole et Propyzamide à Bois-Herpin et périodes d'application de produits

Pour les dix pesticides présentés, les concentrations apparaissent bien corrélées aux traitements. Les concentrations les plus élevées pour chacun des produits sont observées lors de leurs périodes d'application.

Pour le **Chlorothalonil**, les détections débutent en avril (niveaux de l'ordre de 20 ng/m³), puis les niveaux les plus importants sont rencontrés en mai (40 ng/m³). Les détections du mois de juin présentent de plus faibles teneurs (1 ng/m³), avant d'augmenter un peu en juillet (entre 5 et 10 ng/m³). Si les derniers traitements ont eu lieu en juin, cela signifie que des détections apparaissent jusqu'à un mois après la période d'application. Ces éléments n'avaient pas pu être mis en avant en 2006, car la période de mesure ne couvrait pas complètement la période d'utilisation.

Le **Cyproconazole**, pour lequel les traitements ont lieu en avril, présente effectivement des teneurs maximales à cette période (0.2 ng/m³). Mais les détections perdurent en mai, avec des teneurs comprises entre 0.05 et 0.2 ng/m³. Il a également été détecté une fois en juillet. Au vue des niveaux en mai, il est difficile de dire s'il s'agit d'un phénomène de persistance ou d'applications locales. En 2006, leur observation dans l'air ambiant du Cyproconazole était restreinte à la période d'utilisation.

Le **Lénacil** et le **Métolachlore** présentent un profil annuel proche, avec des détections débutant en avril, cohérentes avec la période de traitement (avril-mai). Elles perdurent jusqu'à début juin pour le premier, les niveaux fluctuant jusqu'à 0.2 ng/m³. Pour le Métolachlore, les teneurs augmentent jusqu'à atteindre un maximum en mai (0.6 ng/m³), elles décroissent et perdurent jusqu'au mois de juillet.

Pour le **Chlortoluron**, une seule détection a eu lieu, en octobre, ce qui est cohérent avec la période d'application (octobre à décembre). L'hiver, le nombre de prélèvement avait été réduit, cela pourrait expliquer en partie le faible nombre de détections pour ce composé.

Le comportement de l'**Epoxiconazole** est identique. Les détections en avril et mai sont cohérentes avec la période de traitement. Une détection supplémentaire a été enregistrée en juillet.

Les teneurs en **Métazachlore** varient entre 0.2 et 1 ng/m³ au courant du mois de septembre, ce qui correspond à la période de traitement (août et septembre).

Pour la **Napropamide**, les résultats sont comparables : 2 détections fin août/début septembre, cohérentes avec la période de traitements (août et septembre).

Le **Propyzamide** a été détecté de façon ponctuelle sur les deux prélèvements des mois de novembre et décembre, avec un maximum à 1.2 ng/m³, ce qui est cohérent avec la période de traitements (novembre).

Le **Fenpropimorphe** est retrouvé dans l'air ambiant à partir du mois de mars, jusqu'à fin avril, à des niveaux inférieurs à 0.5 ng/m³, pour une période associée aux traitements en avril. Toutefois, les niveaux les plus importants ont été enregistrés en juillet (maximum à 2.5 ng/m³), et les détections ont perduré jusqu'à début septembre. Ce composé, suivi et trouvé au printemps 2006, présentait alors des maxima en avril. Des concentrations résiduelles, moins élevées que celles relevées durant les traitements, avaient été rencontrées deux à trois semaines après la période de traitement.

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 comme la **Pendiméthaline**, des teneurs ont été détectées quasiment toute l'année (Annexe 7). En 2006, déjà, ce composé avait été détecté sur une longue période après traitement.

Pour d'autres, 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, d'où la non-détection à Bois-Herpin,
- Les périodes de traitement sont fournies de façon globale, aussi il est possible que, dans le secteur de Bois-Herpin, 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 27 présente l'évolution des concentrations en **Piperonyl butoxide**, en **Pyriméthanol** et en **Ziram**⁴⁰ à Paris, ainsi que les périodes de traitement.

Sur les six composés à usage spécifique en zone non-agricole, la moitié des substances ont été détectées uniquement sur le site de Paris 18^{ème}, mais de façon ponctuelle. Le Piperonyl butoxide, le Pyriméthanol et le Ziram ont été détectés uniquement sur le site de Paris, respectivement 2 fois au cours du mois d'août pour le Piperonyl-butoxide (teneurs à 0.12 ng/m³), une fois en avril (0.07 ng/m³) pour le Pyriméthanol, et une détection à 0.07 ng/m³ en mai pour le Ziram.

Le croisement avec la période d'utilisation est uniquement réalisable pour Pyriméthanol (période disponible). La détection a bien eu lieu au cours de la période d'utilisation. En effet, les périodes d'utilisation des produits à usage en zone non-agricole sont moins bien renseignées que celles relevées pour les cultures. Généralement, lors d'activités non agricoles (entretien des parcs et des voiries, jardiniers amateurs...), une application principale a lieu au début du printemps, plus particulièrement en mars/avril pour le dichlobenil, et un traitement d'appoint en juin/juillet⁴¹. Le printemps correspond effectivement à la période de détection de ces produits.

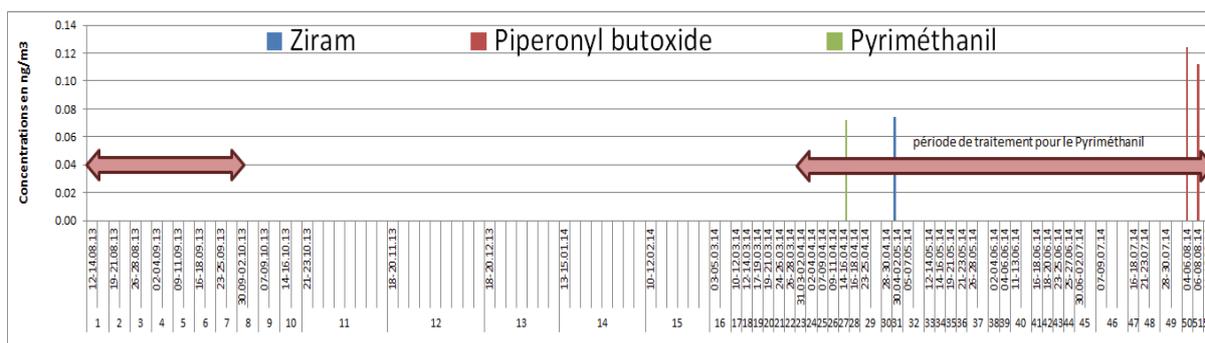


Figure 27 : Evolution des concentrations en Piperonyl butoxide, Pyriméthanol et Ziram à Paris et périodes d'application

A l'inverse, pour l'autre moitié des composés à usage non agricole, les substances ont été détectées uniquement sur le site rural de Bois-Herpin, généralement de façon ponctuelle (une détection pour deux des trois composés ici ciblés). Les détections ont toutes eu lieu en avril ou mai, période de préconisation pour ces composés.

Le **2,4-D** a été détecté à une seule reprise, en avril, sur le site de Bois-Herpin.

La situation est identique pour le **Clopyralid**, également détecté une seule fois à Bois-Herpin, au cours de la période d'utilisation du produit (entre avril et juillet). Enfin le **Trifloxystrobine** a également été détecté plusieurs fois sur le site rural de Bois-Herpin au cours des mois d'avril et mai. Ceci est cohérent avec la période d'application.

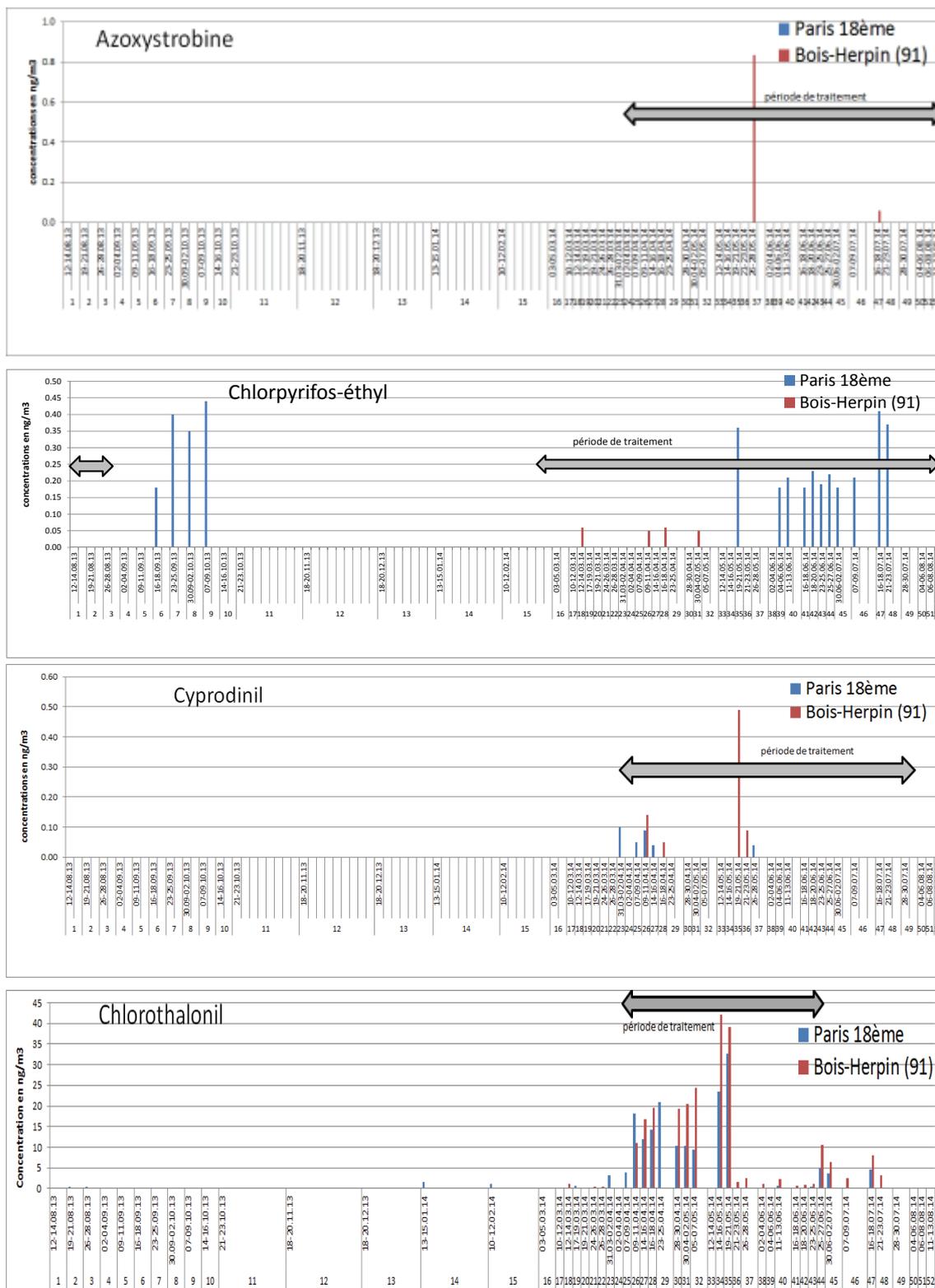
Les graphiques présentant l'évolution des concentrations pour ces trois composés sont présentés en Annexe 7.

⁴⁰ Le Pyriméthanol est un fongicide pour pois et pommiers, le Ziram, un fongicide pour arbres fruitiers, et le Piperonyl butoxide est un adjuvant pour pelouses

⁴¹ Phyt'eaux propres, La contamination des eaux par les produits phytosanitaires en région Ile-de-France – Bilan d'activité 1997 – 2001.

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

L'évolution des concentrations des six produits à usage mixte (en zone non-agricole et sur les cultures dominantes) en Azoxystrobine, Chlorpyrifos-éthyl, Cyprodinil, Chlorothalonil, Propiconazole et Tebuconazole a été étudiée sur les deux sites (Figure 28).



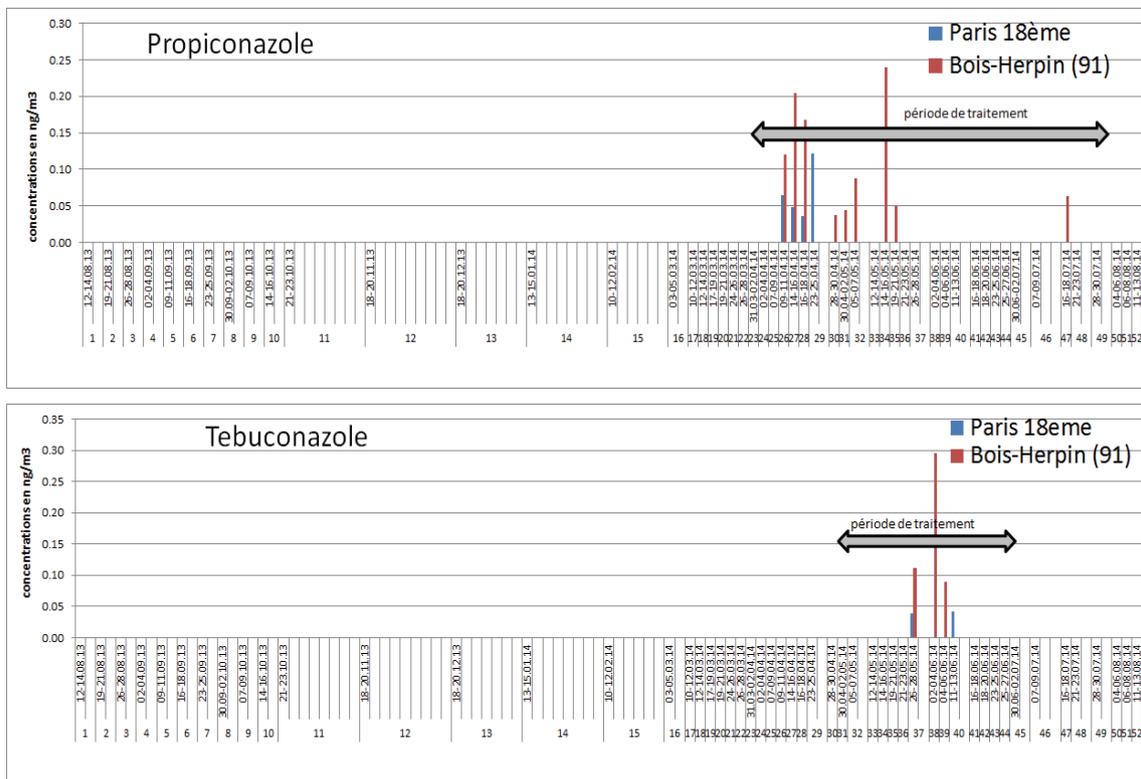


Figure 28 : Evolution des concentrations en Azoxystrobine, Chlorpyrifos-éthyl, Cyprodinil, Chlorothalonil, Propiconazole et Tebuconazole à Paris et périodes d'application

L'**Azoxystrobine** n'a pas été détecté à Paris. Les 2 détections concernent le site de Bois-Herpin, le maximum étant de 0.8 ng/m³. La seconde détection est à la limite de la quantification. Ces 2 détections ont eu lieu au cours de la période d'utilisation du produit, à savoir entre les mois d'avril et d'août.

Le **Chlorpyrifos-éthyl** a été détecté sur les deux sites, mais à des périodes distinctes. A Bois-Herpin, il a été détecté à 4 reprises, à des niveaux voisins de 0.05 ng/m³, au printemps (entre mars et mai). La période d'application court sur les mois de mars à août. Les détections sur le site urbain de Paris présentent des teneurs plus élevées, comprises entre 0.15 et 0.45 ng/m³, sur les mois de mai – juin - juillet et septembre – octobre. Aussi, pour ce composé, il est difficile de faire le lien avec niveau rencontré et période d'application, les maxima n'ayant pas été uniquement atteints en période d'application.

Le **Cyprodinil** (fongicide) a également été détecté sur les 2 sites, avec des teneurs comparables (0.1 ng/m³) à l'exception d'un maximum de 0.5 ng/m³ sur un prélèvement à Bois-Herpin courant mai. Les détections courent sur les mois d'avril et de mai, ce qui est cohérent avec les périodes d'application (entre avril et juillet).

Pour le **Chlorothalonil**, les détections sont enregistrées à une même période au niveau des deux sites de mesure, et à des niveaux comparables. Les détections débutent en avril (niveaux de l'ordre de 20 ng/m³), avec les niveaux les plus importants en mai (40 ng/m³). Les détections du mois de juin présentent de faibles teneurs (1 ng/m³), avant d'augmenter un peu en juillet (entre 5 et 10 ng/m³). Si les derniers traitements ont bien eu lieu en juin, cela signifie que des détections sont possibles jusqu'à un mois après la période d'application.

Le **Propiconazole** (fongicide) a, comme le Cyprodinil, été retrouvé sur les deux sites. A Paris, les détections étaient regroupées sur le mois d'avril, avec des niveaux entre 0.05 et 0.1 ng/m³. A Bois-Herpin, les détections ont été plus nombreuses, les teneurs plus élevées (concentrations entre 0.05 et 0.25 ng/m³), et la période de

détection plus longue, courant sur les mois d'avril et de mai. Une détection ponctuelle a eu lieu en juillet. Ces éléments sont cohérents avec la période de traitements, entre avril et juillet.

Le **Tebuconazole** (fongicide utilisé sur tout type de culture) a été détecté sur les deux sites entre mai et juin, ce qui correspond aux périodes d'utilisation. Les teneurs ont été maximales sur le site rural de Bois-Herpin (0.25 ng/m³), contre 0.05 à 0.1 ng/m³ pour les autres relevés.

Tous les composés à usage mixte sont trouvés sur les deux sites (à l'exception de l'azoxystrobine, non retrouvé à Paris), à des périodes généralement cohérentes avec celles des traitements. Parfois, les teneurs maximales dans l'atmosphère n'ont pas été retrouvées au cours des périodes de traitement. Ceci peut s'expliquer par des usages en zone non-agricole hors période d'usage répertorié plus important que sur les grandes cultures.

6. QUELLES EVOLUTIONS DEPUIS 2006 ?

Les comparaisons des pesticides trouvés lors des deux campagnes présentent des limites, compte-tenu :

- des méthodes de mesure différentes : le changement de méthode de prélèvement permet un gain en efficacité de piégeage des substances volatiles et l'augmentation du nombre de produits recherchés,
- des pas de temps différents (mesures hebdomadaire en 2006 – mesures 48 heures en 2014)
- des périodes couvertes différentes (ensemble de la période printanière en 2006 contre 85 % des jours ouvrés en 2014) : des produits non utilisés au printemps ont pu être trouvés lors de la campagne 2013 / 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 1m³/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.

6.1 LES COMPOSES DETECTES AUX PRINTEMPS 2006 ET 2013/2014

6.1.1 LES COMPOSES DETECTES AUX PRINTEMPS 2006 ET 2013/2014

En prenant en compte l'ensemble des pesticides recherchés en période printanière lors des deux campagnes de mesure, 38 composés ont été détectés au moins une fois au printemps 2006 ou au printemps 2014.

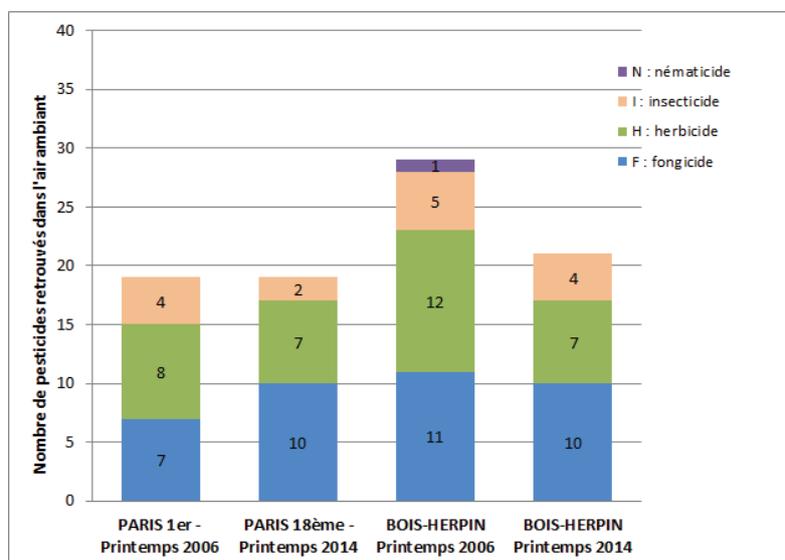


Figure 29 : Comparaison du nombre de substances actives retrouvé à Paris et à Bois-Herpin aux printemps 2006 et 2014 d'après une base commune de pesticides recherchés

Si le nombre de pesticides détecté est similaire à Paris, avec 19 pesticides détectés au printemps 2006 et 2014, cela est différent en zone rurale sur le site de Bois-Herpin. En effet, le **nombre de composés détectés à Bois-Herpin est moins important lors de la campagne de 2014** que lors de la précédente étude menée en 2006 avec 29 pesticides contre 21. **La baisse** du nombre de pesticides détectés à Bois-Herpin **concerne principalement les herbicides (7 en 2014 contre 12 en 2006)** mais également l'ensemble des usages de manière très sensible, puisque la diminution touche les insecticides (4 contre 5), les fongicides (10 contre 11) et les nématicides (0 contre 1).

A Paris, 10 pesticides ont été mesurés à la fois au printemps 2006 et 2014 alors que 16 composés ont été mesurés sur ces mêmes périodes à Bois-Herpin (Figure 30). Les substances actives mesurées au printemps à Paris lors des deux campagnes ont également été détectées sur le site de Bois-Herpin sur les deux périodes.

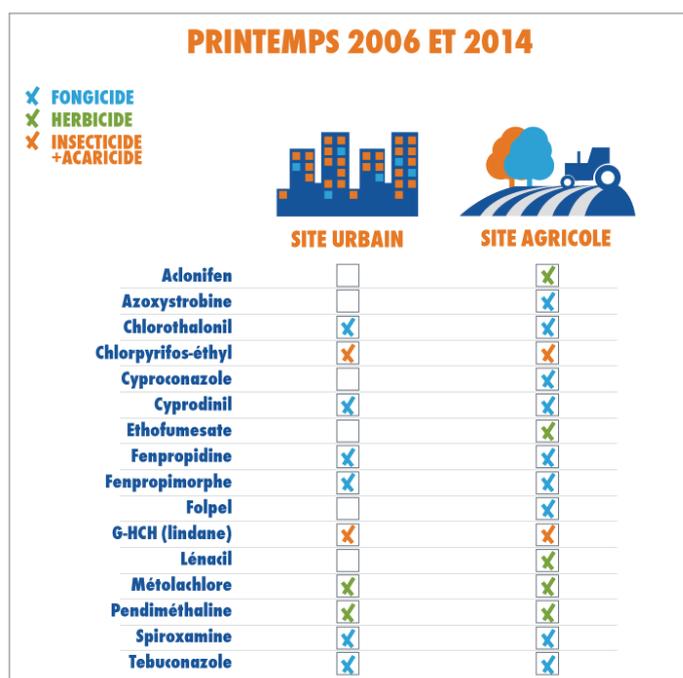


Figure 30 : Synthèse des substances détectées **au printemps** lors des campagnes de 2006 et 2014 sur les sites de Paris et de Bois-Herpin (91)

6.1.2 IMPACT DES INTERDICTIONS INTERVENUES DEPUIS 2006

Parmi les composés recherchés lors des campagnes 2006 et 2013-2014, certaines substances actives qui avaient été mesurées en 2006 ne sont **plus détectées dans l'air ambiant francilien en 2013-2014. Cela correspond à 14 composés** (Tableau 5), dont 8 herbicides, 3 insecticides, 2 fongicides et 1 nématicide.

La plupart du temps, cela s'explique par une interdiction d'utilisation de ces substances intervenue depuis 2006. Les herbicides Fenoxaprop-p-éthyl et Oxadiazon et le fongicide Tetraconazole ne sont pas interdits, mais n'ont pas été détectés en 2013-2014.

Les substances actives interdites depuis 2006 les plus emblématiques sont les herbicides Alachlore, Dichlobenil et la Trifluraline. La Trifluraline a été détectée lors des mesures réalisées au printemps 2006 durant 97 % du temps, soit quasiment lors de chaque série de mesure sur les cinq sites instrumentés, aussi bien en milieu urbain dense, en zone périurbaine qu'en zone rurale. **Suite à l'interdiction de son utilisation à partir de 2009 et de son caractère non persistant dans l'air, la Trifluraline n'est aujourd'hui plus détectée dans l'air ambiant francilien.**

Il en est de même pour l'Alachlore et Dichlobenil, composés mesurés près de la moitié du temps durant le printemps 2006 (44 % pour l'Alachlore et 62 % pour le Dichlobenil) mais non détectés en 2013-14.

catégorie de pesticides	Pesticides
Herbicides	Acétochlore Alachlore Dichlobenil Fenoxaprop-p-éthyl Oxadiazon Propachlor Tébutame Trifluraline
Insecticides et Acaricides	Alpha-Endosulfan Carbofuran Dichlorvos
Fongicides	Tetraconazole Vinclozolin
Nématicides	Ethoprophos

Tableau 5 : Pesticides non détectés lors de la campagne 2013-2014 alors qu'ils l'avaient été en 2006

6.1.3 L'EMERGENCE DE NOUVEAUX COMPOSES

Du fait de leur interdiction, certaines substances actives ne sont plus détectées dans l'air ambiant francilien en 2013/2014, comparativement à 2006. A l'inverse, certains composés sont aujourd'hui détectés, alors qu'ils ne l'ont pas été en 2006. Ces substances actives sont listées dans le Tableau 6. Cette liste a été établie à partir d'une liste commune de composés recherchés.

catégorie de pesticides	Pesticides
Herbicides	Atrazine Diméthénamide (DMTA) Métazachlore Propyzamide Simazine Terbuthylazine
Insecticides et Acaricides	Diazinon Lambda-Cyhalothrine
Fongicides	Epoxiconazole Fluazinam Tolyfluanid

Tableau 6 : Pesticides détectés lors de la campagne 2013-2014 alors qu'ils ne l'ont pas été en 2006

Deux herbicides, le **Métazachlore** et la **Propyzamide**, ont été détectés sur **une période non couverte par les mesures réalisées en 2006**. En effet, le Métazachlore a été détecté en septembre à quatre reprises sur les sites de mesure de Paris 18^{ème} et de Bois-Herpin, période préconisée d'utilisation contre les adventices (graminées et dicotylédones), notamment pour la culture du colza. La Propyzamide a été détectée sur les deux prélèvements effectués en novembre et décembre sur les deux sites de mesure. La Propyzamide est notamment utilisée dans les grandes cultures de colza en période hivernale (novembre à décembre) afin de lutter contre les adventices (brome de colza). Il est donc logique que ces herbicides, utilisés entre septembre et décembre, n'aient pas été détectés lors de la campagne de mesure de 2006, dont les mesures ont été réalisées entre mars et juin.

La situation est moins évidente pour 9 autres composés :

Quatre herbicides (**Atrazine, Diméthénamide, Simazine et Terbuthylazine**) ont été mesurés au moins une fois sur un des sites de mesure au cours de la campagne 2013-2014 et cela malgré l'interdiction d'utilisation

depuis 2003 de ces substances actives⁴². L'Atrazine a été détectée une fois à Paris et la Simazine à une reprise à Bois-Herpin. Le Diméthénamide a été mesuré à 5 reprises uniquement sur le site de Bois-Herpin alors que la Terbutylazine l'a été à Paris et à Bois-Herpin respectivement à deux et trois reprises.

Pour information, ces composés interdits sont également détectés dans d'autres régions de France. C'est notamment le cas pour la région Centre. L'Atrazine a été observée sur un site en 2013, alors qu'elle n'avait pas été détectée lors des mesures de 2009⁴³. Les autres composés n'ont pas été détectés (la Simazine n'a pas été recherchée) en 2009. Toutefois, lors de précédentes campagnes, le Diméthénamide avait été détecté en 2008, alors que le Terbutylazine a été recherché mais jamais détecté en région Centre. Si la Simazine n'a pas été recherchée en région Centre, elle a été détectée en Franche-Comté et en Rhône-Alpes.

Ces composés se retrouvent également dans d'autres environnements, comme les eaux souterraines ou superficielles.

Cinq autres composés ont été détectés en 2013/2014 et pas en 2006.

Deux insecticides sont concernés. Il s'agit du **Diazinon** (détecté à 3 reprises) et du **Lambda-Cyhalothrine** (détecté à une reprise), trouvé sur le site de Bois-Herpin,

Trois fongicides font également parties de la liste. Il s'agit du **Tolyfluanid**, détecté à 7 reprises sur le site parisien. Viennent ensuite l'**Epoxiconazole**, détecté sur les 2 sites, entre avril et juillet, à 10 reprises (4 fois à Paris, 6 à Bois-Herpin), ainsi que le **Fluazinam**, observé sur les 2 sites, à 4 reprises en juin à Paris 18^{ème} et une reprise en août à Bois-Herpin.

Le changement de méthode de prélèvement peut expliquer en partie la détection de Diazinon et du Propyzamide (surtout concernant des concentrations « élevées » - supérieures à 1 ng/m³). En revanche, cela n'explique pas les enregistrements pour la **DMTA**, l'Epoxiconazole, le Fluazinam et le Métazachlore. Ces composés ont également été détectés dans d'autres régions :

- ✓ DMTA : ce composé est fréquemment rencontré dans les autres régions (11), quelle que soit la méthode de prélèvement,
- ✓ L'Epoxiconazole est également fréquemment rencontré dans les autres régions (mais de façon moins fréquentes que le DMTA), quelle que soit la méthode de prélèvement,
- ✓ Le Fluazinam est retrouvé en Picardie, Champagne-Ardenne et Midi-Pyrénées, avec différentes méthodes de prélèvement,
- ✓ Le Métazachlore est retrouvé dans une dizaine de régions françaises, quelle que soit la méthode de prélèvement.

Les mesures en plus grand nombre de substances actives lors de la campagne de 2013-2014 a permis de détecter 22 composés supplémentaires par rapport à la campagne menée en 2006 (Tableau 7). Ainsi 7 herbicides, 6 fongicides, 4 insecticides, 2 acaricides et 2 insecticides/Acaricides ont été retrouvés dans l'air francilien, qui n'avaient pas fait l'objet de recherche en 2006.

⁴² Atrazine : Interdit à la commercialisation à partir du 30/09/2002, interdit à l'utilisation à partir du 30/06/2003 ; Diméthénamide : interdit à l'utilisation à partir du 30/12/2003. Simazine : date limite d'écoulement des stocks fixée à la distribution au 30/09/2002 et à l'utilisation au 30/09/2003 ; Terbutylazine : interdit à la commercialisation à partir du 30/09/2002, et interdit à l'utilisation à partir du 30/06/2003. Si usage pour désherbage de la vigne, délai d'écoulement des stocks jusqu'au 31/12/2003 pour la distribution et jusqu'au 30/06/2004 pour l'utilisation.

⁴³ «Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, année 2013», Février 2014 http://www.ligair.fr/document/rapport-pesticides-2013_1

catégorie de pesticides	Pesticides
Herbicides	2.4-D Chlortoluron Clomazone Clopyralid Isoproturon Napropamide Prosulfocarb
Insecticides et Acaricides	Bendiocarb Dieldrine Bromopropylate Fenpropathrine Fipronil Fonofos Permethrine Phosalone
Fongicides	Boscalid Diphénylamine Propiconazole Pyriméthanil Trifloxystrobine Ziram

Tableau 7 : Pesticides détectés lors de la campagne 2013-2014 alors qu'ils n'ont pas été recherchés en 2006.

6.1.4 SYNTHÈSE DE LA COMPARAISON ENTRE LA CAMPAGNE DE MESURE MENEES AU PRINTEMPS 2006 ET CELLE D'AOUT 2013 / AOUT 2014

La Figure 31 présente les substances actives détectées ou non pour les campagnes menées en 2006 et en 2013-2014.



Figure 31 : Synthèse des substances recherchées et trouvées lors des campagnes de 2006 et 2013/14 (en nombre de détections)

- ✓ 16 substances actives ont été détectées à la fois en 2006 et 2013-2014.
- ✓ 36 pesticides recherchés lors des campagnes de 2006 et de 2013-2014 n'ont pas été détectés dans l'air francilien.

- ✓ 22 nouveaux composés ont été détectés en 2013-2014 alors que ceux-ci n'ont pas été recherchés lors de la précédente campagne de mesure menée en 2006.
- ✓ 11 composés ont été détectés en 2013-2014 alors qu'ils ne l'ont pas été en 2006. Quatre herbicides (Atrazine, Diméthénamide Simazine et Terbutylazine) ont été mesurés au moins une fois sur un des sites de mesure au cours de la campagne 2013-2014 malgré l'interdiction d'utilisation de ces substances actives. Les mesures sur l'ensemble d'une année ont permis la détection de substances actives utilisée en dehors de la période de mesure couverte en 2006 (printemps). Les herbicides Métazachlore et Propyzamide, ont été détectés respectivement en septembre et en novembre-décembre périodes préconisée pour leur utilisation contre les adventices, notamment dans le cadre de la culture du colza.
- ✓ 14 composés n'ont pas été détectés en 2013/14 alors qu'ils l'avaient été lors de la campagne 2006. La majorité de ces composés sont aujourd'hui interdits (Trifluraline, Alachlore, Dichlobenil...), hormis pour les substances actives Fenoxaprop-p-éthyl, Oxadiazon et Tetraconazole.

6.2 COMPARAISON DES CONCENTRATIONS MESUREES EN 2006 ET EN 2014 (PERIODE PRINTANIERE)

En prenant en compte l'ensemble des pesticides recherchés lors des deux campagnes de mesure et détectés au moins une fois au printemps 2006 ou au printemps 2014, une comparaison des teneurs mesurées peut être réalisée.

La Figure 32 présente pour les sites de mesure instrumentés à Paris (Paris 1^{er} en 2006 et Paris 18^{ème} en 2014) et à Bois-Herpin (91) les teneurs moyennes mesurées de pesticides au printemps 2006 et 2014.

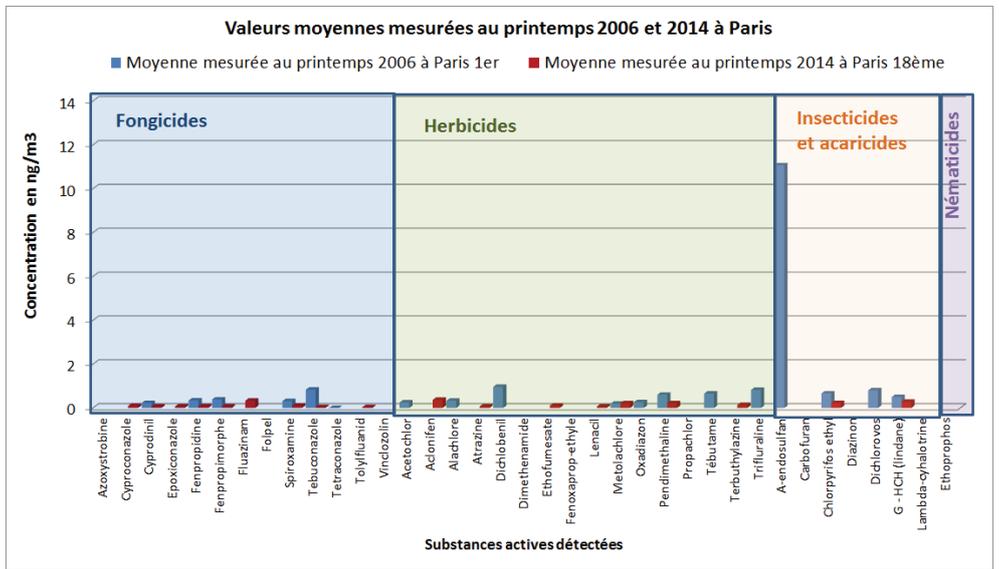
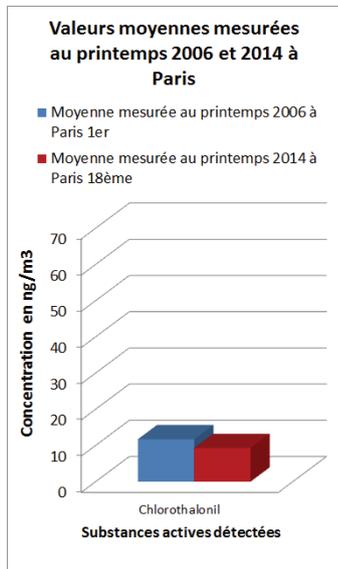
Pour les pesticides détectés à la fois au printemps 2006 et 2014, la baisse des teneurs moyennes est relativement importante.

Sur le site rural de Bois-Herpin, la baisse moyenne sur les composés détectés au printemps 2006 et 2014 est d'environ 70 %. La diminution des teneurs est importante sur les composés dont les teneurs étaient les plus élevées en 2006. Ainsi, les fongicides tels que le **Cyprodinil**, le **Cyproconazole**, le **Folpel** ou encore le **Fenpropimorphe**, dont les niveaux moyens étaient au printemps 2006 supérieurs à 2 ng/m³, sont en 2014 inférieurs de 95 % avec des niveaux moyens n'excédant pas 0.2 ng/m³. Cela est également vrai pour les herbicides, notamment la Pendiméthaline, dont les teneurs moyennes ont diminué de plus de 90 % (6.1 ng/m³ en 2006 contre 0.4 ng/m³ en 2014).

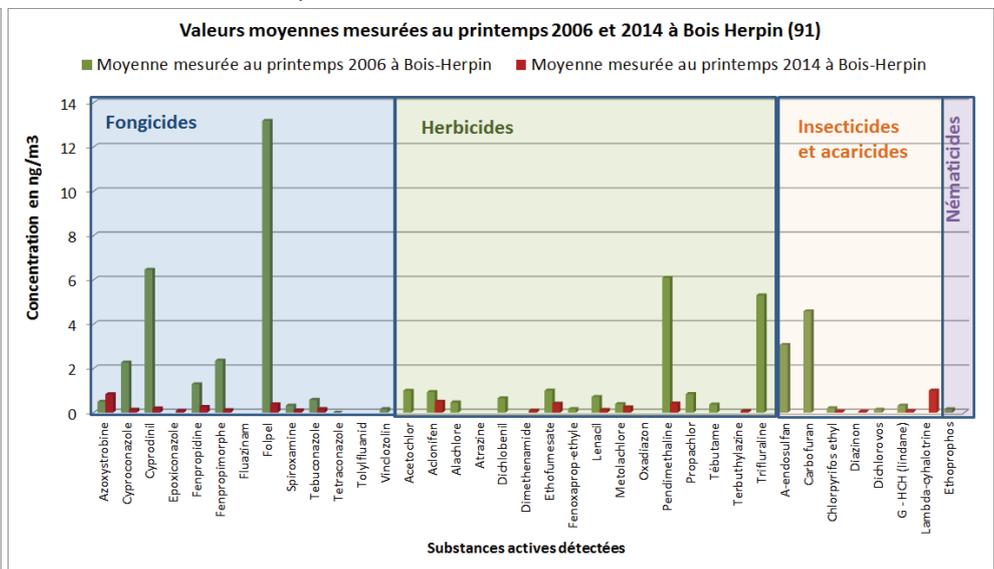
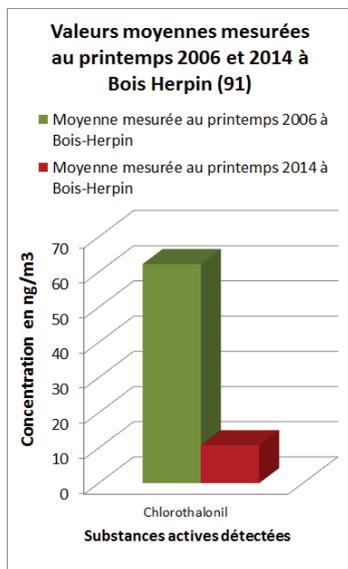
A Paris, même si en 2006 les teneurs de ces fongicides (Cyprodinil, Fenpropimorphe) et herbicides (Pendiméthaline) étaient plus faibles qu'en zone rurale, une diminution moyenne des teneurs de l'ordre de 75 % est tout de même observé entre 2006 et 2014.

Le **Chlorothalonil**, fongicide très fréquemment détecté au printemps 2006 et 2014, aussi bien à Paris qu'à Bois-Herpin, observe **des teneurs en baisse que ce soit en moyenne ou pour les valeurs maximales**. La baisse la plus importante est notée à Bois-Herpin, avec une diminution de plus de 80 % du niveau moyen (62 ng/m³ en 2006 contre 11 ng/m³ en 2014) et de la teneur maximale enregistrée (305 ng/m³ en 2006 contre 62 ng/m³ en 2014). A Paris, les teneurs moyennes de Chlorothalonil ont diminué de 20 % (respectivement 38 % pour la valeur maximale : avec 53 ng/m³ à Paris Centre en 2006 contre 33 ng/m³ en 2013/2014).

Concernant le **Lindane**, toujours détecté dans l'air malgré son interdiction depuis 2007, les teneurs ont diminué de manière importante, avec une baisse de plus de 40 % à Paris et 75 % à Bois-Herpin. Les utilisations biocides du lindane peuvent éventuellement expliquer la baisse moins importante à Paris. Paris présente, au printemps 2014, des teneurs moyennes 2.5 fois plus importantes qu'en zone rurale (0.28 ng/m³ contre 0.08 ng/m³).



a) Paris



b) Bois-Herpin (91)

Figure 32 : Valeurs moyennes (en ng/m³) mesurées au printemps 2006 et 2014 à Paris et à Bois-Herpin (91) sur la base commune des pesticides recherchés lors de ces campagnes

Le Metolachlore (herbicide) est la seule substance active mesurée à la fois au printemps 2006 et 2014 dont la concentration maximale enregistrée lors de la campagne 2013-2014 est supérieure à celle de 2006. Le site rural et le site parisien enregistrent des teneurs maximales plus importantes en 2013-2014 avec respectivement des concentrations de 0.4 ng/m³ et 0.7 ng/m³ mesurées en moyenne sur 48 heures. Précédemment, lors de la campagne de 2006, la teneur maximale n'a pas excédé 0.4 ng/m³ sur le site parisien et 0.2 ng/m³ à Bois-Herpin. L'augmentation de la valeur maximale de cet herbicide peut être imputable à une plus grande utilisation de cette substance compte-tenu de plusieurs interdictions d'herbicides depuis 2006.

Les valeurs maximales mesurées au printemps 2006 et 2014 à Paris et à Bois-Herpin sur la base des pesticides communs recherchés lors de ces campagnes sont présentées à l'Annexe 11.

En conclusion, **les teneurs relevées au printemps 2014 sont moins importantes que celles relevées au printemps 2006, à l'exception de l'herbicide Metolachlore.**

7. COMPARAISON AVEC LES MESURES REALISEES EN FRANCE

Ce paragraphe présente une analyse rapide des composés retrouvés dans les régions avoisinantes à l'Île-de-France, et à quels niveaux, ceci afin d'étudier la continuité des résultats sur un territoire plus grand. En effet, de nombreuses AASQA réalisent des mesures de pesticides dans l'air, mesures qui couvrent quasiment toute la France.

Le traitement réalisé est centré sur les résultats franciliens, aussi il n'est fait référence ici qu'aux produits suivis lors de la campagne francilienne. Ce travail n'est qu'indicatif ; des comparaisons nationales seront réalisées de façon plus complètes à l'échelle de la France, notamment par l'ANSES dans le cadre d'un groupe de travail « Air ambiant et pesticides ».

La comparaison entre les résultats franciliens et ceux des régions avoisinantes concerne dans un premier temps les composés détectés. Dans un second temps, la comparaison porte sur les concentrations observées.

L'analyse bibliographique a porté sur 20 études françaises (18 régions) réalisées à une période proche de celle de la campagne de mesure d'Airparif (août 2013/août 2014). La liste des rapports étudiés est présentée en Annexe 12.

Des différences existent entre les études et ont été prises en compte dans les interprétations :

- Les méthodes de prélèvements peuvent être différentes : prélèvements hebdomadaires et réalisés avec des préleveurs bas débit (Région Centre) ou relevés sur 48 heures avec des préleveurs haut débit (cas de toutes ou une partie des mesures en Picardie, PACA, Normandie et Rhône-Alpes) ;
- Les composés suivis diffèrent également, la liste des composés recherchés variant selon les régions. Aussi un composé peut ne pas être observé dans une région tout simplement parce qu'il n'a pas été recherché ;
- La période des mesures : certains composés peuvent être observés à une certaine période de l'année mais pas à une autre. Aussi il faut être vigilant lors de l'analyse de mesures réalisées sur une période inférieure à une année ;
- La typologie et la localisation des sites : les résultats, aussi bien en terme de composés que de concentrations, peuvent varier selon la typologie des sites (qu'ils soient urbains, ruraux, spécifiques) et à l'environnement des sites : des mesures en zone viticole ne présenteront pas les mêmes résultats qu'en Beauce, les cultures présentes et pesticides utilisés n'étant pas forcément identiques.

7.1 COMPARAISON DES COMPOSES DETECTES

Dans ce paragraphe, nous allons nous intéresser aux composés recherchés et trouvés en Île-de-France, et croiser ces résultats avec les études françaises disponibles.

Un zoom est d'abord réalisé sur les composés détectés en Île-de-France. Il a été considéré dans ce paragraphe les substances détectées sur un moins l'un des deux sites franciliens plus de 10 % des mesures. 22 composés sont concernés. Il a été recherché si ces composés trouvés en Île-de-France l'étaient également dans une ou plusieurs autres régions de France. Les résultats sont synthétisés à la Figure 33.

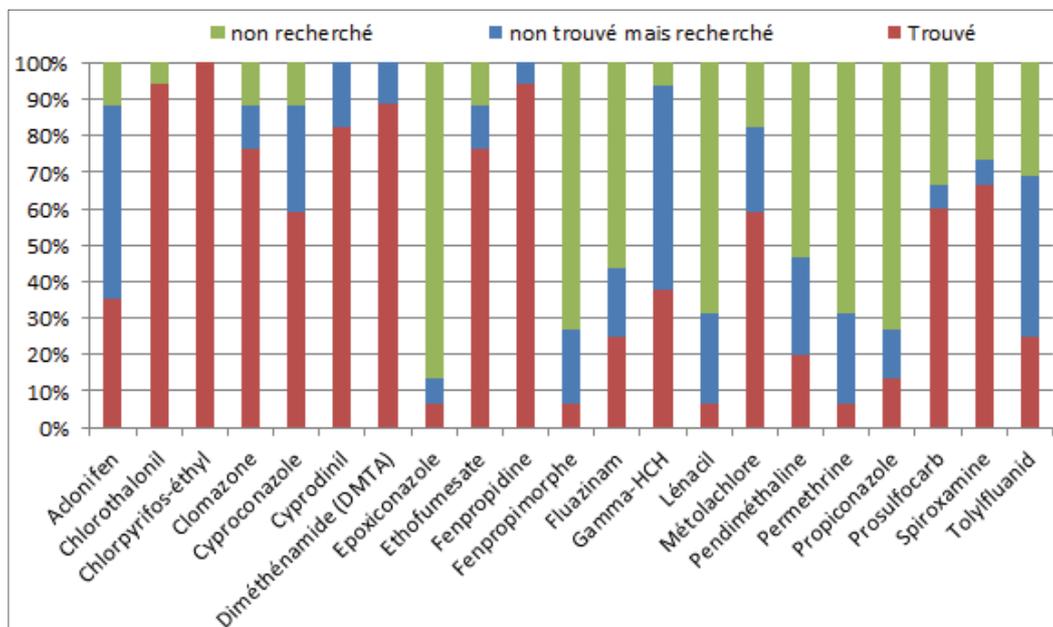


Figure 33 : Comparaison des composés les plus détectés en Île-de-France lors de la campagne 2013/14 avec les résultats des dernières études françaises (18 études)

Toutes les substances détectées en Île-de-France (20) l'ont également été dans au moins une autre région. Il n'y a par conséquent pas de spécificité francilienne.

11 composés ont été retrouvés dans plus de la moitié des régions ayant réalisées des mesures de pesticides dans l'air : le Chlorothalonil, le Clomazone, le Cyproconazole, le Cyprodinil, le DMTA, l'Ethofumesate, le Fenpropidine, le Métolachlore, le Prosulfocarb et le Spiroxamine.

Le Chlorpyrifos-éthyl a été recherché et trouvé dans la totalité des 18 autres régions françaises étudiées.

A l'inverse, certaines substances (5) ont été peu retrouvées en dehors de l'Île-de-France, car peu recherchées ; il s'agit de l'Epoxiconazole, du Fenpropimorphe, du Lenacil, du Perméthrine et du Propiconazole. Ces produits ont généralement été trouvés dans différentes régions françaises, non limitrophes à l'Île-de-France.

Parmi les régions limitrophes à l'Île-de-France, la région Centre a mis en évidence la présence dans l'air de 11 composés (parmi les 20 sélectionnés).

En Champagne-Ardenne, seul l'Ethofumesate n'a pas été trouvé dans les prélèvements, et en Bourgogne, seul le Cyproconazole n'a pas été détecté. Il est toutefois possible que ponctuellement, parmi ces 11 composés, certains n'aient pas été recherchés.

En Picardie, où les prélèvements ont été réalisés via la méthode « haut débit » (même protocole qu'en Île-de-France), les composés sont tous retrouvés à l'exception du DMTA (non trouvé).

Ainsi, le profil des composés détectés dans l'air francilien est très proche de celui observé dans la partie centrale de la France (régions Centre, Bourgogne, Picardie, Champagne-Ardenne).

7.2 COMPARAISON EN TERME DE CONCENTRATION

Ce paragraphe compare les teneurs rencontrées sur les deux sites franciliens aux niveaux observés dans les régions voisines (Picardie, Centre, Champagne-Ardenne et Bourgogne)⁴⁴.

Les résultats des sites de mesure de typologies comparables aux mesures franciliennes ont été retenus, à savoir de typologie urbaine ou rurale à proximité de grandes cultures. Les sites en zone viticole n'ont, par exemple, pas été pris en compte.

Ainsi quatre sites en zone urbaine ont été pris en compte. Ils caractérisent les niveaux de pesticides à Orléans, Tours, Reims et Creil.

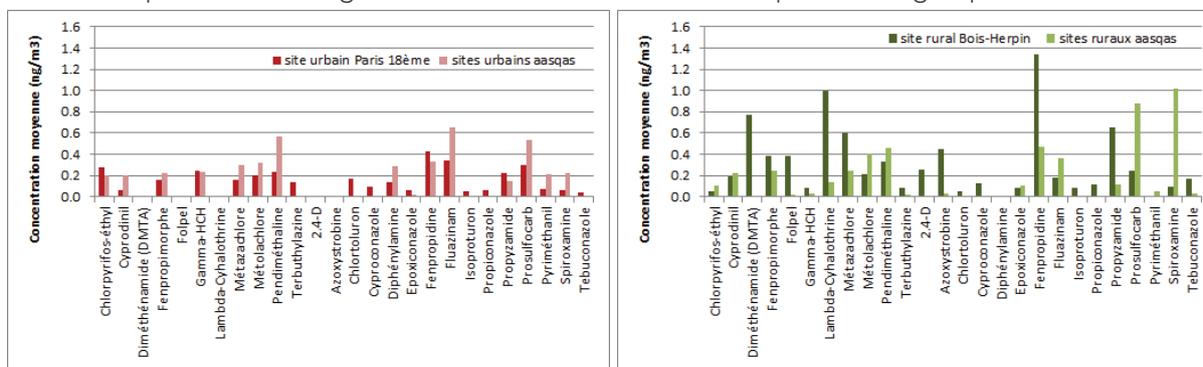
En zone rurale, quatre sites ont également été retenus, un dans chaque région limitrophe.

Les mesures ont eu lieu sur une année uniquement en région parisienne et à Reims (2012). Sinon, le printemps est la période ciblée (tous sites confondus, les relevés ont lieu entre début mars et mi-septembre. Cela a forcément un impact :

- sur les concentrations moyennes. Pour les campagnes réalisées uniquement au printemps, lorsque l'usage est maximum, les teneurs moyennes peuvent être plus élevées que si le composé avait été surveillé sur une année.
- sur les concentrations maximales. Il est important de noter que pour les résultats franciliens et picards, les concentrations maximales sont associées à une période de 48h, contre une semaine pour les autres relevés.

Les comparaisons concernent uniquement les composés recherchés et trouvés en région francilienne. Aussi, pour certains composés, il est possible que la moyenne hors Île-de-France concerne uniquement un site de mesure. C'est le cas pour 12 composés (une seule valeur en milieu rurale, et/ou une seule valeur en milieu urbain).

Les résultats sont présentés à la figure suivante. Les données numériques sont regroupées en Annexe 12



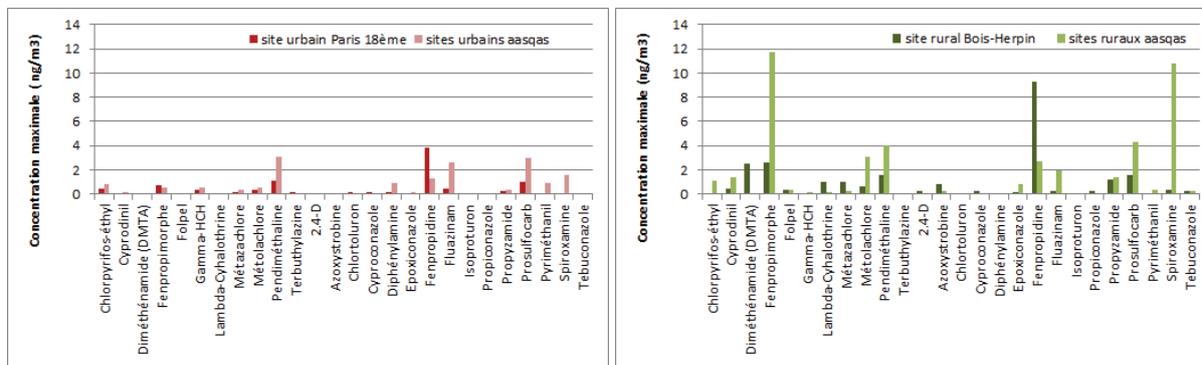
(a) Comparaison des teneurs moyennes sur la période de mesure de chaque campagne sur les sites urbains et les sites ruraux

⁴⁴ Mesures Lig'Air : Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, année 2013.

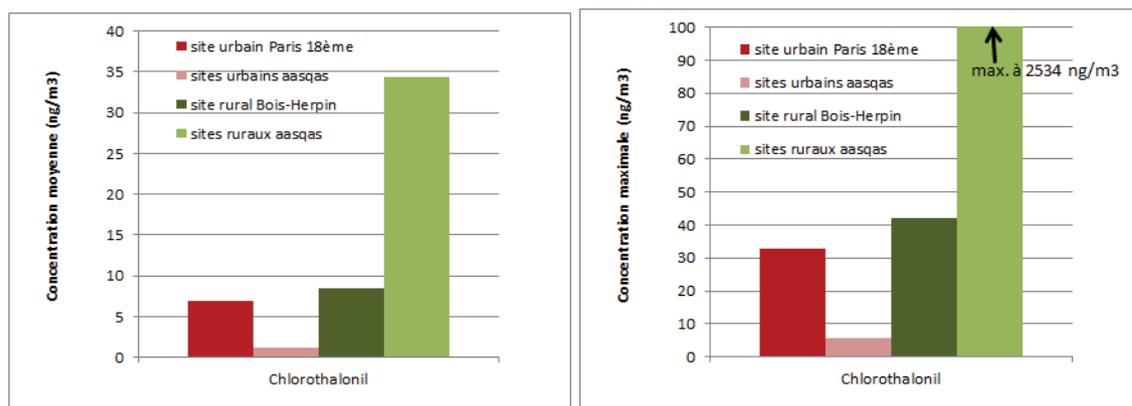
Mesures Atmo Champagne-Ardenne : Evaluation des pesticides à Reims sur l'année 2012 ; Evaluation des pesticides à proximité des grandes cultures dans la Marne en période de traitement (51).

Mesures Atmos'air Bourgogne : Evaluation des concentrations en pesticides dans l'air ambiant en zone rurale : bilan des mesures effectuées sur la commune de Montot (21) de mars à août 2011.

Mesures Atmo Picardie : Etude sur les résidus de produits phytosanitaires dans l'air en Picardie, mesures réalisées du 13/03 au 14/09/2012.



(b) Comparaison des teneurs maximales sur la période de mesure de chaque campagne sur les sites urbains et les sites ruraux



(c) Cas du Chlorothalonil : teneurs moyennes à gauche, teneurs maximales à droite

Figure 34 : comparaison des teneurs des composés détectés en Île-de-France lors de la campagne 2013/14 avec les résultats des dernières études d'autres régions françaises limitrophes

D'une manière générale, les **teneurs sont homogènes entre les sites de mesure étudiés**, aussi bien en milieu urbain qu'en zone rurale « grandes cultures », mise-à-part pour le Chlorothalonil, ceci malgré les périodes de mesure différentes et les méthodes de prélèvements mises en place.

Plus précisément, le **site urbain parisien présente des teneurs en Chlorothalonil plus importantes**, aussi bien en moyenne qu'en maximum, que sur les autres sites urbains des régions limitrophes : 6.9 ng/m³ en moyenne (1.2 ng/m³ en moyenne sur les autres régions), 33 ng/m³ en maximum (6 ng/m³ ailleurs).

En zone rurale, un site en Champagne-Ardenne présente des niveaux très forts : 130 ng/m³ en moyenne, avec un maximum à 2 534 ng/m³. Après consultation des derniers éléments disponibles sur ce site, les relevés 2012 montrent une forte baisse pour ce composé, avec un maximum sur une semaine de 4.8 ng/m³.

La comparaison avec les sites ruraux des autres régions met en avant une moyenne à 34 ng/m³, contre 8.5 ng/m³ à Bois-Herpin (moyenne sur les autres régions sans le site en Champagne-Ardenne : 2.6 ng/m³). En maximum, le site rural francilien atteint 42 ng/m³, contre 5.3 ng/m³ dans les régions limitrophes (si on exclut le site en Champagne-Ardenne).

Pour les autres composés, en moyenne, la teneur maximale est inférieure à 0.7 ng/m³ en milieu urbain (en Fluazinam en dehors de l'Île-de-France), contre 0.45 ng/m³ à Paris 18ème (pour le Fenpropidine).

Comme observé en région parisienne, les **teneurs en pesticides dans les autres régions sont en moyenne globalement plus élevées en zone rurale qu'en zone urbaine**, à quelques exceptions près des composés plus utilisés en zone urbaine que rurale. C'est le site de Bois-Herpin qui enregistre la teneur moyenne maximale la plus élevée pour le Fenpropidine (comme en zone urbaine à Paris 18ème), fongicide utilisé pour le blé (maximum enregistré mi-août). Globalement, le site rural francilien présente des teneurs moyennes plus élevées que sur les autres sites de la même typologie, ce qui n'est pas le cas pour le site de Paris.

En dehors de l'Île-de-France, en zone rurale, un site présente une teneur en spiroxamine à 1 ng/m³.

En terme de teneurs maximales, en milieu urbain, le site de Paris 18ème présente la plus forte valeur en Fenpropidine (3.8 ng/m³), ainsi qu'en Fenpropimorphe et de moindre façon pour le Chlortoluron, l'Isoproturon (très peu détectés), le Cyproconazole et le Propiconazole (peu détectés hors Île-de-France). En milieu rural, le site de Bois-Herpin présente les niveaux les plus élevés pour la moitié des composés. La différence la plus importante est enregistrée, comme en milieu urbain, pour le Fenpropidine : 9.3 ng/m³, contre 2.7 en zone rurale hors Île-de-France.

Les teneurs observées en région parisienne sont cohérentes avec les concentrations observées sur des sites de typologie similaire dans les régions limitrophes. Les niveaux en Chlorothalonil et d'une manière moindre, en Fenpropidine, sont toutefois plus importantes.

CONCLUSION

La campagne de mesure a permis le suivi de pesticides dans l'air francilien sur une année (août 2013 à août 2014) pour qualifier et quantifier leurs types et concentrations sur deux sites de typologie distincte : Bois-Herpin, caractéristique des grandes cultures céréalières et Paris 18^{ème}, de typologie urbaine, et suivre les variations temporelles des niveaux et des composés. Les évolutions depuis la campagne de 2006 ont été évaluées tant en types de composés trouvés que de concentrations.

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 fongicides et des herbicides qui ont été trouvés** dans l'air francilien (18 substances pour chaque usage), suivis des insecticides (8 composés). Le pesticide **le plus fréquemment retrouvé dans l'air ambiant sur l'ensemble des deux sites est le Chlorothalonil (fongicide)**, avec 54 détections (sur 91 filtres analysés au total). A Bois-Herpin, c'est un herbicide, le **Pendiméthaline**, qui a été le plus fréquemment retrouvé dans l'air ambiant, à 30 reprises.

Plus d'herbicides ont été retrouvés en zone rurale (comparativement à la zone urbaine), mais plus d'insecticides et d'acaricides ont été retrouvés à Paris. A Paris, sept insecticides/acaricides et quatre fongicides ont été trouvés spécifiquement.

Les **composés utilisés pour des cultures dominantes** en Île-de-France, **produits les plus souvent rencontrés, sont quantifiés de façon importante sur les deux sites**, avec une fréquence plus importante sur le site rural. Les composés liés à des **activités non-agricoles** sont **plus souvent retrouvés en milieu urbain** qu'en zone rurale, même si l'écart entre les deux sites est faible. Les concentrations de ces composés sont majoritairement inférieures ou égales à 0,2 ng/m³ (82 % des concentrations) mais sont **plus élevées à Paris** même si globalement, les niveaux sont faibles.

L'essentiel des teneurs mesurées au cours de la campagne sont inférieures à 0.2 ng/m³ sur les deux sites de mesure. Les teneurs sont plutôt **inférieures ou égales à 0,2 ng/m³ pour les insecticides, comprises entre 0.2 ng/m³ et 1 ng/m³ pour les herbicides, et supérieures à 1 ng/m³ pour les fongicides**.

Des teneurs d'insecticides et d'acaricides plus élevées ont été mesurées sur le site parisien.

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.

Les pesticides dans l'air ambiant sont **plus nombreux au printemps, entre mars et juin** avec 35 % des substances détectées uniquement à cette période. 31 % ont été détectées au printemps et en été-automne. 16 % ont été quantifiées uniquement en été-automne, et 10 % uniquement en hiver. **8 % des composés ont détectés tout au long de l'année**.

14 composés, détectés en 2006 n'ont pas été retrouvés lors de la campagne 2013-2014. La majorité de ces composés sont aujourd'hui interdits (Trifluraline, Alachlore, Dichlobenil...). A l'inverse, 11 composés ont été détectés en 2013-2014 alors qu'ils ne l'ont pas été en 2006, dont des substances actives utilisées en dehors de la période de mesure couverte en 2006 (Métazachlore et Propyzamide). Parmi les composés trouvés

uniquement en 2013-2014, **quatre herbicides (Atrazine, Diméthénamide Simazine et Terbutylazine) ont été mesurés au moins une fois sur un des sites de mesure malgré l'interdiction d'utilisation de ces substances.**

En termes de concentrations, les teneurs relevées au printemps 2014 sont moins importantes que celles relevées au printemps 2006, à l'exception de l'herbicide Metolachlore.

La surveillance des pesticides est à poursuivre régulièrement pour suivre les évolutions tant en types de composés que de concentrations. Le rapport la Cour des Comptes sur l'Evaluation des politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air mises en place au cours des vingt dernières années⁴⁵ recommande d'intégrer la surveillance des pesticides dans les missions des AASQAS.

Il est également important d'élargir les mesures aux environnements intérieurs. En effet, des pesticides sont utilisés dans les logements. De plus, les teneurs observées en air ambiant extérieur peuvent se retrouver dans les environnements intérieurs par transfert.

Les travaux nationaux seront suivis avec attention pour adapter les protocoles aux recommandations. Notamment, l'ANSES a mis en place un groupe de travail « Air ambiant et pesticides » début 2015. Il devrait fournir des recommandations en terme de mesures (quelle méthode de mesure ? quels composés ? quelle périodicité et sur quelle période ? quelle typologie de sites ?).

⁴⁵ <http://www.airparif.asso.fr/actualite/detail/id/157>

ANNEXES

Annexe 1- Liste des pesticides recherchés pour cette campagne de mesure

Pesticides	catégorie de pesticides	Pesticides	catégorie de pesticides
2.4' DDT	I : insecticide	Fludioxonyl	F : fongicide
2.4' DDD	M (DDT)	Flufénoxuron	I : insecticide
2.4' DDE	M (DDT)	Flurochloridone	H : herbicide
2.4-D	H : herbicide	Flusilazole	F : fongicide
4.4' DDD	M (DDT)	Folpel	F : fongicide
4.4' DDE	M (DDT)	Fonofos	I : insecticide
4.4' DDT	I : insecticide	Gamma-HCH	I : insecticide
Acétamipride	I : insecticide	Heptachlore	I : insecticide
Acétochlore	H : herbicide	Hexaconazole	F : fongicide
Aclonifen	H : herbicide	Hexythiazox	A : acaricide
Alachlore	H : herbicide	Imidaclopride	I : insecticide
Aldicarb	I : insecticide	Ioxynil	H : herbicide
Aldrine	I : insecticide	Iprodione	F : fongicide
Alpha-Endosulfan	I : insecticide	Iprovalicarb	F : fongicide
Alpha-HCH	I : insecticide	Isoproturon	H : herbicide
Anthraquinone	Repulsif corbeaux	Isoxaflutol	H : herbicide
Atrazine	H : herbicide	Krésoxim-méthyl	F : fongicide
Atrazine désisopropyl	M : atrazine	Lambda-Cyhalothrine	I : insecticide
Atrazine déséthyl	M : atrazine	Lénacil	H : herbicide
Azinphos-éthyl	I : insecticide	Linuron	H : herbicide
Azinphos-méthyl	I : insecticide	Lufénuron	I : insecticide
Azoxystrobine	F : fongicide	Malathion	I : insecticide
Bendiocarb	I : insecticide	MCPA	H : herbicide
Bénomyl	F : fongicide	MCPP (Mécoprop)	H : herbicide
Beta-Endosulfan	I : insecticide	Mepanipyrim	F : fongicide
Béta-HCH	I : insecticide	Mercaptodiméthur (methiocarb)	I+A+H
Bifénox	H : herbicide	Métazachlore	H : herbicide
Bifenthrine	I : insecticide	Methacriphos	I : insecticide
Bitertanol	F : fongicide	Méthidathion	I : insecticide
Boscalid	F : fongicide	Méthomyl	I : insecticide
Bromacil	H : herbicide	Métolachlore	H : herbicide
Bromopropylate	A : acaricide	Métrafénone	F : fongicide
Bromuconazole	F : fongicide	Myclobutanil	F : fongicide
Bupirimate	F : fongicide	Napropamide	H : herbicide
Captan	F : fongicide	Norflurazon	H : herbicide
Carbaryl	I : insecticide	Oryzalin	H : herbicide
Carbendazime	M : benomyl	Oxadiazon	H : herbicide
Carbofuran	I : insecticide	Oxadixyl	F : fongicide
Chlorfénviphos	I : insecticide	Oxydéméton méthyl	I : insecticide
Chlorothalonil	F : fongicide	Oxyfluorène	H : herbicide
Chlorpyrifos-éthyl	I : insecticide	Parathion	I + A
Chlorpyrifos-méthyl	I : insecticide	Parathion-méthyl	I : insecticide
Chlorotoluron	H : herbicide	Perdiméthaline	H : herbicide
Cis-Chlordane	I : insecticide	Permethrine	I+A
Clomazone	H : herbicide	Phosalone	I+A
Clopyralid	H : herbicide	Phosmet	I : insecticide
Clothianidine	I : insecticide	Phoxim	I : insecticide
Cyazofamide	F : fongicide	Piperonyl butoxide	Adjuvant
Cyfluthrine	I : insecticide	Pirimicarb	I : insecticide
Cymoxanil	F : fongicide	Procymidone	F : fongicide
Cyperméthrine	I : insecticide	Propachlor	H : herbicide
Cyproconazole	F : fongicide	Propargite	A : acaricide
Cyprodinil	F : fongicide	Propazine	H : herbicide
Delta-HCH	I : insecticide	Propiconazole	F : fongicide
Deltaméthrine	I : insecticide	Propyzamide	H : herbicide
Diazinon	I : insecticide	Proquinazid	F : fongicide
Dichlobenil	H : herbicide	Prosulfocarb	H : herbicide
Dichlofop méthyl	H : herbicide	Prosulfuron	H : herbicide
Dichlorvos	I : insecticide	Pyriméthanol	F : fongicide
Dicofol	A : acaricide	Pyriproxyfène	I : insecticide
Dieldrine	I : insecticide	Quinoxifène	F : fongicide
Difénoconazole	F : fongicide	Simazine	H : herbicide
Diflufénicanil	H : herbicide	Spiroxamine	F : fongicide
Diméthénamide (DMTA)	H : herbicide	Sulcotrione	H : herbicide
Dimétomorphe	F : fongicide	Tau-fluvalinate	I : insecticide
Dinocap	F : fongicide	Tebuconazole	F : fongicide
Diphénylamine	F : fongicide	Tebufenpyrad	I : insecticide
Diuron	H : herbicide	Tébutam	H : herbicide
Dodine	F : fongicide	Terbufos	I + N
Endrine	I : insecticide	Terbutylazine	H : herbicide
Epoxiconazole	F : fongicide	Tetraconazole	F : fongicide
Esfenvalérate	I : insecticide	Thiabendazole	F : fongicide
Ethofumesate	H : herbicide	Thiaclopride	I : insecticide
Ethoprophos	N : nématocide	Thiamethoxam	I : insecticide
Fenhexamide	F : fongicide	Thiodicarb	I : insecticide
Fenitrothion	I : insecticide	Thiram	F : fongicide
Fenoxaprop-p-éthyl	H : herbicide	Tolclofos-méthyl	F : fongicide
Fenoxycarb	I : insecticide	Tolyfluanid	F : fongicide
Fenproprathrine	A : acaricide	Trans-Chlordane	I : insecticide
Fenpropidine	F : fongicide	Triallate	H : herbicide
Fenprolimorphe	F : fongicide	Triclopr	H : herbicide
Fipronil	I : insecticide	Trifloxystrobine	F : fongicide
Flazasulfuron	H : herbicide	Trifluraline	H : herbicide
Florasulam	H : herbicide	Triticonazole	F : fongicide
Fluazinam	F : fongicide	Vinclozolin	F : fongicide
		Ziram	F : fongicide

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

Source : Micropolluant

Pesticides air								
Molécules	Technique	LQ (ng/éch)	Molécules	Technique	LQ (ng/éch)	Molécules	Technique	LQ (ng/éch)
2,4' DDT	GC/MS	20	Dichloflopp méthyl	LC/MS/MS	20	Méthomyl	LC/MS/MS	20
2,4' DDD	GC/MS	20	Dichlorvos	GC/MS	20	Métolachlore	GC/MS	20
2,4' DDE	GC/MS	20	Dicofol	GC/MS	20	Métrafénone	LC/MS/MS	100
2,4-D	LC/MS/MS	100	Dieldrine	GC/MS	20	Myclobutanil	LC/MS/MS	20
4,4' DDD	GC/MS	20	Difénoconazole	LC/MS/MS	20	Napropamide	LC/MS/MS	20
4,4' DDE	GC/MS	20	Diflufenicanil	GC/MS	20	Norflurazon	LC/MS/MS	20
4,4' DDT	GC/MS	20	Diméthénamide	GC/MS	20	Oryzalin	LC/MS/MS	100
Acétamipride	LC/MS/MS	100	Dimétomorphe	LC/MS/MS	20	Oxadiazon	GC/MS	20
Acétochlore	GC/MS	20	Dinocap	LC/MS/MS	2500	Oxadixyl	GC/MS	20
Aclonifén	GC/MS	100	Diphénylamide	LC/MS/MS	100	Oxydéméton méthyl	LC/MS/MS	20
Alachlore	GC/MS	20	Diuron	LC/MS/MS	20	Oxyfluorène	LC/MS/MS	100
Aldicarb	LC/MS/MS	100	Dodine	LC/MS/MS	20	Parathion	GC/MS	100
Aldrine	GC/MS	20	Edrine	GC/MS	20	Parathion-méthyl	GC/MS	20
Alpha-Endosulfan	GC/MS	100	Epoiconazole	LC/MS/MS	20	Pendiméthaline	GC/MS	20
Alpha-HCH	GC/MS	20	Esfenvalérate	GC/MS	100	Permethrine	LC/MS/MS	20
Anthraquinone	GC/MS	20	Ethofumesate	LC/MS/MS	20	Phosalone	LC/MS/MS	20
Atrazine	GC/MS	20	Ethoprophos	GC/MS	20	Phosmet	LC/MS/MS	20
Atrazine désopropyl	LC/MS/MS	20	Fenhexamide	LC/MS/MS	20	Phoxim	LC/MS/MS	20
Atrazine déséthyl	LC/MS/MS	20	Fenitrothion	LC/MS/MS	20	Piperonyl butoxide	LC/MS/MS	20
Azinphos-éthyl	GC/MS	20	Fenoxaprop-p-éthyl	GC/MS	20	Pirimicarb	LC/MS/MS	20
Azinphos-méthyl	GC/MS	20	Fenoxycarb	LC/MS/MS	20	Procymidone	GC/MS	20
Azoxystrobine	LC/MS/MS	20	Fenpropathrine	LC/MS/MS	20	Propachlor	LC/MS/MS	20
Bendiocarb	LC/MS/MS	20	Fenpropidine	LC/MS/MS	20	Propargite	LC/MS/MS	20
Bénomyl	LC/MS/MS	100	Fenpropimorphe	GC/MS	20	Propazine	GC/MS	20
Beta-Endosulfan	GC/MS	100	Fipronil	LC/MS/MS	200	Propiconazole	LC/MS/MS	20
Béta-HCH	GC/MS	20	Flazasulfuron	LC/MS/MS	20	Propyzamide	LC/MS/MS	20
Bifénox	LC/MS/MS	20	Florasulam	LC/MS/MS	20	Proquinazid	LC/MS/MS	20
Bifenthrine	GC/MS	20	Fluazinam	LC/MS/MS	100	Prosulfocarb	LC/MS/MS	20
Bitertanol	GC/MS	20	Fludioxonyl	LC/MS/MS	200	Prosulfuron	LC/MS/MS	20
Boscalid	LC/MS/MS	20	Flufénoxuron	LC/MS/MS	20	Pyméthanal	LC/MS/MS	100
Bromacil	LC/MS/MS	20	Flurochloridone	LC/MS/MS	100	Pyriproxyfène	LC/MS/MS	20
Bromopropylate	GC/MS	20	Flusilazole	LC/MS/MS	20	Quinoxyfène	LC/MS/MS	20
Bromuconazole	LC/MS/MS	20	Folpel	GC/MS	100	Simazine	GC/MS	20
Bupimate	LC/MS/MS	20	Fonofos	LC/MS/MS	20	Spiroxamine	LC/MS/MS	20
Captan	GC/MS	20	Gamma-HCH	GC/MS	20	Sulcotrione	LC/MS/MS	20
Carbaryl	LC/MS/MS	20	Heptachlore	GC/MS	20	Tau-fluvalinate	GC/MS	20
Carbendazime	LC/MS/MS	20	Hexaconazole	LC/MS/MS	20	Tebuconazole	LC/MS/MS	20
Carbofuran	LC/MS/MS	20	Hexythiazox	LC/MS/MS	20	Tebufenpyrad	LC/MS/MS	20
Chlorfenvinphos	GC/MS	20	Imidaclopride	LC/MS/MS	20	Tébutam	GC/MS	20
Chlorothalonil	GC/MS	20	Ioxynil	LC/MS/MS	20	Terbufos	GC/MS	20
Chlorpyrifos-éthyl	GC/MS	20	Iprodione	LC/MS/MS	200	Terbutylazine	GC/MS	20
Chlorpyrifos-méthyl	GC/MS	20	Iprovalicarb	LC/MS/MS	20	Tetraconazole	LC/MS/MS	20
Chlortaluron	LC/MS/MS	20	Isoproturon	LC/MS/MS	20	Thiabendazole	LC/MS/MS	20
Cis-Chlordane	GC/MS	20	Isoxaflutol	LC/MS/MS	100	Thiaclopride	LC/MS/MS	20
Clomazone	LC/MS/MS	20	Krésoxim-méthyl	GC/MS	20	Thiamethoxam	LC/MS/MS	100
Clopyralid	LC/MS/MS	100	Lambda-Cyhalothrine	GC/MS	20	Thiodicarb	LC/MS/MS	20
Clothianidine	LC/MS/MS	20	Lénacil	GC/MS	20	Thiram	LC/MS/MS	20
Cyazofamide	LC/MS/MS	20	Linuron	LC/MS/MS	20	Tolclofos-méthyl	GC/MS	20
Cyfluthrine	GC/MS	250	Lufénuron	LC/MS/MS	20	Tolyfluandil	LC/MS/MS	20
Cymoxanil	LC/MS/MS	20	Malathion	GC/MS	20	Trans-Chlordane	GC/MS	20
Cyperméthrin	GC/MS	200	MCPA	LC/MS/MS	200	Triallate	LC/MS/MS	20
Cyproconazole	LC/MS/MS	20	MCPP	LC/MS/MS	100	Triclopyr	LC/MS/MS	200
Cyprodinil	GC/MS	20	Mepanipyrim	LC/MS/MS	20	Trifloxystobine	LC/MS/MS	20
Delta-HCH	GC/MS	20	Mercaptodiméthur (methiocarb)	LC/MS/MS	20	Trifluraline	GC/MS	20
Deltaméthrine	GC/MS	250	Métazachlore	GC/MS	20	Triticonazole	LC/MS/MS	20
Diazinon	GC/MS	20	Methacriphos	LC/MS/MS	20	Vinclozolin	GC/MS	20
Dichlobenil	GC/MS	20	Méthidathion	GC/MS	20	Ziram	LC/MS/MS	100

Annexe 3 - Qualité de la mesure

LES « BLANCS »

Des « blancs » ont été réalisés pendant la campagne, permettant de vérifier, au cours de la campagne, la non-contamination des supports de prélèvement.

Les blancs « terrain » (transportés lors des poses et déposes) permettent d'évaluer une éventuelle contamination lors des manipulations sur le terrain.

Deux blancs « terrain » (en début et fin de campagne) ont été réalisés. Tous les niveaux en pesticides sur ces blancs de terrain sont inférieurs à la limite de détection, excepté pour l'Endrine sur l'un des blancs. Conformément à la Norme XP X 43-058, la valeur du blanc pour cette molécule étant supérieure à la valeur de plusieurs échantillons, l'ensemble des valeurs de l'Endrine ont dû être invalidées.

Dans la suite de ce rapport, l'**Endrine** est comptabilisé comme composé recherché mais **non détecté**.

Un blanc « transport », entre Airparif et le laboratoire d'analyse, a également été mis en œuvre. Les résultats de ce blanc « Transport » ne révèlent pas de contamination.

De plus, des blancs « laboratoire », gérés par le laboratoire d'analyse, permettent de garantir la non-contamination des filtres au laboratoire.

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 prélèvement

Les supports de piégeage sont marqués avant prélèvement à l'atrazine deutérée⁴⁶. A la fin de la chaîne de mesure, ce composé est quantifié. La quantité d'atrazine deutérée qui reste à la fin de la chaîne de mesure, comparée à la quantité initialement déposée, permet d'estimer les pertes pouvant se produire lors des prélèvements. Cette comparaison renseigne uniquement les pertes pour des composés proches de l'atrazine d'un point de vue physico-chimique (volatilité, ...).

Les résultats des prélèvements présentent tous des pourcentages de recouvrement de **prélèvement conformes** (c'est-à-dire compris entre les valeurs théoriques 60 et 120 %), en **moyenne de 93 %**. La moyenne pour le prélèvement étant inférieure à 100 %, il existe une faible perte lors du prélèvement.

L'extraction

Pour quantifier l'extraction, le laboratoire d'analyse fournit un rendement d'extraction. Il s'agit du pourcentage de molécules retrouvées sur les médias filtrants, après analyse, par rapport aux molécules déposées.

⁴⁶ Composé spécial complètement similaire à l'atrazine mais qui est utilisé uniquement à des fins analytiques et non phytosanitaires.

D'après les exigences de la norme XP X 43-059 et afin qu'une molécule soit considérée comme quantifiable, il est nécessaire que son rendement d'extraction soit compris entre 60 et 120 %.

Si le rendement d'extraction d'une molécule n'a pas été étudié ou si ce taux est inférieur à 60 %, il est considéré que sa concentration mesurée a été sous-estimée. Si ce taux est supérieur à 120 %, il est considéré que sa concentration mesurée a été surestimée. Le recouvrement de prélèvement peut être supérieur à 100 % en raison des incertitudes analytiques.

Les résultats des prélèvements présentent tous des pourcentages de recouvrement de **prélèvement conformes** (c'est-à-dire compris entre les valeurs théoriques 60 et 120 %), **en moyenne de 99 %**, ce qui signifie qu'il n'existe pas de perte lors de l'extraction.

Annexe 4 - Fréquence de détection des composés retrouvés dans l'air ambiant lors de la campagne de mesure d'août 2013 à août 2014 - sites de Paris 18ème et de Bois-Herpin (91)

Composés	Famille	Paris 18ème Nombre de valeur	Bois-Herpin Nombre de valeur	Paris 18ème Fréquence de détection (en %)	Bois-Herpin Fréquence de détection (en %)
Aclonifen	H : herbicide	6	3	12%	6%
Atrazine	H : herbicide	1	0	2%	0%
Bromopropylate	A : acaricide	4	4	8%	8%
Chlorothalonil	F : fongicide	26	28	50%	54%
Chlorpyrifos-éthyl	I : insecticide	15	4	29%	8%
Cyprodinil	F : fongicide	5	4	10%	8%
Diazinon	I : insecticide	0	3	0%	6%
Dieldrine	I : insecticide	1	0	2%	0%
Diméthénamide (DMTA)	H : herbicide	0	5	0%	10%
Fenpropimorphe	F : fongicide	11	17	21%	33%
Folpel	F : fongicide	0	1	0%	2%
Gamma-HCH	I : insecticide	10	3	19%	6%
Lambda-Cyhalothrine	I : insecticide	0	1	0%	2%
Lénacil	H : herbicide	7	9	13%	17%
Métazachlore	H : herbicide	4	4	8%	8%
Métolachlore	H : herbicide	15	19	29%	37%
Pendiméthaline	H : herbicide	23	30	44%	58%
Simazine	H : herbicide	0	1	0%	2%
Terbuthylazine	H : herbicide	2	3	4%	6%
2,4-D	H : herbicide	0	1	0%	2%
Azoxystrobine	F : fongicide	0	2	0%	4%
Bendiocarb	I : insecticide	4	0	8%	0%
Boscalid	F : fongicide	1	1	2%	2%
Chlortoluron	H : herbicide	1	1	2%	2%
Clomazone	H : herbicide	0	6	0%	12%
Clopyralid	H : herbicide	0	1	0%	2%
Cyproconazole	F : fongicide	4	9	8%	17%
Diphénylamine	F : fongicide	2	0	4%	0%
Epoxiconazole	F : fongicide	4	6	8%	12%
Ethofumesate	H : herbicide	5	5	10%	10%
Fenpropathrine	A : acaricide	4	0	8%	0%
Fenpropidine	F : fongicide	21	20	40%	38%
Fipronil	I : insecticide	1	0	2%	0%
Fluazinam	F : fongicide	7	5	13%	10%
Fonofos	I : insecticide	1	0	2%	0%
Isoproturon	H : herbicide	1	1	2%	2%
Napropamide	H : herbicide	1	2	2%	4%
Permethrine	I+A	14	0	27%	0%
Phosalone	I+A	1	0	2%	0%
Piperonyl butoxide	Adjuvant	2	0	4%	0%
Propiconazole	F : fongicide	4	9	8%	17%
Propyzamide	H : herbicide	2	2	4%	4%
Prosulfocarb	H : herbicide	21	19	40%	37%
Pyriméthanil	F : fongicide	1	0	2%	0%
Spiroxamine	F : fongicide	3	15	6%	29%
Tebuconazole	F : fongicide	2	3	4%	6%
Tolyfluanid	F : fongicide	7	0	13%	0%
Trifloxystrobine	F : fongicide	0	4	0%	8%
Ziram	F : fongicide	1	0	2%	0%

Annexe 5 - Pesticides non détectés au cours de la campagne de mesure réalisée entre août 2013 et août 2014 à Paris 18ème et Bois-Herpin (91)

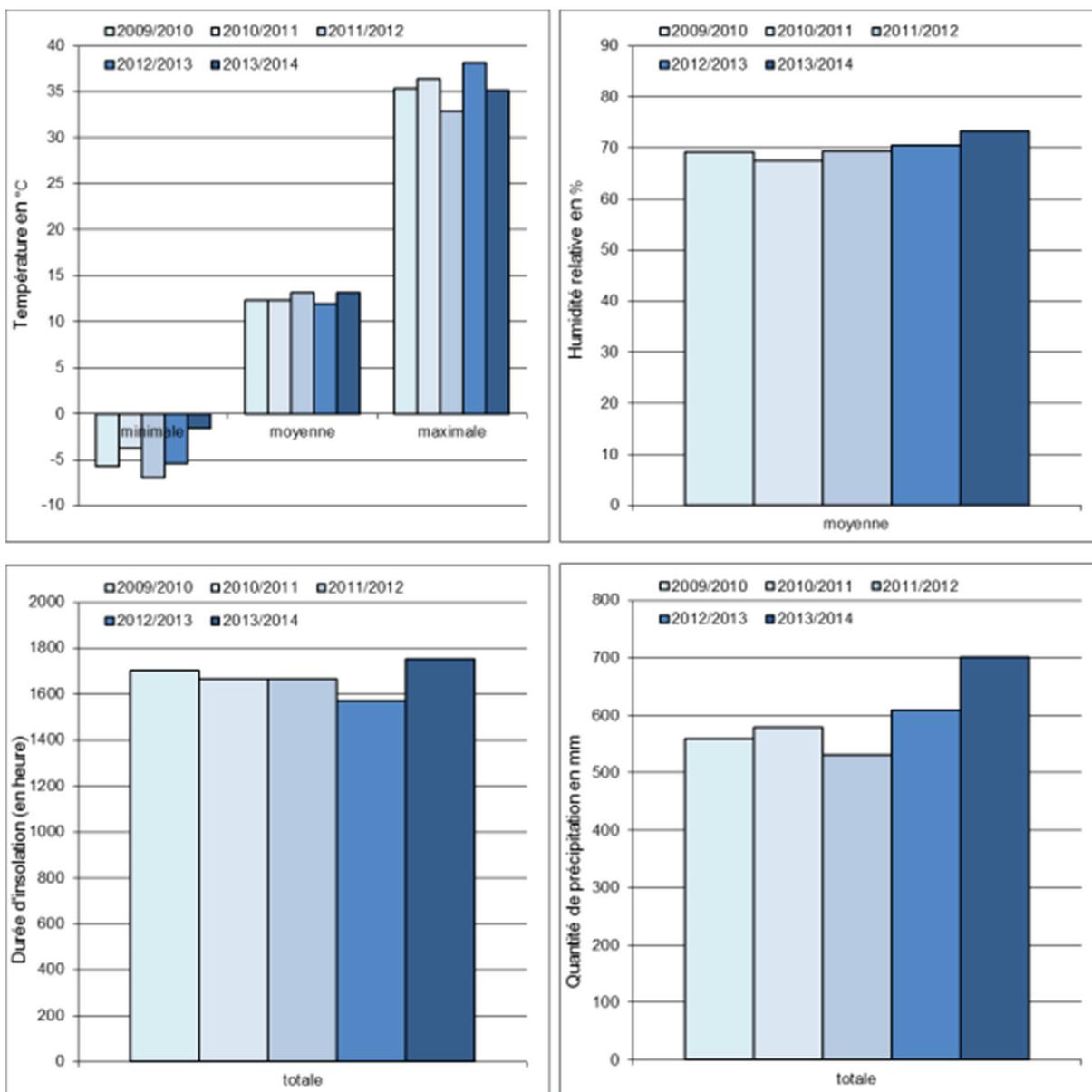
Pesticides	Catégorie de pesticides
2.4' DDT	I : insecticide
2.4' DDD	M (DDT)
2.4' DDE	M (DDT)
4.4' DDD	M (DDT)
4.4' DDE	M (DDT)
4.4' DDT	I : insecticide
Acétamipride	I : insecticide
Acétochlore	H : herbicide
Alachlore	H : herbicide
Aldicarb	I : insecticide
Aldrine	I : insecticide
Alpha-Endosulfan	I : insecticide
Alpha-HCH	I : insecticide
Anthraquinone	Repulsif corbeaux
Atrazine déisopropyl	M : atrazine
Atrazine déséthyl	M : atrazine
Azinphos-éthyl	I : insecticide
Azinphos-méthyl	I : insecticide
Bénomyl	F : fongicide
Beta-Endosulfan	I : insecticide
Béta-HCH	I : insecticide
Bifénox	H : herbicide
Bifenthrine	I : insecticide
Bitertanol	F : fongicide
Bromacil	H : herbicide
Bromuconazole	F : fongicide
Bupirimate	F : fongicide
Captan	F : fongicide
Carbaryl	I : insecticide
Carbendazime	M : benomyl
Carbofuran	I : insecticide
Chlorfenvinphos	I : insecticide
Chlorpyrifos-méthyl	I : insecticide
Cis-Chlordane	I : insecticide
Clothianidine	I : insecticide
Cyazofamide	F : fongicide
Cyfluthrine	I : insecticide
Cymoxanil	F : fongicide
Cyperméthrine	I : insecticide
Delta-HCH	I : insecticide
Deltaméthrine	I : insecticide
Dichlobenil	H : herbicide
Dichlofop méthyl	H : herbicide
Dichlorvos	I : insecticide
Dicofol	A : acaricide
Difénoconazole	F : fongicide
Diflufénicanil	H : herbicide
Dimétomorphe	F : fongicide
Dinocap	F : fongicide
Diuron	H : herbicide
Dodine	F : fongicide
Endrine	I : insecticide
Esfenvalérate	I : insecticide
Ethoprophos	N : nématocide
Fenhexamide	F : fongicide
Fenitrothion	I : insecticide
Fenoxaprop-p-éthyl	H : herbicide
Fenoxycarb	I : insecticide
Flazasulfuron	H : herbicide
Florasulam	H : herbicide
Fludioxonil	F : fongicide

Pesticides	Catégorie de pesticides
Flufénoxuron	I : insecticide
Flurochloridone	H : herbicide
Flusilazole	F : fongicide
Heptachlore	I : insecticide
Hexaconazole	F : fongicide
Hexythiazox	A : acaricide
Imidaclopride	I : insecticide
Ioxynil	H : herbicide
Iprodione	F : fongicide
Iprovalicarb	F : fongicide
Isoxaflutol	H : herbicide
Krésoxim-méthyl	F : fongicide
Linuron	H : herbicide
Lufénuron	I : insecticide
Malathion	I : insecticide
MCPA	H : herbicide
MCPP (Mécoprop)	H : herbicide
Mepanipirim	F : fongicide
Mercaptodiméthur (methiocarb)	I+A+H
Methacriphos	I : insecticide
Méthidathion	I : insecticide
Méthomyl	I : insecticide
Métrafénone	F : fongicide
Myclobutanil	F : fongicide
Norflurazon	H : herbicide
Oryzalin	H : herbicide
Oxadiazon	H : herbicide
Oxadixyl	F : fongicide
Oxydéméton méthyl	I : insecticide
Oxyfluorène	H : herbicide
Parathion	I + A
Parathion-méthyl	I : insecticide
Phosmet	I : insecticide
Phoxim	I : insecticide
Pirimicarb	I : insecticide
Procymidone	F : fongicide
Propachlor	H : herbicide
Propargite	A : acaricide
Propazine	H : herbicide
Proquinazid	F : fongicide
Prosulfuron	H : herbicide
Pyriproxyfène	I : insecticide
Quinoxifène	F : fongicide
Sulcotrione	H : herbicide
Tau-fluvalinate	I : insecticide
Tebufenpyrad	I : insecticide
Tébutam	H : herbicide
Terbufos	I + N
Tetraconazole	F : fongicide
Thiabendazole	F : fongicide
Thiaclopride	I : insecticide
Thiamethoxam	I : insecticide
Thiodicarb	I : insecticide
Thiram	F : fongicide
Tolclofos-méthyl	F : fongicide
Trans-Chlordane	I : insecticide
Triallate	H : herbicide
Triclopyr	H : herbicide
Trifluraline	H : herbicide
Triticonazole	F : fongicide
Vinclozolin	F : fongicide

Annexe 6 - Paramètres météorologiques observés pendant la campagne de mesure

La figure suivante présente les paramètres météorologiques pour la période de mesure du 12 août au 13 août de l'année suivante durant la période 2009-2014. Il s'agit des températures minimales, moyennes et maximales (en °C), de la durée d'insolation totale (en heure), 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^{ème} arrondissement.

Cette comparaison annuelle permet de placer l'année durant laquelle les mesures ont été réalisées 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 12 août au 13 août de l'année suivante) pour les années 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013, 2013/2014 (campagne de mesure) – Données Météo-France Montsouris Paris 14^{ème}

La période de mesure à cheval entre 2013 et 2014 est caractérisée par une température moyenne la plus élevée de l'historique (au même titre que 2011/2012) sans connaître de conditions météorologiques contrastées avec des températures minimales les moins froides.

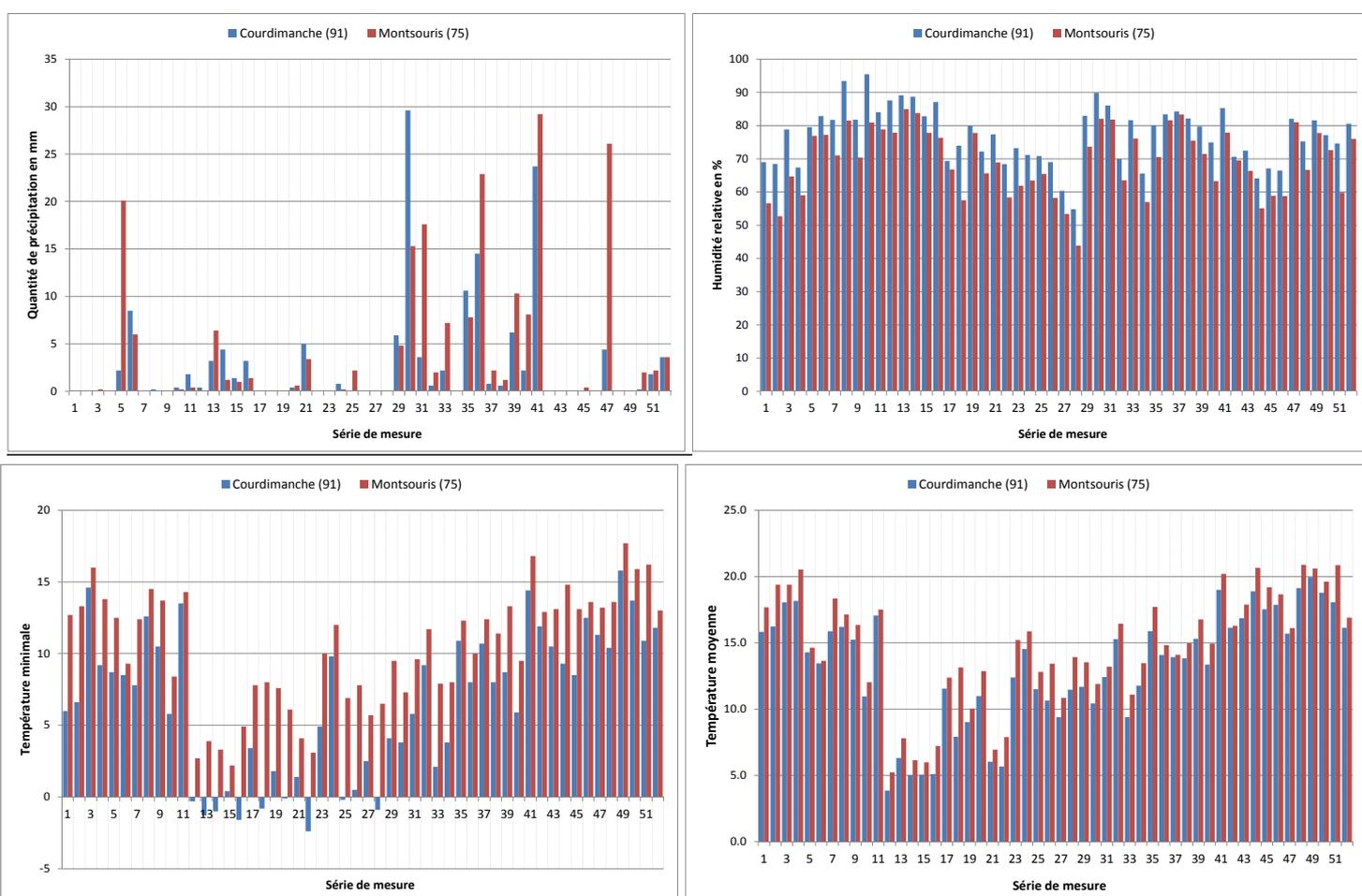
À partir de la mi-décembre 2013, le thermomètre a affiché des valeurs très douces pour la saison avec très peu de gelées en plaine. L'ensoleillement a été important principalement au printemps 2014.

En revanche la période de mesure est marquée par une quantité de précipitation et un taux d'humidité supérieurs à l'historique. Les précipitations, souvent orageuses, ont été exceptionnellement fréquentes et abondantes sur la quasi-totalité du pays aux mois de juillet et août 2014 engendrant un excédent qui dépasse 50 % sur l'Île-de-France.

Les deux sites de mesure étant distants de plus de 50 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 14^{ème}) et de Courdimanche-sur-Essonne⁴⁷ (91).

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 Courdimanche. Ainsi, il n'est pas rare d'avoir des gelées dans le secteur de Bois-Herpin alors qu'à Paris les températures ne descendent que très rarement en-dessous des 5°C.

Concernant les précipitations, seule l'intensité des pluies peut être différentes, néanmoins les jours de précipitations touchent généralement les deux sites.



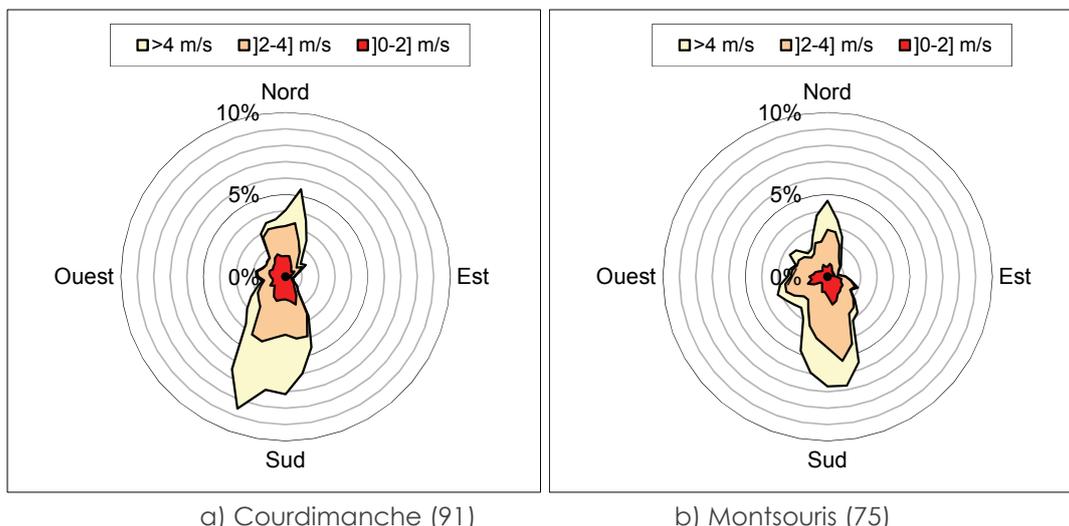
Paramètres météorologiques lors des 52 séries de mesure effectuée entre le 12 août 2013 et le 13 août 2014 aux stations Météo France de Courdimanche-sur-Essonne (91) et de Paris Montsouris (14^{ème})

La figure suivante illustre pour l'ensemble de la campagne de mesure, la fréquence et la vitesse des régimes de vent aux stations Météo-France de Courdimanche (91) et de Montsouris (75). Les secteurs en rouge indiquent les vents les plus faibles, favorables à l'accumulation de la pollution atmosphérique (vitesses de vent comprises entre 0,1 m/s et 2 m/s), et en jaune les régimes de vent les plus dispersifs (vitesses supérieures à 4 m/s).

⁴⁷ Environ 10 km à l'Est-Nord-Est de Bois-Herpin.

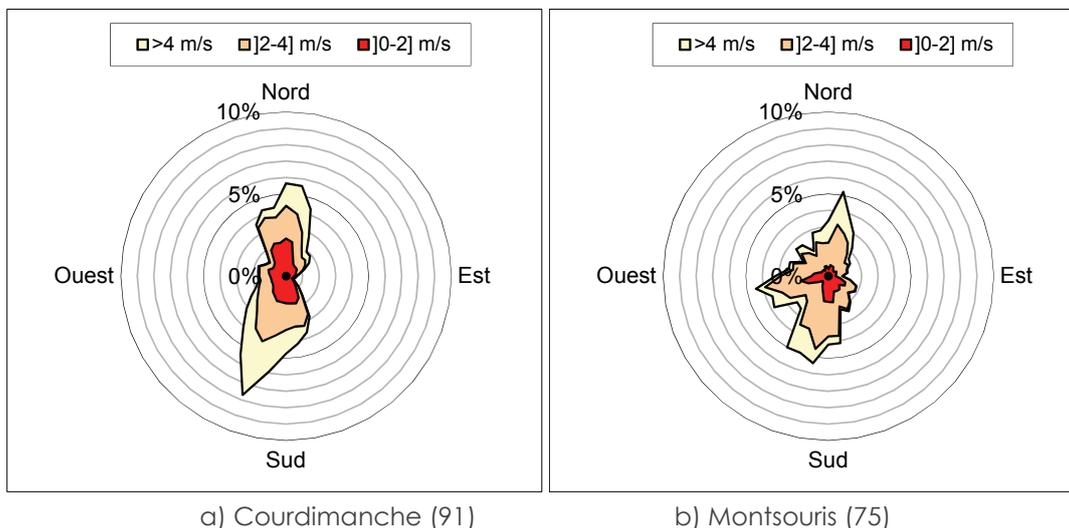
Les régimes de vent observés entre le 12 août 2013 et le 13 août 2014 sont relativement similaires à Paris et dans le Sud de l'Essonne.

Les stations présentent deux régimes de vents majoritaires de secteur Sud et Nord. Dans les détails, à la station de Courdimanche deux secteurs ont prévalu, avec un vent dominant de Sud représentant près de 50 % du temps et secondairement de Nord durant près de 25 % de la campagne. Les vitesses de vent associées à ces régimes de vent ont été plutôt dispersives (comprises entre 2 et 4 m/s) durant une majorité du temps (40 %). A Paris Montsouris, les observations sont relativement similaires avec cependant un régime de vent d'Ouest légèrement plus prononcé, représentant près d'un quart du temps. Le vent est également dispersif avec plus de 50 % du temps des vitesses comprises entre 2 et 4 m/s.



Roses de vent de Courdimanche-sur-Essonne (91) et de Montsouris (75) lors de la période couvrant les mesures de pesticides dans l'air entre le 12 août 2013 et le 13 août 2014

Par rapport aux régimes de vent établis sur l'historique de 2010 à 2012, les régimes de vent relevés durant la campagne de mesure sont relativement comparables.

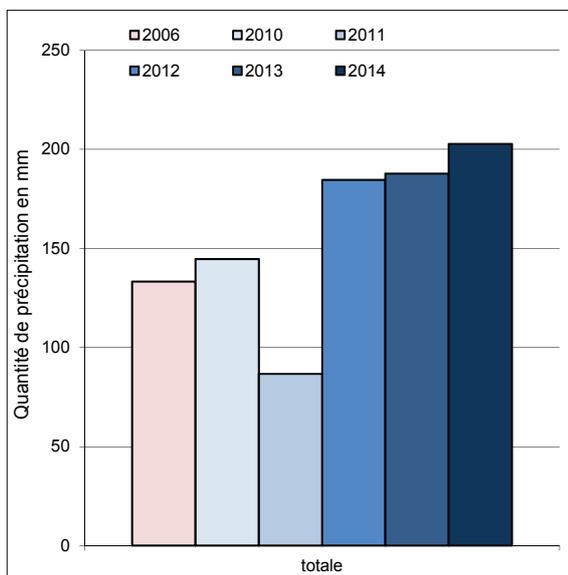
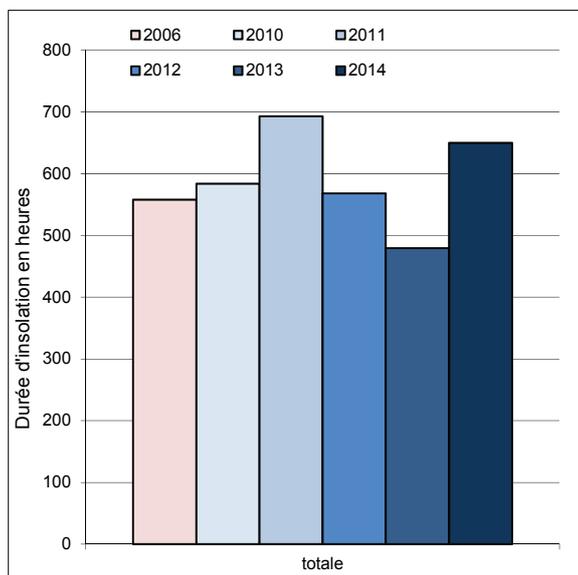
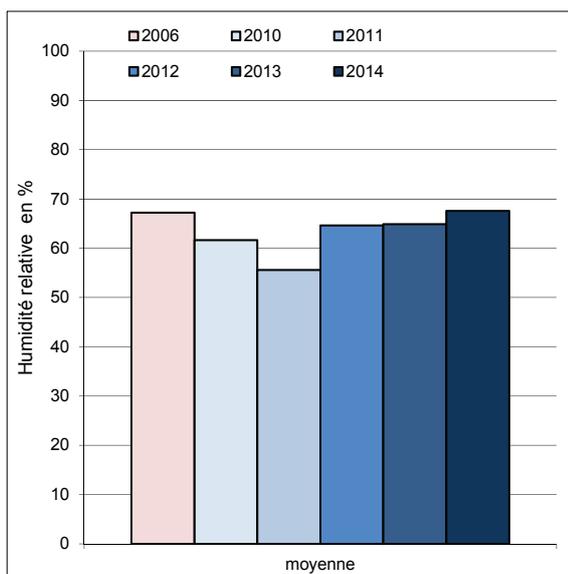
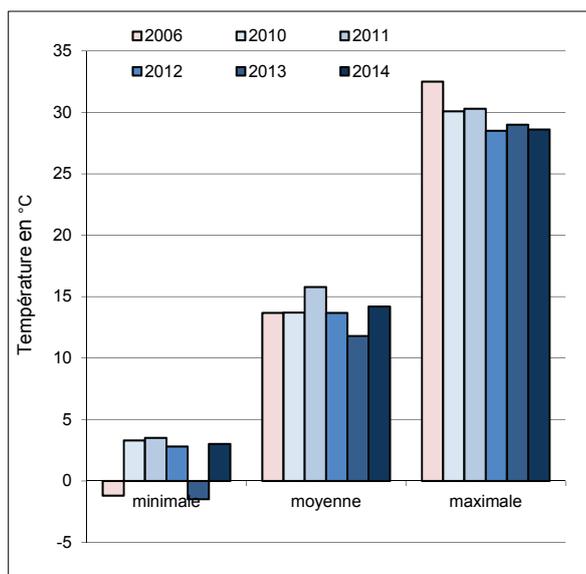


Roses de vent de Courdimanche-sur-Essonne (91) et de Montsouris (75) sur la période de 2010 à 2012

La dernière figure présente la comparaison des paramètres météorologiques relevés lors de la précédente campagne de mesure réalisée en 2006 et l'historique de 2010 à 2014 sur la période du 14 mars au 20 juin sur la station Météo-France de Paris Montsouris.

Le printemps 2014 est beaucoup plus marqué en quantité de précipitation avec un surcroît de 50 % par rapport à l'année 2006.

Pour les températures relevées, au contraire de l'année 2006 où celles-ci ont été très contrastées avec la température minimale et maximale de l'historique, le printemps 2014 présentent les températures les moins contrastées.

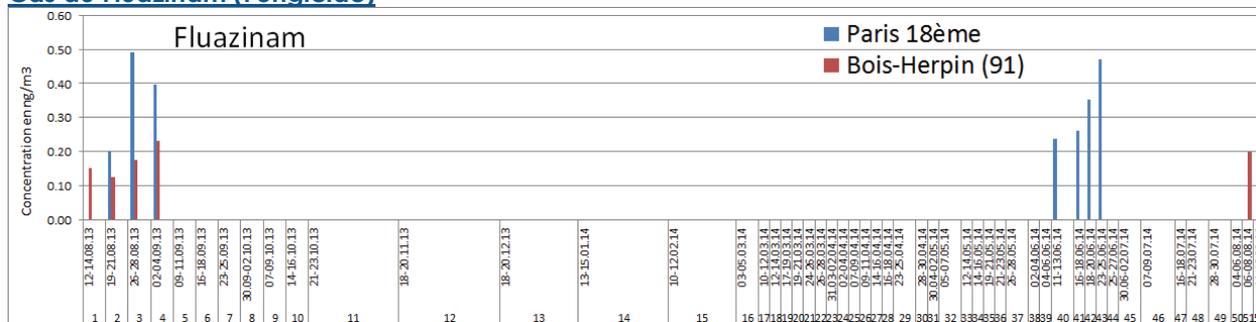


Température (°C), durée d'insolation (en heure), humidité relative moyenne (en %), et quantité de précipitation (en mm) durant la période du 14 mars au 20 juin pour les années 2006 (précédente campagne de mesure), 2010, 2011, 2012, 2013 et 2014 (campagne de mesure)– Données Météo-France Montsouris Paris 14^{ème}

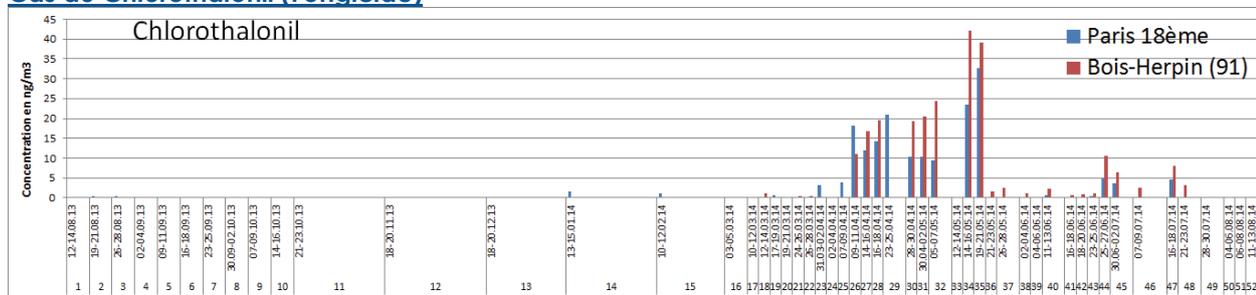
Annexe 7 - Evolution temporelle de certains pesticides retrouvés dans l'air ambiant au cours de la campagne 2013 / 2014

L'évolution temporelle et les concentrations de certains pesticides trouvés lors de la campagne de mesure 2013 / 2014 est présentée dans les graphes ci-dessous pour les deux sites de mesure.

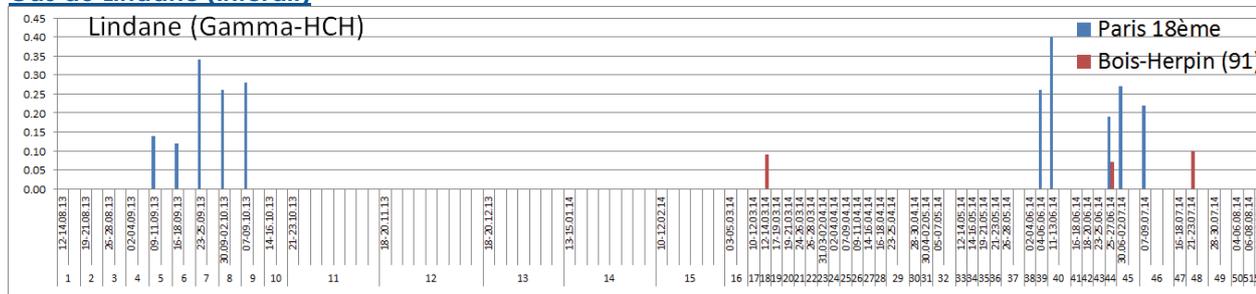
Cas du Fluazinam (Fongicide)



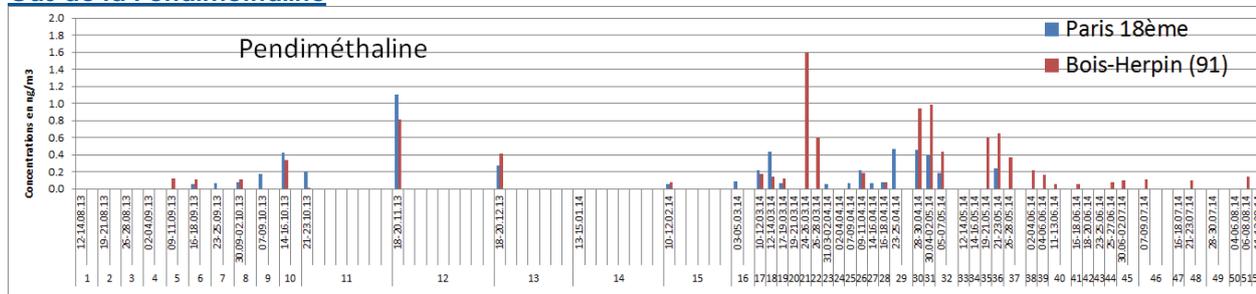
Cas du Chlorothalonil (Fongicide)



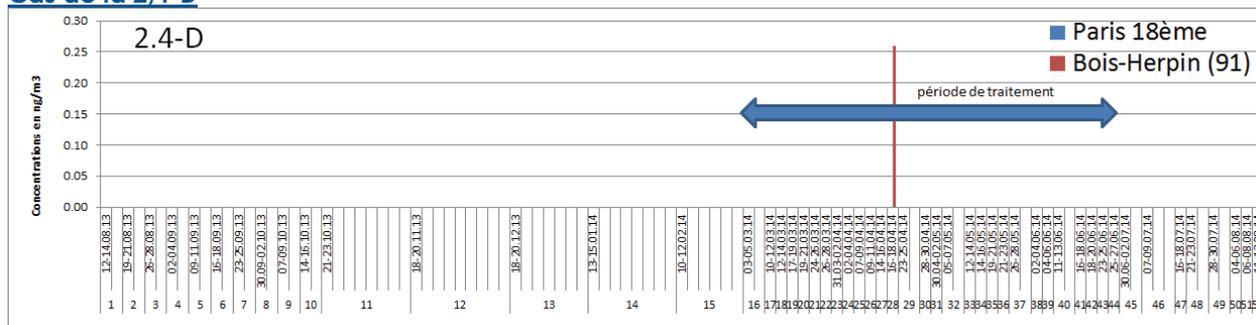
Cas du Lindane (interdit)



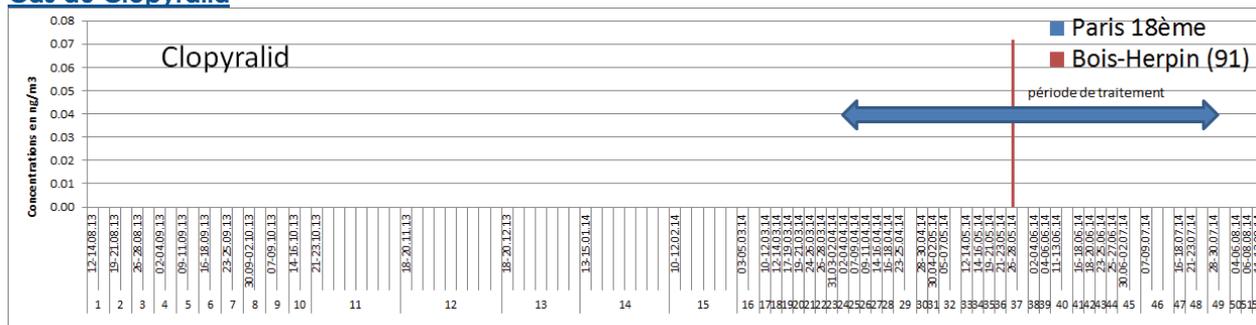
Cas de la Pendiméthaline



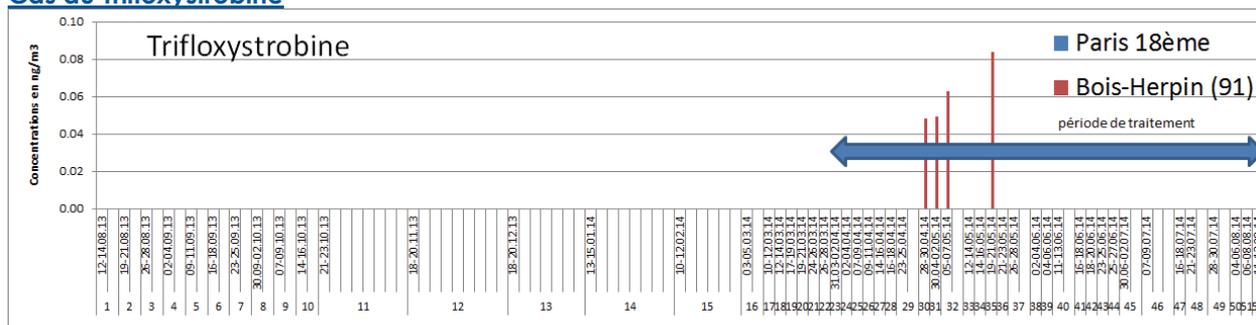
Cas de la 2,4-D



Cas du Clopyralid



Cas du Trifloxystrobine



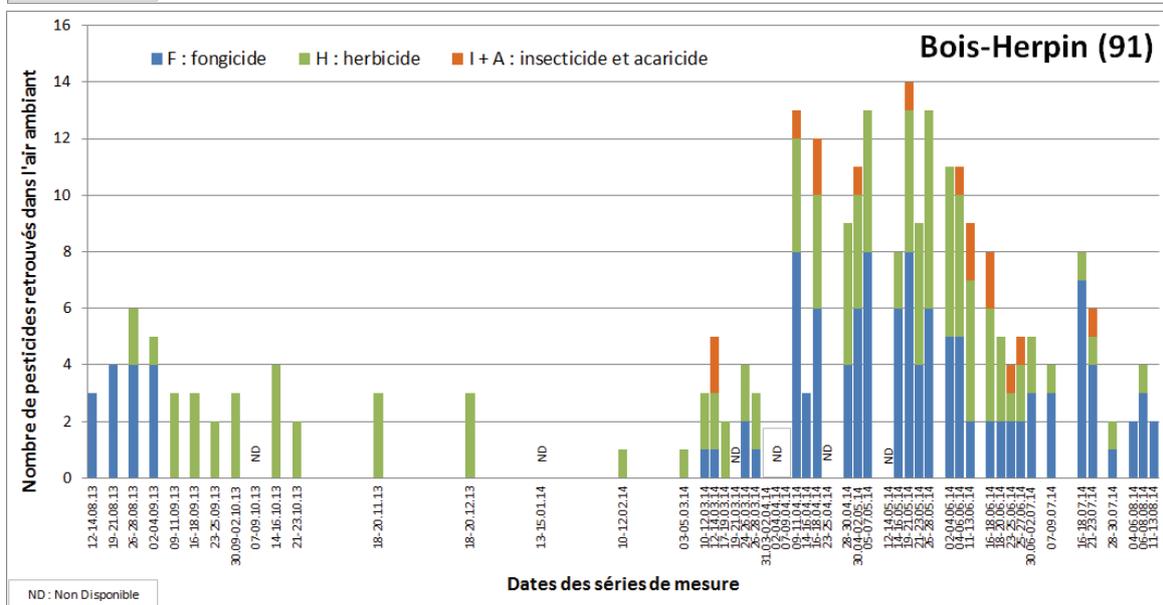
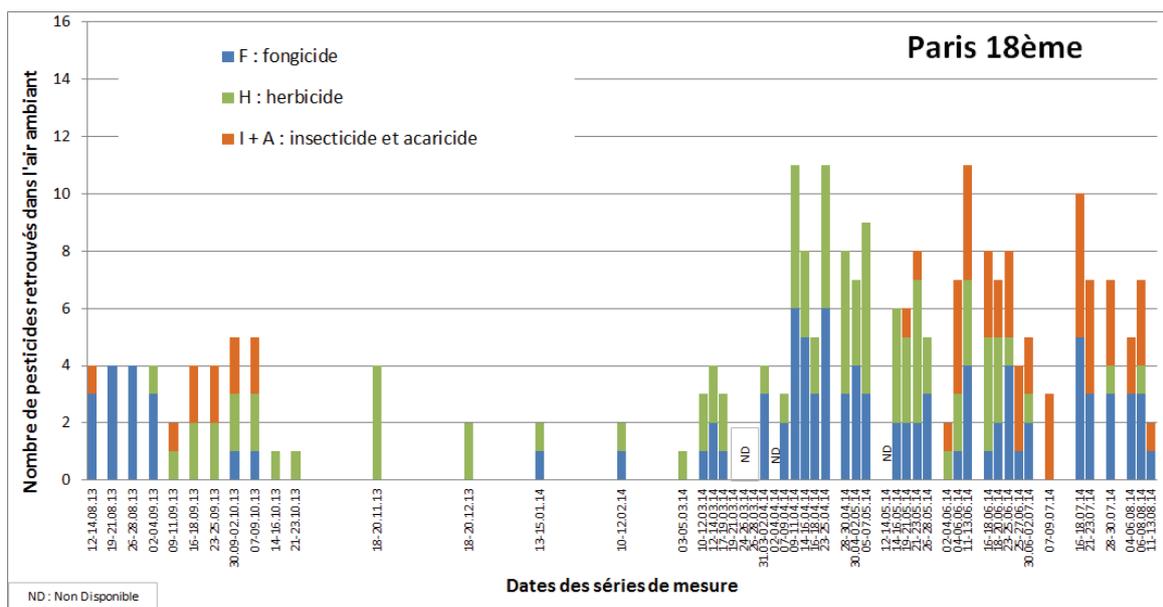
Niveau / Site / Composé Concentration en ng/m ³	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Date prélevement	15-14.08.13	19-21.08.13	26-28.08.13	01-04.09.13	09-11.09.13	16-18.09.13	23-25.09.13	30-09-02.10.13	07-08.10.13	14-16.10.13	21-23.10.13	18-20.11.13	18-20.12.13	13-15.01.14	10-12.02.14	03-05.03.14	10-12.03.14	12-14.03.14	17-19.03.14	19-21.03.14	24-26.03.14	26-28.03.14	31.03-02.04.14	02-04.04.14	07-09.04.14	09-11.04.14	
Alachlor H herbicide																											
Atrazine H herbicide																											
Bromopropyle A acaricide																											
Captan F Fongicide	0.26	0.35	0.38	0.11														1.19			0.37					11.01	
Chlorpyrifos-ethyl I insecticide																		0.06								0.05	
Cyprodinil F Fongicide																											0.14
Dibacon I insecticide																											
Diméthylphosphate M herbicide					0.88	0.28	0.08	2.54														0.09					0.08
Endosulfane I insecticide																											
Fenproprymorph F Fongicide	0.42	0.12	0.32																								
Gamma-BHC I insecticide																											
Lambda-cyhalothrine I insecticide																						0.01					0.05
Lebens H herbicide					0.29	0.31	0.21	0.88																			0.07
MFS-Méthabros H herbicide					0.12	0.11		0.11		0.34	0.01	0.81	0.41		0.08		0.17	0.14	0.12		1.60	0.60				0.19	
Pendiméthaline H herbicide													0.05														
Tiometon H herbicide																											
2,4-D H herbicide																											
Azoxystrobine F Fongicide																											0.28
Boscalid F Fongicide																											
Chlorothalonil H herbicide									0.05																		
Clomazone H herbicide								0.04																			
Cyprazine H herbicide																											
Diflufenican F Fongicide																											0.10
Diflufenamine F Fongicide																											
Epoxyconazole F Fongicide																											
Fenoxystrobine F Fongicide																											
Fipronil I insecticide	9.28	1.92	1.13	2.16													0.04										0.16
Fipronil I insecticide	0.15	0.13	0.18	0.23																							
Fludioxonil F Fongicide																											
Isoproturon H herbicide												0.08															
Mepiquat H herbicide																											
Mepiquat H herbicide																											
Metazachlor H herbicide																											
Picoxystrobine F Fongicide																											
Picoxystrobine F Fongicide																											
Propiconazole F Fongicide																											
Propiconazole H herbicide																											0.12
Pyrimethanil F Fongicide										0.14	0.05	0.14	1.17			0.05	0.28	0.09	0.22								0.06
Spinosadine F Fongicide																											
Tebuconazole F Fongicide																											
Tebuconazole F Fongicide																											0.17
Trifloxystrobine F Fongicide																											
Ziram F Fongicide																											

Concentration en ng/m³ à Bois-Herpin en Beauce

Numéro de série / Composé Site de Bois-Herpin Concentration en ng/m3	Date prélèvement	Concentration en ng/m³																										
		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
Adelfen	H. herbicide																											
Atrazine	H. herbicide																											
Bromopropylate	A. acaricide																											
Captan	F. fongicide																											
Chlorothalonil	F. fongicide	16.83	19.33	20.46	24.28	0.05	19.33	42.02	39.12	1.63	2.53	1.23	0.30	2.21	0.78	0.94	1.11	10.38	6.31	2.57	8.06	3.23						
Chlorpyrifos éthyl	I. insecticide																											
Cyprodinil	F. fongicide																											
Diazinon	I. insecticide																											
Disulfoton	I. insecticide																											
Dinofenphtalimide (DMFA)	H. herbicide																											
Endosulfate	I. insecticide																											
Fenopropimorph	F. fongicide																											
Folpet	F. fongicide																											
Gamma-HCH	I. insecticide																											
Lambda Cyhalothrine	I. insecticide																											
Levole	H. herbicide																											
Mésochlor	H. herbicide																											
Mésolachlor	H. herbicide																											
Pendiméthaline	H. herbicide																											
Simazine	H. herbicide																											
Terbutylazine	H. herbicide																											
2,4-D	H. herbicide																											
Azoxystroline	F. fongicide																											
Bendiocarb	I. insecticide																											
Bozalid	F. fongicide																											
Bupirifos	I. insecticide																											
Chlorpyrifos	H. herbicide																											
Chlorzoxiprol	H. herbicide																											
Clorpyralid	H. herbicide																											
Cyproconazole	F. fongicide																											
Diflufenican	F. fongicide																											
Diflufenilamine	F. fongicide																											
Epoxiconazole	F. fongicide																											
Ethofumesate	H. herbicide																											
Fenpropathine	A. acaricide																											
Fenpropidine	F. fongicide																											
Fenpropimorph	F. fongicide																											
Flusilabam	F. fongicide																											
Fonofos	I. insecticide																											
Isofrothuron	H. herbicide																											
Nasopramide	H. herbicide																											
Permethrine	I+A																											
Phosalene	I+A																											
Piperonyl butoxide	Adjuvant																											
Propiconazole	F. fongicide																											
Propiconazole	F. fongicide																											
Propiconazole	F. fongicide																											
Prothioconazole	F. fongicide																											
Pyriméthabill	F. fongicide																											
Spiromamine	F. fongicide																											
Tebuconazole	F. fongicide																											
Tolyfluanid	F. fongicide																											
Trifloxystroline	F. fongicide																											
Ziram	F. fongicide																											

Concentration en ng/m³ à Bois-Herpin en Beauce

Annexe 9 - Nombre de pesticides détectés par grande famille dans l'air à Paris et en zone rurale

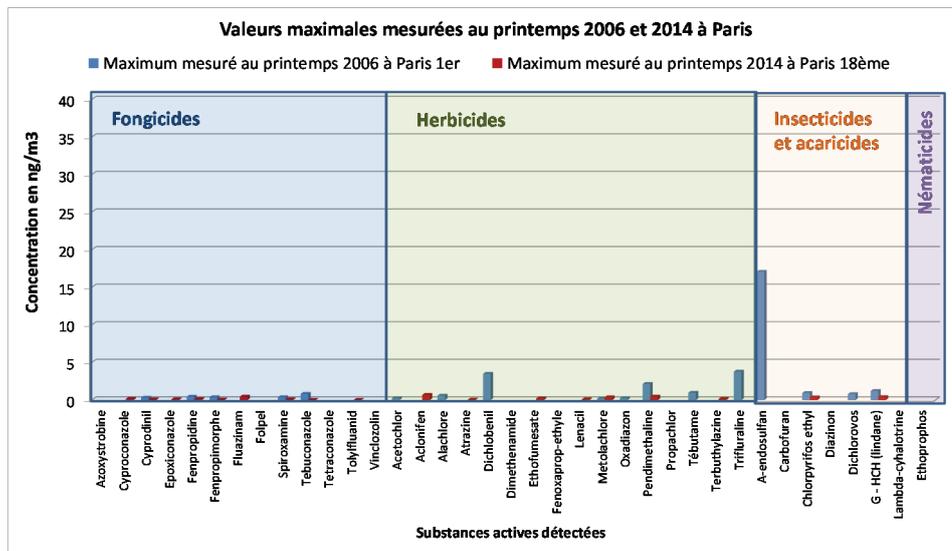
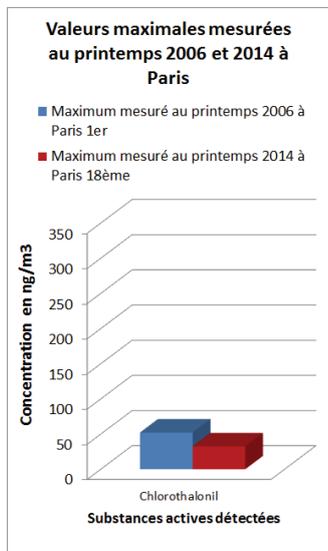


Annexe 10 - Période d'application des produits phytosanitaires en Île-de-France par type de culture (source DRIAF⁴⁸)

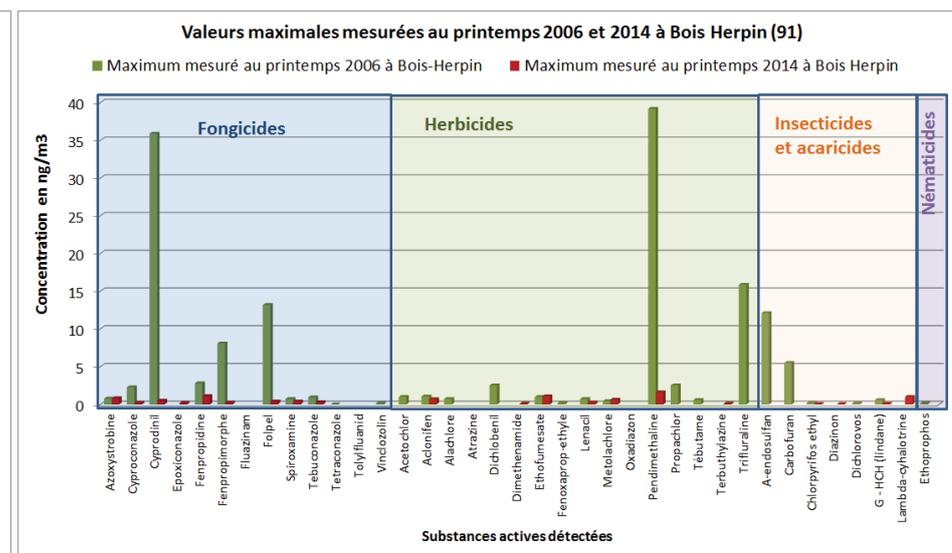
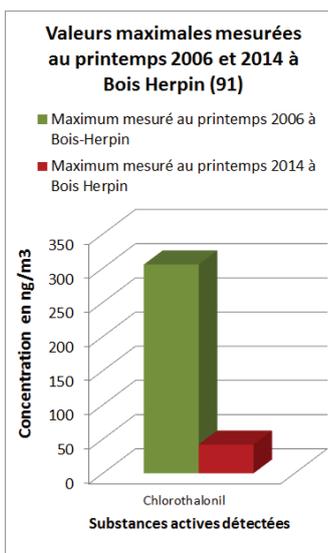
	Herbicides	Insecticides	Fongicides	R. de croissance
Blé	Semis : octobre Post-semis, prélevée 1 à 2 nœuds : avril 3 sem. avant récolte	Levée (1 à 2 traitements) : octobre, décembre 1 à 2 traitements : 10 mai, début juin.	Stade 1 nœud (3 à 4 trait.) : mi-avril Gonflement : déb. mai Epiaison : juin	1 à 2 trait.: début mars, fin avril
Orge de printemps	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
Escourgeon	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
Betterave	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	—
Pois	Semis : février Rattrapage en post-levée	Traitement de la graine Parfois post-levée : mars Floraison : mai	1 nœud : avril Gonflement : mai Epiaison : juin	—
Colza	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
Maïs	Semis : mars, avril Post-levée : mars, mai	Trait. contre pyrale (floraison) : juin	Semences traitées	—

⁴⁸ Phyt'eaux propres, la contamination des eaux par les produits phytosanitaires en région Ile-de-France, bilan activité 1997-2011.

Annexe 11 - Valeurs maximales mesurées au printemps 2006 et 2014 à Paris et à Bois-Herpin (91) sur la base des pesticides recherchés lors des deux campagnes



a) Paris



b) Bois-Herpin

Annexe 12 - Liste des rapports étudiés

Aasqas	Titre du rapport	Date de sortie	Méthode de mesure
Atmo Nord-Pas-de-Calais	dans les exploitations agricoles NPDC, mesures réalisées en 2011 et 2012	2013	Mesures hebdomadaires par Partisol bas débit (1m3/h)
Lig'air	contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région centre, année 2013	01/02/2014	mesures hebdomadaires bas débit (1m3/h)
Air PACA	observatoire des résidus de pesticides en PACA, année 2012	01/10/2013	Prélèvements 48h par préleveurs Haut débit
Atmo Poitou-Charente	Mesures de pesticides dans l'air en Poitou-Charentes, campagne 2013	01/05/2014	Mesures hebdomadaires par Partisol (sur particules TSP) bas débit (1m3/h)
Atmo Picardie	Etude sur les résidus de produits phytosanitaires dans l'air en Picardie; mesures réalisées du 13/03 au 14/09/2012	01/02/2013	Prélèvements 48h
Atmo Champagne-Ardenne	évaluation des pesticides à Reims sur l'année 2012	2013	Mesures hebdo madaires bas debit
Atmos'air Bourgogne	Evaluation des concentrations en pesticides dans l'air en zone rurale, mesures 2011	01/10/2011	Mesures hebdomadaires par Partisol bas debit (1m3/h)
ASPA	Evaluation des produits phytosanitaires dans l'air en Alsace centrale	01/05/2014	Mesures hebdomadaires par Partisol bas debit (1 m3/h)
AIRAQ	Projet PHYTO'RIV : évaluation des niveaux en produits phytosanitaires dans l'air ambiant, communes de Rauzan et Saint-Symphorien, mesures 2010	01/04/2012	Mesures hebdomadaires par Partisol (tete PM10)
LIMAIR	La surveillance des phytosanitaires : de la connaissance à la mesure exploratoire; mesures 2009 à Brive-la-gaillarde	01/12/2009	Mesures hebdomadaires bas débit (1 m3/h) (tete PM10)
Air Breizh	Campagne de mesure de pesticides à Mordelles de 7 avril au 20 juillet 2010	01/08/2012	Mesures hebdomadaires bas débit (1 m3/h)
Air Languedoc-Roussillon	Mesures de pesticides dans l'Herault en 2006	01/01/2077	Mesures hebdomadaires
Air Pays-de-la-Loire	Mesures de produits phytosanitaires dans l'air en zone arboricole et en milieu urbain, campagne de mesure printemps-été 2007	01/04/2008	Mesures hebdomadaires bas debit (1m3/h)
Atmo Franche-comté	Les pesticides dans l'air franc-comtois : état des lieux, état des connaissances	01/11/2005	Mesures hebdomadaires bas debit (1m3/h)
ORAMIP	Campagne d'évaluation des concentrations en phytosanitaires dans l'air ambiant, 2013, commune de Douelle (Lot)	01/03/2014	Mesures hebdomadaires bas debit (1m3/h) (tete PM10)
Air Normand	Particules Urbaines et Céréalières, Microorganismes Mycotoxines et Pesticides (PUC2MP); mesures 2008 et 2009		Mesures par DA80 haut debit (30m3/h); mesures 5h à proximité des silos, 4jours en milieu urbain; TSP, tete PM2.5
Air Rhone-Alpes	Exposition des abeilles aux polluants atmosphériques, mesures dans l'agglomération de Lyon (2013)	01/01/2015	Mesures 48h par DA80, debit de prélèvement 30m3/h (tete PM10)
Air Rhone-Alpes	Mesures réalisées en secteur de viticulture dans la Drome et en secteur de grandes cultures dans l'Ain, années 2012-2013	01/11/2014	Mesures hebdomadaires par Partisol bas debit (1 m3/h)
Air Rhone-Alpes	Mesures réalisées en secteur de viticulture en Ardèche, année 2013	01/11/2014	Mesures hebdomadaires par Partisol bas debit (1 m3/h)
Atmo Auvergne	Mesures de pesticides, Montluçon et Saint-Pourcain-sur-Sioule, avril à septembre 2008	01/10/2008	Mesures hebdomadaires bas debit (1 m3/h)

Annexe 13 - Comparaison des concentrations moyennes et maximales (en ng/m³) relevées entre août 2013 et août 2014 en région Île-de-France, avec les résultats de campagnes de mesures réalisées par des AASQAs dans des régions limitrophes

Composés	moyenne		max		moyenne		max	
	site urbain Paris XVIII	sites urbains aasqas	site urbain Paris XVIII	sites urbains aasqas	site rural Bois-Herpin	sites urbains aasqas	site rural Bois-Herpin	urbains aasqas
Chlorothalonil	6.87	1.20	32.68	5.90	8.47	34.42	42.02	2533.70
Chlorpyrifos-éthyl	0.27	0.20	0.44	0.80	0.06	0.10	0.06	1.10
Cyprodinil	0.06	0.20	0.10	0.20	0.19	0.23	0.49	1.40
Diméthénamide (DMTA)					0.77	0.01	2.54	0.09
Fenpropimorphe	0.16	0.22	0.71	0.50	0.38	0.25	2.61	11.70
Folpel					0.38	0.02	0.38	0.35
Gamma-HCH	0.25	0.23	0.40	0.50	0.09	0.03	0.10	0.20
Lambda-Cyhalothrine					1.00	0.14	1.00	0.14
Métazachlore	0.16	0.30	0.21	0.40	0.60	0.24	0.99	0.24
Métolachlore	0.20	0.32	0.38	0.54	0.21	0.41	0.65	3.10
Pendiméthaline	0.24	0.57	1.10	3.10	0.33	0.46	1.60	3.98
Terbutylazine	0.14	0.00	0.17	0.01	0.08	0.02	0.10	0.06
2,4-D					0.26	0.00	0.26	0.03
Azoxystrobine					0.45	0.03	0.83	0.25
Chlortoluron	0.18	0.00	0.18	0.01	0.05	0.00	0.05	0.01
Cyproconazole	0.10	0.00	0.18	0.04	0.13	0.01	0.22	0.04
Diphénylamine	0.13	0.29	0.15	0.90				
Epoxiconazole	0.07	0.02	0.11	0.21	0.08	0.10	0.21	0.87
Fenpropidine	0.43	0.33	3.84	1.30	1.34	0.47	9.28	2.70
Fluazinam	0.34	0.66	0.49	2.60	0.18	0.37	0.23	1.93
Isoproturon	0.06	0.00	0.06	0.02	0.08	0.00	0.08	0.01
Propiconazole	0.07	0.01	0.12	0.09	0.11	0.01	0.24	0.05
Propyzamide	0.22	0.15	0.25	0.40	0.66	0.12	1.17	1.43
Prosulfocarb	0.30	0.54	1.02	3.00	0.25	0.88	1.57	4.34
Pyriméthanyl	0.07	0.21	0.07	0.90	0.00	0.06	0.00	0.34
Spiroxamine	0.06	0.22	0.10	1.60	0.10	1.02	0.39	10.75
Tebuconazole	0.04	0.01	0.04	0.05	0.17	0.03	0.30	0.22