



Surveillance de la qualité de l'air en région Centre

Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre-Val de Loire

Année 2014

Rapport final

Mars 2015

Lig'Air - Surveillance de la qualité de l'air en région Centre
260 avenue de la Pomme de Pin - 45590 SAINT-CYR-EN-VAL

Tel : 02.38.78.09.49 - Fax : 02.38.78.09.45 - Courriel : ligair@ligair.fr - internet : www.ligair.fr

Sommaire

Sommaire	1
Avertissement	2
Introduction et cadre de l'étude.....	3
I - Méthode de mesure utilisée	3
II – Période et sites de mesures.....	4
III - Liste des pesticides suivis en 2014.....	6
IV – Résultats de l'année 2014	8
IV-1 Principaux pesticides	8
a) Les molécules interdites d'utilisation mais présentes dans l'air ambiant	9
α – L'acétochlore.....	9
β – Le flufénoxuron	9
γ – Le lindane	9
b) Les molécules retrouvées sur tous les sites	9
α – Le S-métolachlore	10
β – La pendiméthaline.....	11
γ – Le chlorothalonil.....	12
δ – Le lindane	13
ε – Le prosulfocarbe.....	15
ζ – Le metazachlore.....	16
η –Le clomazone	17
θ – Les molécules nouvellement recherchées en 2014	17
IV-2- Bilan et historique.....	18
IV-3 Les différents indicateurs en région Centre-Val de Loire.....	21
a) Charge totale en équivalent pesticide.....	21
b) Le nombre de pesticides détectés.....	23
c) L'indice PHYTO	24
IV-4 Zoom sur les résultats par site de mesures.....	26
a) Tours la Bruyère	26
b) Orléans Faubourg Bannier.....	29
c) Oysonville	32
d) Saint-Martin d'Auxigny	35
e) Saint-Aignan	38
Conclusion	41
Table des figures.....	42
Bibliographie	44

Avertissement

La mesure des pesticides dans l'air ambiant ne vise que les substances actives volatiles portées à la connaissance de Lig'Air. Les conclusions, ainsi que les observations incluses dans ce rapport, ne concernent que les pesticides volatils suivis dans le compartiment aérien et ne peuvent être généralisées à l'ensemble des pesticides.

Les informations contenues dans ce rapport traduisent la mesure d'un ensemble d'éléments en un instant caractérisé par des conditions climatiques propres.

Ce rapport d'études est la propriété de Lig'Air. Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Lig'Air.

Lig'Air ne saurait être tenue pour responsable des évènements pouvant résulter de l'interprétation et/ou l'utilisation des informations faites par un tiers.

Introduction et cadre de l'étude

Dans le cadre du Plan Régional Santé Environnement (PRSE), Lig'Air s'est engagé à suivre les principaux pesticides dans l'air ambiant. Cette surveillance est effective depuis l'année 2006. Elle vise l'amélioration des informations et des indicateurs de la présence des pesticides dans le compartiment aérien. Rappelons ici que la présence des pesticides n'est pas réglementée dans l'air.

Au cours de cette année 2014, 108 pesticides (43 herbicides, 22 insecticides, 41 fongicides, 1 régulateur de croissance et 1 rodenticide) ont été suivis sur les cinq sites de mesures, à savoir trois sites en zone agricole (Oysonville au cœur des grandes cultures, Saint-Martin d'Auxigny en zone arboricole et Saint-Aignan à proximité de vignobles) et deux sites en zone non agricole (Orléans et Tours).

Les mesures des pesticides sont financées par l'Agence Régionale de Santé du Centre-Val de Loire, la Région Centre-Val de Loire, les agglomérations de Tours et Orléans, le Conseil Général du Cher. En 2014, la période de mesure s'est étalée du 24 mars au 22 septembre 2014.

Le présent rapport fait état des résultats de mesures pour l'année 2014 en proposant en premier lieu une synthèse régionale. Une comparaison des 5 sites de mesures est ensuite effectuée grâce à la construction d'indicateurs de suivi (cumul hebdomadaire des concentrations, nombre de détection par semaine, indice PHYTO hebdomadaire). Enfin, un bilan par site de mesures compose la dernière partie du présent rapport.

Cette étude et les précédentes permettent de suivre l'état et l'évolution de la contamination du compartiment aérien. Les renseignements environnementaux tirés de l'étude ne permettent toutefois pas de conclure d'un point de vue sanitaire. En effet, les valeurs toxicologiques pour les pesticides ne sont disponibles très généralement que pour les expositions par ingestion.

I - Méthode de mesure utilisée

Les méthodes de prélèvement et d'analyse utilisées par Lig'Air (Figure 1 : Principe de mesure des pesticides) et le laboratoire d'analyses (Micropolluants Technologie SA) sont dictées respectivement par les normes AFNOR NFX 43-058 et 43-059.

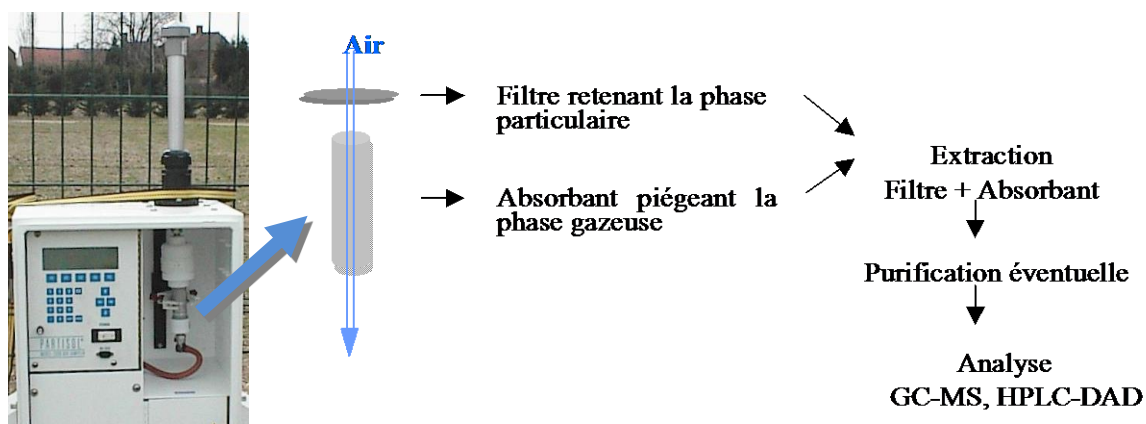


Figure 1 : Principe de mesure des pesticides

II – Période et sites de mesures

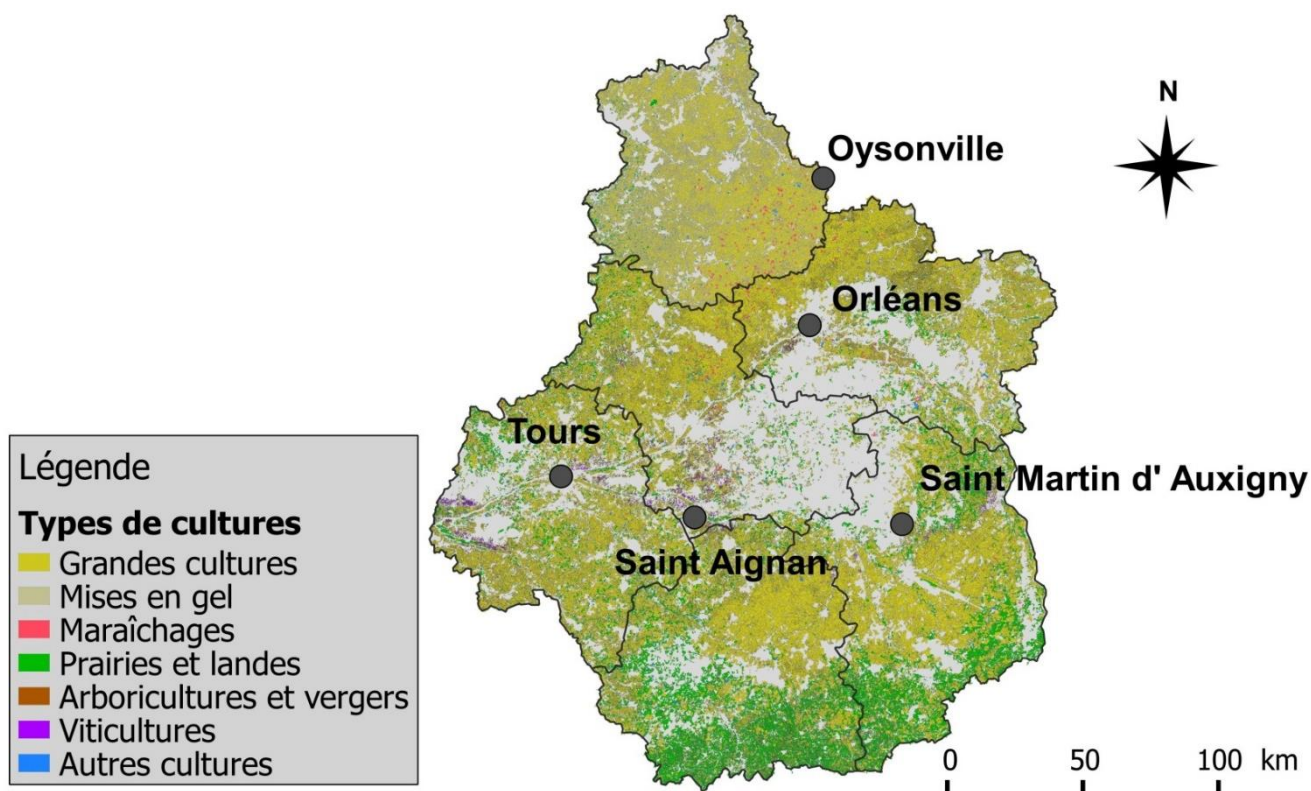
a) Période de prélèvement

Un rapport de l'ANSES [18] recommande un suivi continu des pesticides entre les semaines 12 à 38. Afin d'avoir un suivi objectif des pesticides en rapport avec les moyens financiers disponibles, Lig'Air mène ses campagnes de mesures en périodes d'épandage. En 2014, le suivi des pesticides a été réalisé du 24 mars au 22 septembre 2014 (soit de la semaine 13 à la semaine 38). Le suivi des pesticides a été étendu jusqu'à la fin de l'été par rapport aux années précédentes. Au total, 26 prélèvements hebdomadaires ont été réalisés sur chacun des 5 sites étudiés. La typologie des sites étudiés ainsi que leur localisation sont présentées respectivement dans les figures 2 et 3.

Site	Typologie	Cultures avoisinantes proches	Cultures éloignées
Orléans (45)	Urbain	/	Grandes cultures, viticulture et arboriculture
Tours (37)	Urbain	/	Grandes cultures et viticulture
Saint-Martin d'Auxigny (18)	Rural (au cœur du village)	Arboriculture	Grandes cultures
Oysonville (28)	Rural (à proximité des champs)	Grandes cultures	Grandes cultures
Saint-Aignan (41)	Rural (au cœur du village)	Viticulture	Grandes cultures

Figure 2 : Sites de mesure des pesticides pour l'année 2014

Figure 3 : Sites de mesures de pesticides sur la région Centre en 2014 (Source : RGP)



b) Les conditions météorologiques

Les précipitations pour la période d'avril à août 2014 ont été supérieures aux normales sur la région Centre. La figure 4 illustre la pluviométrie mesurée par Météo France au cours de cette période de 2011 à 2014 en comparaison avec les normales (calculées de 1981 à 2010).

Les mois de mai à août 2014 ont été les plus humides depuis 2011 notamment les mois d'été, juillet et août, qui présentent un cumul de précipitations deux fois plus élevé que la normale. Par contre, le mois de septembre 2014 a été très sec. Le cumul de précipitation pour ce mois est très en dessous des normales.

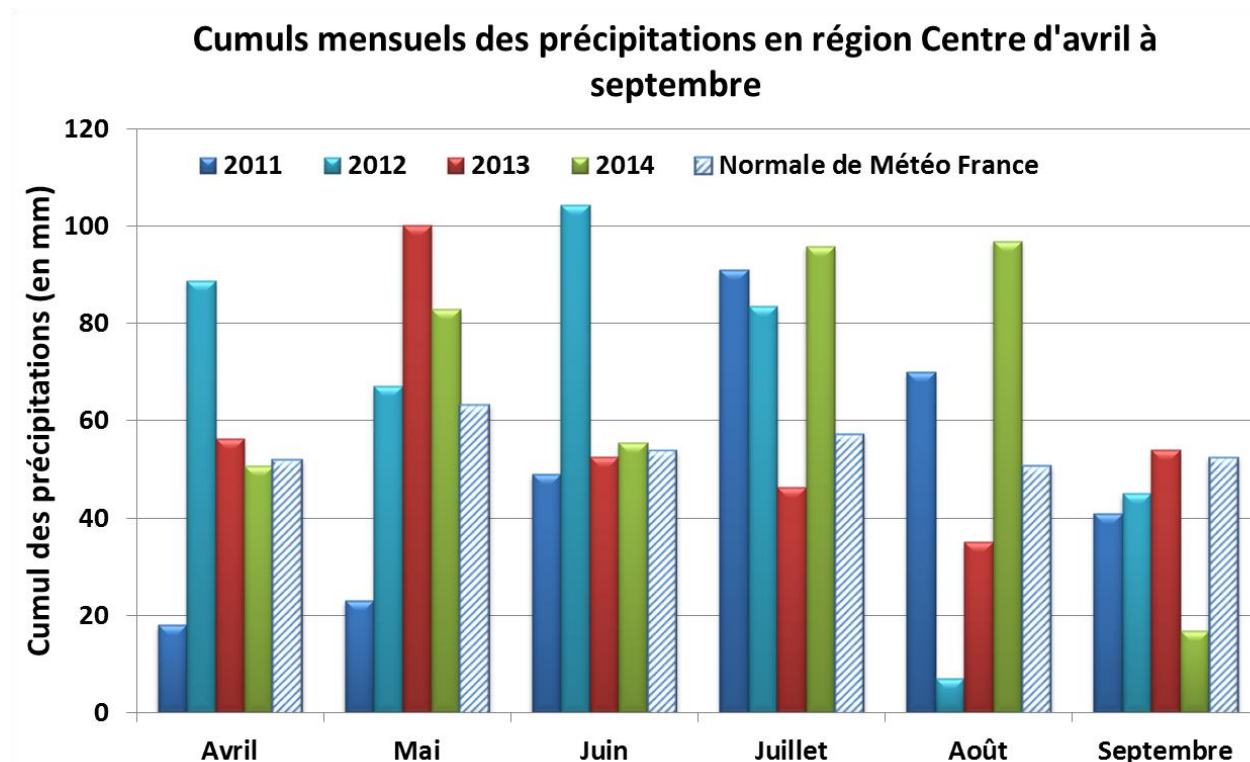


Figure 4 : Cumuls mensuels des précipitations d'avril à septembre entre 2011 et 2014 en région Centre (Source : Météo France)

Comme illustrée sur la figure 5, la présence de pesticides dans l'air ambiant est liée à l'épandage (transfert direct) mais également à des transferts indirects (érosion éolienne, volatilisation, dépôts secs et humides)¹.

Les conditions météorologiques ont une influence sur l'ensemble de ces transferts :

- la volatilisation des pesticides est liée à la température ambiante, au vent mais également à l'humidité du sol (un sol humide favorisera la volatilisation)² ;
- d'autre part, la pluie permet un phénomène de lessivage de l'atmosphère par précipitation au sol des substances actives et donc une diminution des niveaux des pesticides dans l'air ambiant. Ce phénomène de lessivage n'est pas spécifique uniquement aux pesticides. Il peut affecter les concentrations de l'ensemble des polluants atmosphériques ;
- enfin, l'utilisation des produits phytosanitaires est directement liée aux cycles de vie des nuisibles qui sont eux-mêmes dictés par les conditions météorologiques.

¹ Les produits phytosanitaires dans l'air – Origine, surveillance et recommandations pratiques en agriculture – CORPEN (Comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement) Groupe Air'phyt - 2007

² Les isomères de l'hexachlorocyclohexane – ADEME - 2005

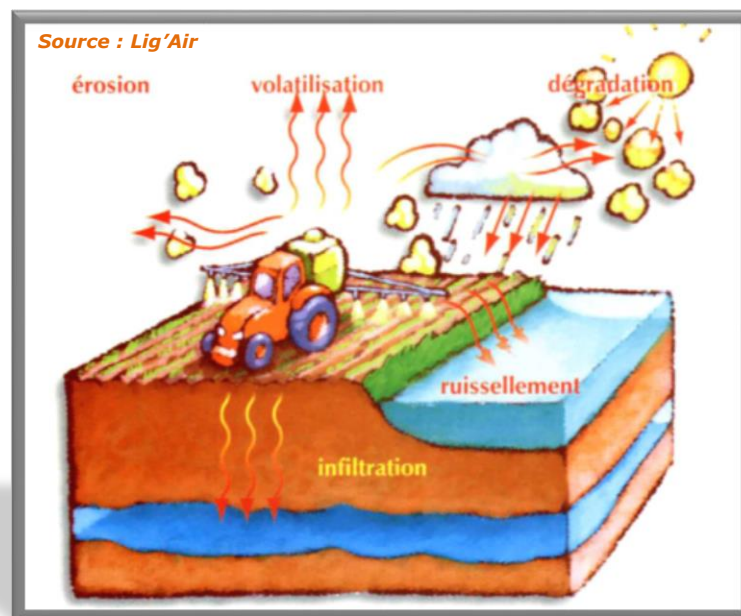


Figure 5 : Schéma du devenir des pesticides éendus (source : Lig'Air/Le Toit à Vaches)

Les pesticides surveillés dans le cadre de cette étude ne représentent qu'un groupe de molécules parmi les nombreux pesticides disponibles sur le marché. La particularité de ce groupe est qu'il est susceptible de se retrouver dans le compartiment aérien sous forme gazeuse ou particulaire. Les pesticides non volatils et solubles sont suivis habituellement dans l'eau. Ainsi les connaissances de la composante aérienne des pesticides, constitue un complément d'information pour la caractérisation des pesticides dans l'environnement.

Chaque année, Lig'Air établit une liste de molécules à surveiller dans l'air ambiant. Cette liste tient compte de l'historique des mesures effectuées sur les années précédentes, des paramètres physico-chimiques des molécules (volatilisation) ainsi que d'autres critères tels que l'utilisation faite en région Centre, mais aussi leur utilisation et leur observation dans les régions avoisinantes. Enfin, la liste régionale annuelle contient les pesticides constituant la liste socle nationale [18].

III - Liste des pesticides suivis en 2014

La liste des pesticides recherchés en 2014 est présentée sur la figure 6. Elle est constituée de 108 pesticides (43 herbicides, 22 insecticides, 41 fongicides, 1 régulateur de croissance et 1 rodenticide) dont 20 substances actives interdites à l'utilisation (en rouge dans le tableau 2). A la liste de 2013, 16 molécules ont été rajoutées (pesticides marqués d'un astérisque dans la figure 6). L'ajout de ces molécules a été réalisé pour l'enrichissement de la liste de substances à rechercher dans l'air mais aussi pour vérifier l'absence de certaines molécules déjà suivies dans le passé puis retirées de la liste suite à leur non-détection.

Fongicide	Herbicide	Insecticide
Azoxystrobine	2,4-D *	Acétamipride
Boscalid	2,4-MCPA *	A-endosulfan
Captane	Acétochlore	Chlorpyrifos-éthyl
Carbendazime *	Aclonifen	Chlorpyrifos-méthyl
Chlorothalonil	Alachlore	Cyfluthrine (I+II+III)
Cymoxanil	Atrazine	Cyperméthrine
Cyproconazole	Benoxacor	Deltaméthrine
Cyprodinil	Bifénox	Dicofol *
Dazomet	Chlorpropham *	Ethoprophos
Difénoconazole	Chlortoluron *	Fénoxycarbe
Diméthomorphe	Clomazone	Flufénoxuron
Dimoxystrobin *	Clopyralid	Héxythiazox
Diphénylamine	Dichlobenil	Lambda-cyhalothrine
Epoconazole	Diclofop-méthyl	Lindane
Etridiazole *	Diflufénicanil	Méthomyl
Fenhexamid	Diméthénamide-p	Parathion méthyl
Fenpropidine	Diuron	Propargite
Fenpropimorphe	Ethofumesate *	Pyrimicarbe
Fluazinam	Florasulame	Pyriproxifène
Fludioxonil	Flurochloridone	Tébufenpyrad
Flusilazole	Ioxynil	Téfluthrine
Folpel	Isoproturon	Thiaclopride
Iprovalicarbe	Isoxaflutole	
Krésoxim-méthyl	Linuron	
Mepanipirim	Mécoprop	
Metconazole *	Métamitrone	
Myclobutanil	Métazachlore	
Penconazole	Métolachlore (S)	
Procymidone	Napropamide	
Propiconazole	Oryzalin	
Pyraclostrobin	Oxadiazon	
Pyriméthanil	Pendiméthaline	
Quinoxyfène	Profoxydim *	
Spiroxamine	Propachlore	
Tébuconazole	Prosulfocarbe	
Tétraconazole	Prosulfuron	
Thiabendazole	Quizalofop-P-tefuryl *	
Thiophanate-méthyl *	Sulcotrione	
Tolyfluanide	Tébutame	
Trifloxystrobine	Terbuthylazine	
Vinchlozoline	Triallate	
	Triclopyr	
	Trifluraline	
Régulateur de croissance	Rodenticide	
Forchlorfenuron *	Warfarin *	

* : molécules recherchées depuis 2014

Nom : molécules interdites à l'utilisation

Figure 6 : Liste des pesticides suivis en 2014

IV – Résultats de l'année 2014

IV-1 Principaux pesticides

Suite à des problèmes techniques, les mesures sur le site de Saint-Martin d'Auxigny couvrent moins de 70% du printemps 2014 (la totalité de la campagne est couverte à 81%). Or comme cela sera présenté dans la suite du rapport, le printemps est la période la plus chargée en pesticides dans l'atmosphère. Les conclusions pour le site de Saint-Martin d'Auxigny seront à relativiser. En effet les bilans de cette campagne sous-estimeront les niveaux réels du fait de l'absence de plusieurs semaines de mesures au printemps.

La campagne de mesure réalisée durant l'année 2014 a permis la détection de 28 pesticides dans l'air ambiant soit près de 26% des molécules recherchées (figure 7). Parmi ces 28 substances actives (10 fongicides, 14 herbicides et 4 insecticides), 7 d'entre elles sont communes à l'ensemble des sites (molécules sur fond vert, figure 7).

Pesticides	Orléans	Oysonville	Saint Aignan	Saint Martin d'Auxigny	Tours
	Nb de détections / cumul des concentrations (ng/m ³)				
Acetochlore (H)		1 / 0,18			
Aclonifen (H)	1 / 0,68	1 / 0,63			
Chlorothalonil (F)	7 / 67,22	9 / 108,28	7 / 51,07	2 / 12,90	6 / 54,5
Chlorpropham (H)		3 / 1,00			1 / 1,19
Chlorpyrifos ethyl (I)			4 / 1,93	2 / 0,52	
Clomazone (H)	1 / 0,24	5 / 3,5	3 / 0,81	2 / 0,54	1 / 0,2
Cymoxanil (F)		1 / 0,19	4 / 4,41	1 / 0,21	2 / 1,24
Cyprodinil (F)		8 / 11,84	4 / 0,91	1 / 0,31	
Diflufenicanil (H)	1 / 0,13				
Diméthénamide-p (H)		2 / 0,81	1 / 0,18	2 / 0,93	1 / 0,2
Fenpropidine (F)	9 / 2,49	15 / 16,13		1 / 0,22	
Fenpropimorphe (F)	1 / 0,2	11 / 11,21			1 / 0,32
Fluazinam (F)			5 / 4,79		
Flufénoxuron (I)				1 / 0,12	
Folpel (F)			1 / 2,04		1 / 0,77
Lindane (I)	4 / 3,64	5 / 4,76	4 / 2,18	4 / 1,62	7 / 4,79
Metamitron (H)	1 / 0,24				
Métazachlore (H)	1 / 0,76	4 / 5,68	2 / 0,49	3 / 1,22	3 / 2,65
Metconazole (F)		1 / 0,15			
S-Metolachlore (H)	8 / 3,01	10 / 4,29	12 / 3,57	6 / 1,18	10 / 2,74
Napropamide (H)		1 / 0,21			
Oryzalin (H)	1 / 1,54				
Oxadiazon (H)	1 / 0,43				
Pendimethaline (H)	13 / 7,19	12 / 8,94	6 / 2,02	5 / 1,62	8 / 4,79
Pyrimicarbe (I)				2 / 1,21	
Prosulfocarbe (H)	7 / 1,90	8 / 21,51	3 / 0,60	1 / 0,28	1 / 0,13
Pyriméthaniil (F)			1 / 0,66		
Spiroxamine (F)		1 / 0,44			

Nom : molécule interdite à l'utilisation molécule apparaissant cette année

Figure 7 : Nombre de détections et cumul des concentrations des pesticides suivant les sites de mesure (année 2014)

Le nombre de pesticides détectés varie d'un site à l'autre. Le nombre minimal (12) de pesticides détectés a été observé à Tours, le maximum a été noté sur le site de Oysonville (18).

Par rapport à 2013, 10 molécules n'ont pas été observées cette année : atrazine, cyfluthrine, difénoconazole, dimétomorphe, diphénylamine, L-cyhalothrine, parathion méthyl, procymidone, pyriproxifène et trifloxystobine.

A l'inverse, 9 composés apparaissent cette année : aclonifen, clomazone, diméthénamide, fluazinam, métamitrone, napropamide, oryzalin, pyrimicarbe et pyriméthanil auxquels il faut ajouter 2 molécules nouvellement recherchées en 2014 (chlorpropham et metconazole).

Comme pour 2013, l'oxadiazon est de nouveau observé cette année uniquement sur le site urbain d'Orléans.

a) Les molécules interdites d'utilisation mais présentes dans l'air ambiant

Parmi les composés recherchés et proscrits à l'utilisation (en rouge sur la figure 7), trois composés interdits ont été quantifiés :

- Acétochlore
- Flufénoxuron
- Lindane

α – L'acétochlore

L'acétochlore, herbicide du maïs, a été retiré du marché et son utilisation est interdite depuis le 23 juin 2013. Cet herbicide était l'un des pesticides les plus observés depuis 2007 sur la région Centre.

Cette année, il n'a été observé que sur le site de Oysonville et uniquement au cours de la semaine 17.

Ce pesticide a été remplacé par un mélange d'herbicides contenant de la diméthénamide (DMTA), du pendiméthaline ou du s-métolachlore.

β – Le flufénoxuron

Le flufénoxuron, insecticide interdit d'utilisation à partir de février 2013, a été mesuré une seule fois sur le site d'Orléans en 2013. En 2014, il a aussi été observé une seule fois sur le site de Saint Martin d'Auxigny (semaine 35).

γ – Le lindane

Le lindane, insecticide interdit depuis 1998, faisait partie des molécules les plus détectées dans l'air. En 2012, il a été observé sur l'ensemble des sites. En 2013, cette substance active a été quantifiée uniquement sur le site d'Orléans, semaine 19. Cette année, ce composé est présent sur l'ensemble des sites.

Ce composé est traité plus en détail dans le chapitre IV-1-b- δ .

b) Les molécules retrouvées sur tous les sites

Parmi les 28 substances actives détectées en 2014, 7 d'entre elles ont été enregistrées sur l'ensemble des sites et cela malgré la différence de pratiques culturales dominant chaque site. Celles-ci sont : chlorothalonil, clomazone, lindane, métazachlore, pendiméthaline, prosulfocarbe et S-métolachlore.

Parmi ces composés rencontrés sur l'ensemble des sites, certains sont récurrents et sont observés chaque année comme la pendiméthaline, le S-métolachlore ou encore le

chlorothalonil, d'autres apparaissent ou prennent de l'importance comme le clomazone ou le métazachlore.

Ces molécules sont présentées ci-dessous des plus fréquemment observées en 2014 aux moins observées sur les 5 sites surveillés.

α – Le S-métolachlore

Le S-métolachlore, herbicide recherché depuis 2006, fait partie des composés les plus régulièrement quantifiés. Cette année, il atteint le taux de détection le plus important. Il a été observé sur l'ensemble des sites. Son taux de détection reste relativement équivalent à celui de 2013 avec 38% contre 44% en 2013 (figure 8). Cette substance active est de plus en plus utilisée dans le traitement des grandes cultures notamment pour remplacer l'alachlore (interdit d'utilisation depuis 2008) et l'acétochlore (interdit depuis juin 2013).

S-métolachlore

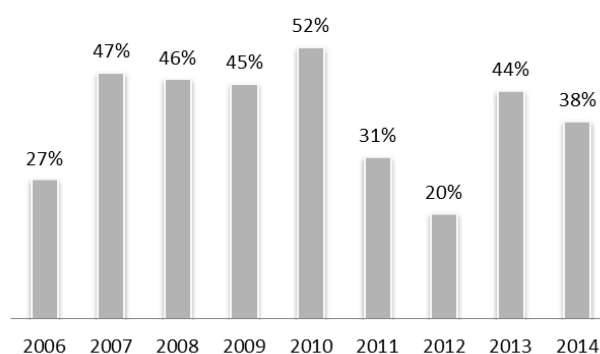


Figure 8 : Fréquence de détection du S-métolachlore

La hausse de la moyenne des cumuls des concentrations observée en 2013 est confirmée cette année (figure 9). En effet après une baisse régulière depuis 2008, la tendance s'est inversée en 2013 pour atteindre, en 2014, un cumul équivalent à ceux observés en 2007 et 2008 (environ 2,7 ng/m³).

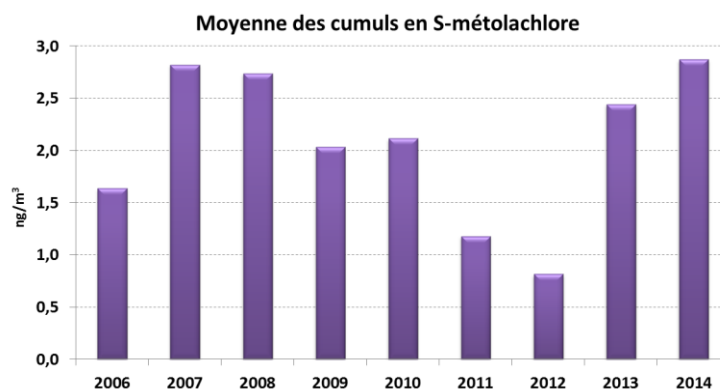


Figure 9 : Moyennes des cumuls des concentrations des semaines 15 à 26 en S-métolachlore sur l'ensemble des sites

Le S-métolachlore est essentiellement observé de mars à juillet (figure 10). Ceci correspond à sa principale période d'utilisation : désherbage sélectif du maïs en prélevée.

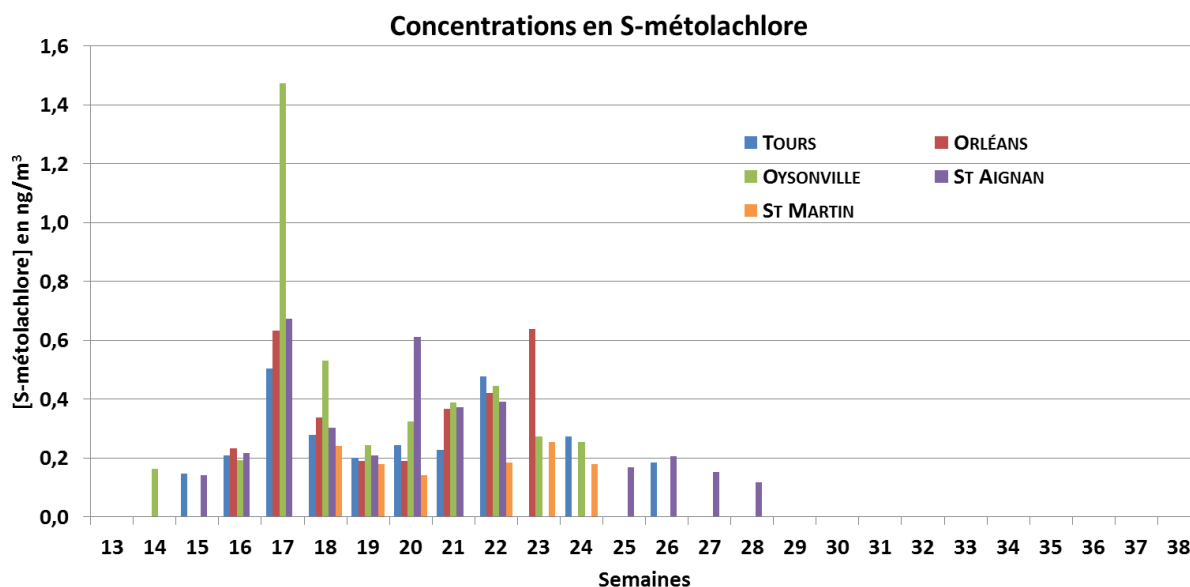


Figure 10 : Concentrations en S-métolachlore au cours de la campagne 2014

β – La pendiméthaline

Comme en 2012 et en 2013, le pendiméthaline est l'un des pesticides le plus observé cette année avec une fréquence moyenne de détection de 36%. Après une augmentation depuis 2011 (passant de 19% à 63% en 2013), une baisse de détection est observée cette année (figure 11). Ce composé a été plus particulièrement observé sur les sites d'Orléans et de Oysonville.

Pendiméthaline

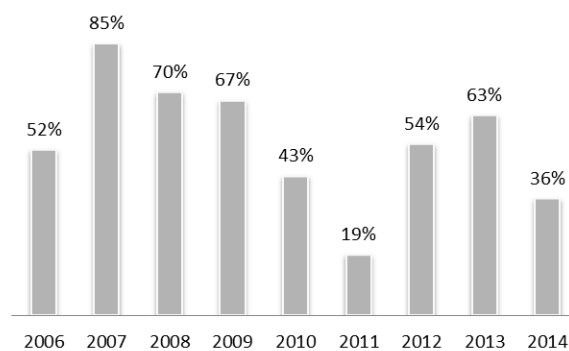


Figure 11 : Fréquence de détection de la pendiméthaline

Ce pesticide présente un profil semblable aux années précédentes avec une présence jusqu'à début juillet (semaine 27). Les plus fortes concentrations sont observées de fin mars à début juin 2014 (figure 12). L'utilisation de cet herbicide à large spectre est très courante sur les maïs, tournesol et céréales d'hiver.

Concentrations en pendiméthaline sur le site d'Orléans

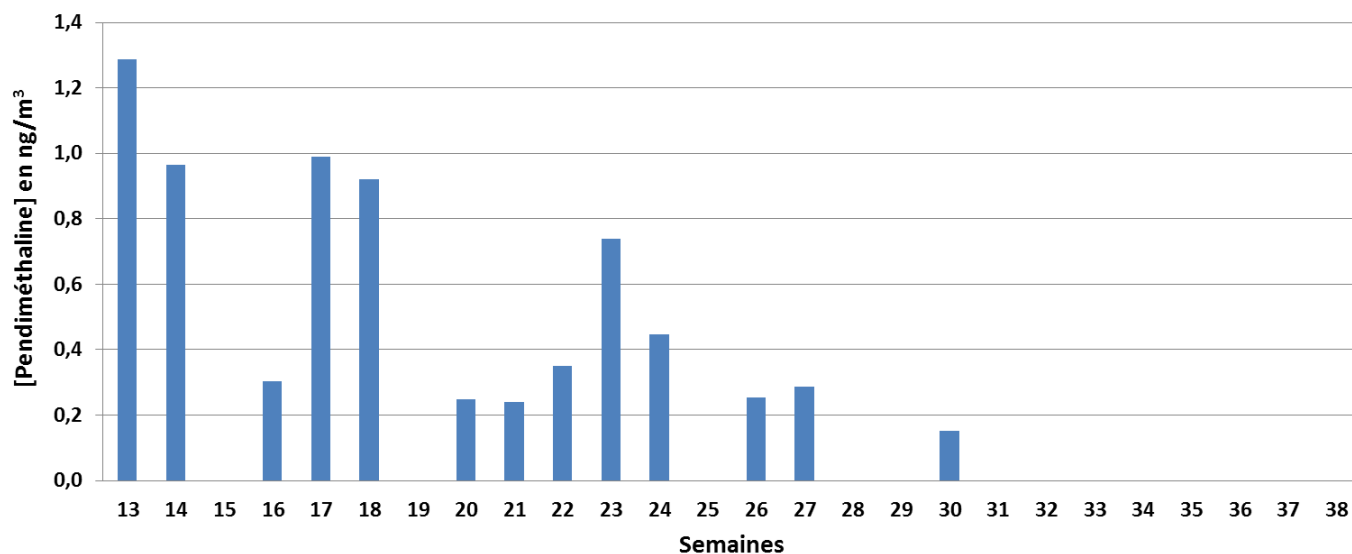


Figure 12 : Concentrations en pendiméthaline sur le site Orléans du 24/03/14 au 22/09/14

γ – Le chlorothalonil

Le chlorothalonil est le troisième composé le plus observé en 2014. Le taux de détection est identique à 2013 confirmant le plus faible taux observé depuis 2006. Son taux de détection a diminué progressivement depuis 2009 avec une pointe à 97% se stabilisant ces deux dernières années aux alentours de 25% (figure 13).

Chlorothalonil

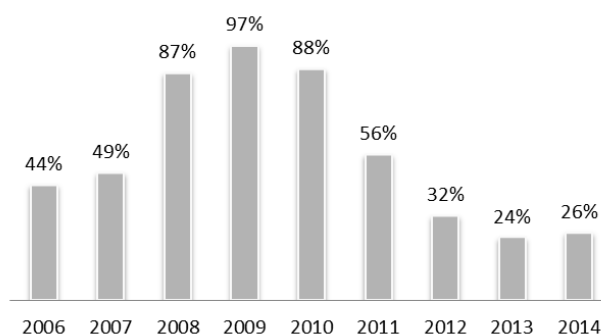


Figure 13 : Fréquence de détection du chlorothalonil

Alors que l'année 2011 enregistrait les cumuls en chlorotalonil les plus importants depuis 2006 (figure 14), les années qui suivaient 2012 et 2013 présentaient les niveaux les plus faibles. L'année 2014 met en évidence une légère ré-augmentation des concentrations sur l'ensemble des sites et enregistre des niveaux équivalents à ceux de 2010. Le site de Oysonville enregistre le cumul le plus important avec près de 100 ng/m³. Ce fongicide reste cette année encore le composé le plus important quantitativement.

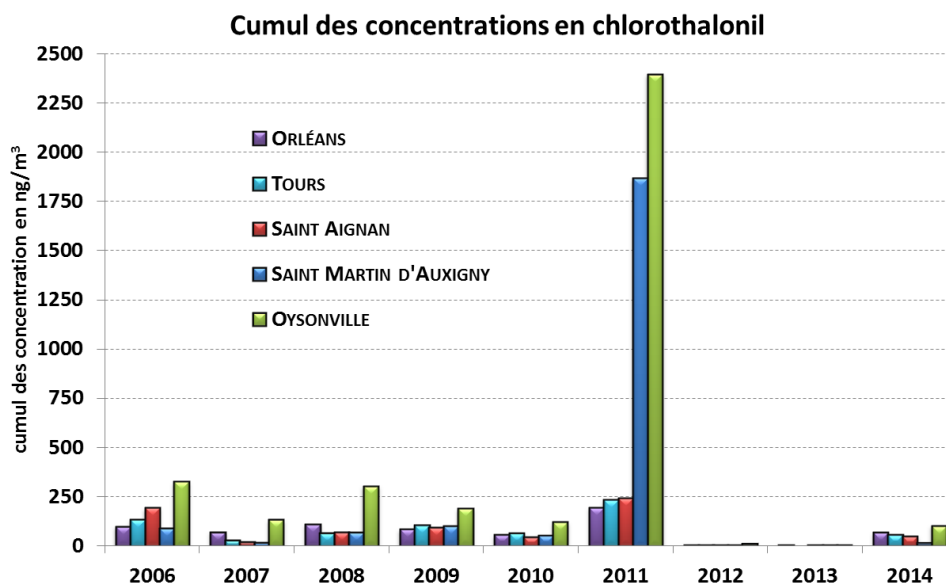


Figure 14 : Cumul des concentrations des semaines 15 à 26 en chlorothalonil

δ – Le lindane

Entre 2013 et 2014, la fréquence de détection du lindane est passée de 1% à 20% (figure 15).

Lindane

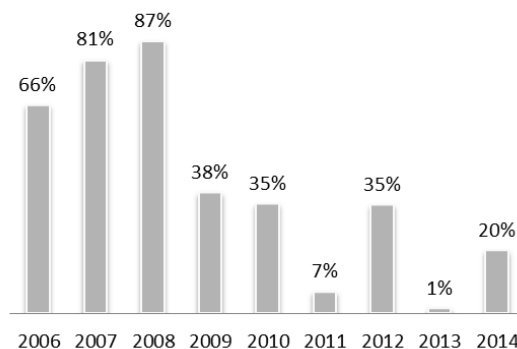


Figure 15 : Fréquence de détection du lindane

En 2014, le cumul des concentrations en lindane a subi une nette augmentation par rapport aux cinq dernières années (depuis 2009) (figure 16) en site urbain comme en site rural. A noter que l'autorisation de mise sur le marché de cette substance active a été retirée en 1998.

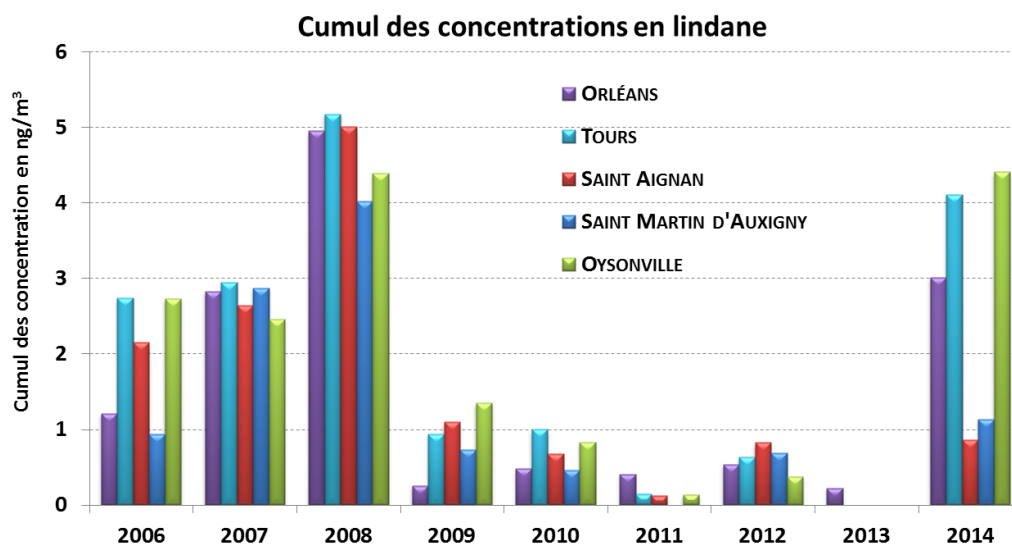


Figure 16 : Cumul des concentrations en lindane des semaines 15 à 26 de 2006 à 2014 en ng/m³

Le lindane a été observé le plus souvent jusqu'en semaine 24 (mi-juin 2014) puis à nouveau semaine 34 (figure 17). Les concentrations sont très variables d'une semaine à l'autre et d'un site à l'autre. La concentration maximale a été observée sur le site de Oysonville. Les niveaux enregistrés sur Orléans et sur Tours arrivent respectivement en 2^{ème} et 3^{ème} position.

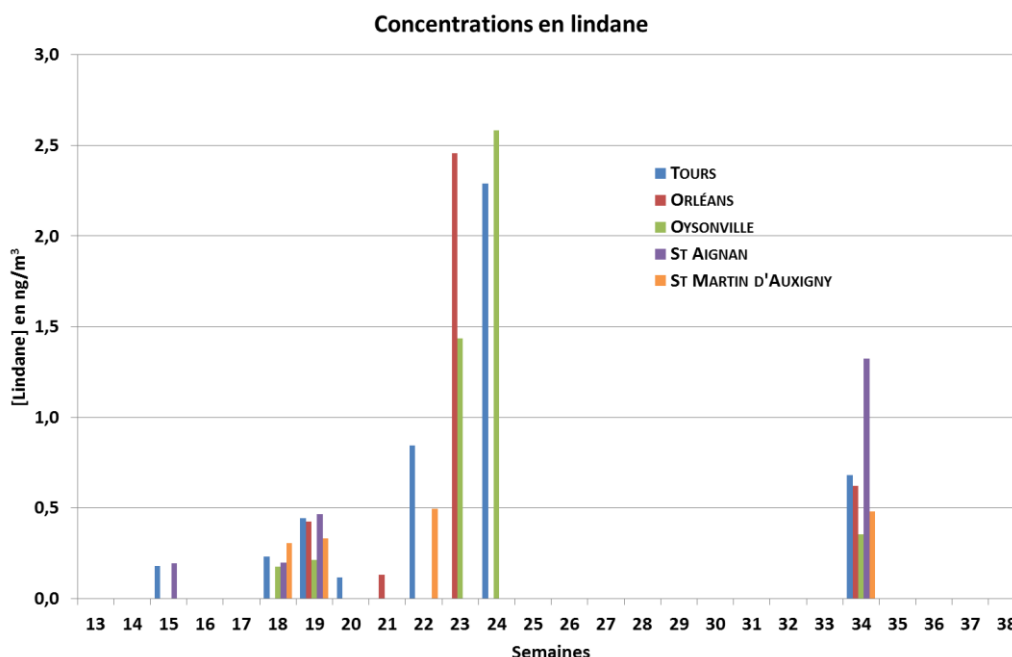


Figure 17 : Concentrations en lindane au cours de la campagne de surveillance 2014

Le lindane est un pesticide utilisé pendant plus de cinquante ans. Cette molécule de synthèse est considérée comme polluant organique persistant (Protocole d'Aarhus, 1992), toxique pour l'Homme et dangereux pour l'environnement. Globalement très peu mobile dans les sols, la nature et le degré d'humidité de ces derniers influent sur le déplacement du lindane dans l'air (L'environnement en France édition 2014³).

³ http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/L_environment_en_France_-_Edition_2014.pdf

Bien que son interdiction en agriculture remonte à 1998 en France, des résidus subsistent dans les sols métropolitains (figure 18)³ avec des valeurs estimées allant jusqu'à 5 µg/kg de sol. Les valeurs les plus élevées localisées dans le quart nord-ouest sont attribuées à un large usage du lindane comme insecticide dans les zones de culture intensive (Nord – Pas-de-Calais, Beauce) ou comme antiparasitaire dans les zones d'élevage intensif de volailles et porcins (Bretagne)³

Teneurs en lindane dans les sols de France métropolitaine hors Corse

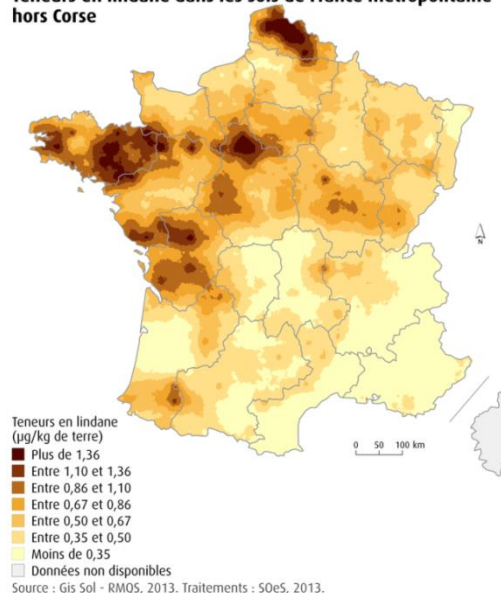


Figure 18 : Teneurs en lindane dans les sols³

Le sol constituerait donc un réservoir de lindane dans l'air. Son passage dans l'air peut se faire par volatilisation, par entraînement à la vapeur d'eau, et par érosion éolienne des sols contaminés. Ces mécanismes de transfert du sol vers l'air, sont gouvernés de façon complexe par un ensemble de facteurs pédoclimatiques locaux (température, vent, précipitations, contenu en eau ou en matière organique du sol, etc.) et par la présence ou non du couvert végétal et le travail de la terre (le labourage par exemple). La variabilité, dans le temps et dans l'espace de l'ensemble de ces paramètres, peut favoriser ou limiter le transfert du lindane du sol vers l'air et donner ainsi naissance aux variations des niveaux observés respectivement d'un prélèvement à l'autre et entre les différents sites.

ε – Le prosulfocarbe

Recherché depuis 2009, ce composé avait été observé occasionnellement. Pour cette année de surveillance, le taux de détection atteint 17% contre 20% en 2013 présentant ainsi une légère diminution (figure 19).

Prosulfocarbe

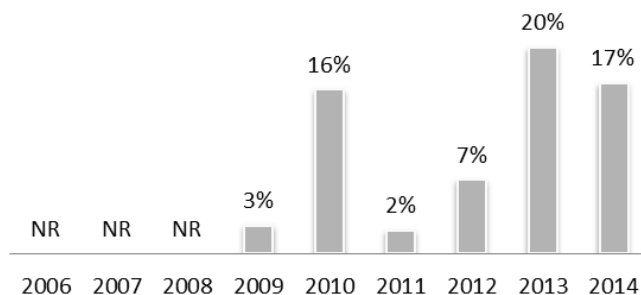


Figure 19 : Fréquence de détection du prosulfocarbe

Comme pour l'année 2013, cet herbicide, utilisé dans la culture du blé, a enregistré la fréquence de détection et les concentrations les plus importantes sur le site de Oysonville. Sur les 4 autres sites, le nombre de détection et les concentrations sont plus faibles (figure 20). Dès le mois de juin, cette substance active n'est quasiment plus observée dans l'atmosphère.

Concentrations en prosulfocarbe

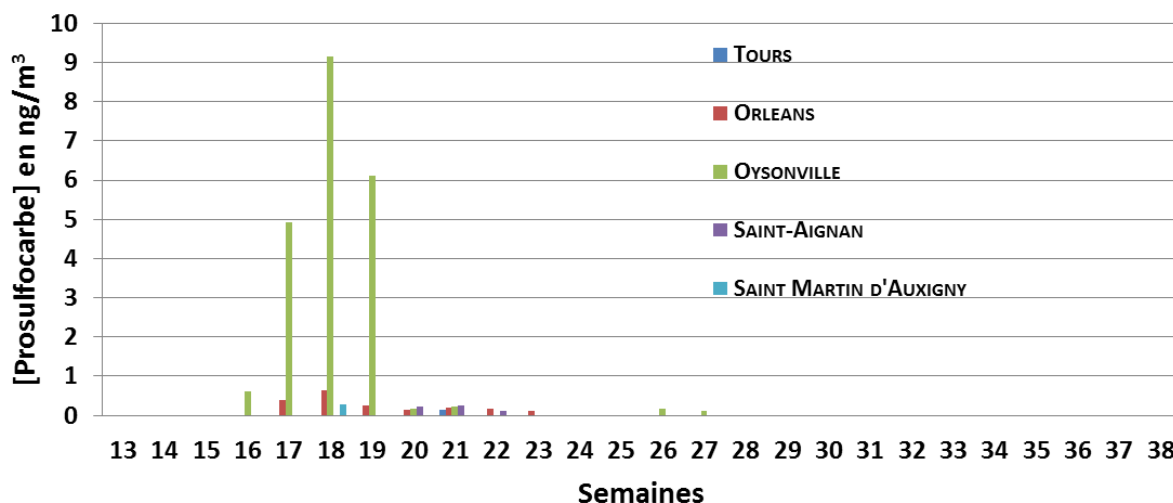


Figure 20 : Concentrations en prosulfocarbe de la semaine 13 à 38 en 2014 sur les 5 sites de surveillance en région Centre-Val de Loire

ζ – Le metazachlore

Cet herbicide est très utilisé sur les cultures de colza d'août à septembre. La prolongation de la campagne de cette année, comparativement à celles des années précédentes, a permis d'observer ce pesticide sur tous les sites à partir du mois d'août 2014 (figure 21)

Concentrations en metazachlore

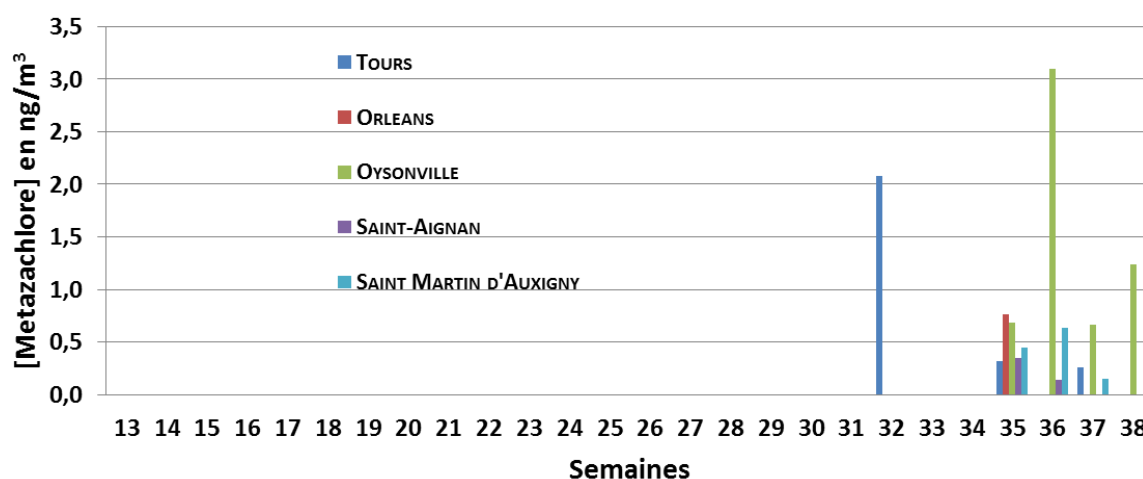


Figure 21 : Concentrations en metazachlore de la semaine 13 à 38 en 2014 sur les 5 sites de surveillance en région Centre-Val de Loire

η – Le clomazone

Cet herbicide n'est recherché par Lig'Air que depuis 2 ans. Il est couramment utilisé comme herbicide pour les colzas en août et en septembre tout comme le metazachlore. La campagne de surveillance de 2013 s'est arrêtée semaine 30, il est donc logique de ne pas l'avoir observé en 2013. En 2014 il a été quantifié à partir de la mi-août (semaine 34) sur l'ensemble des sites (figure 22).

Concentrations en clomazone

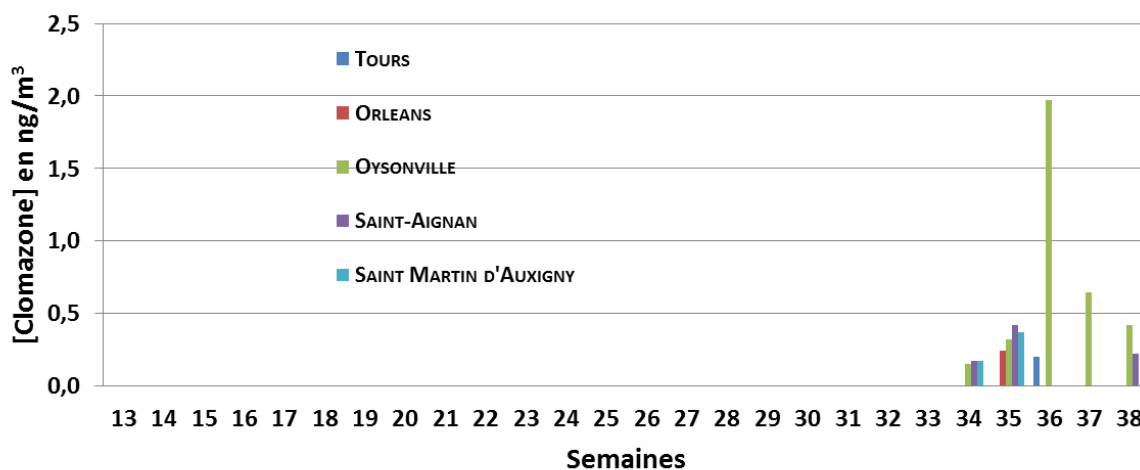


Figure 22 : Concentrations en clomazone de la semaine 13 à 38 en 2014 sur les 5 sites de surveillance en région Centre-Val de Loire

ϑ – Les molécules nouvellement recherchées en 2014

En 2014, 16 molécules ont été ajoutées à la liste des substances recherchées. La figure 23 regroupe ces substances ainsi que la dernière année de détection et le nombre d'observation en 2014.

Parmi les 16 molécules ajoutées dans la liste 2014, seulement 2 d'entre elles ont été détectées mais avec un taux de quantification faible et des concentrations faibles également.

Molécules ajoutées en 2014	Années de recherche	Année dernière détection	Nb d'observation en 2014
2,4-D	jamais	jamais	
2,4-MCPA	jamais	jamais	
Betacyfluthrine	jamais	jamais	
Carbendazime	2001	2001	
Chlorpropham	jamais	jamais	4 (Oysonville et Tours)
Chlortoluron	2001, 2002 et 2003	jamais	
Dicofol	jamais	jamais	
Dimoxystrobin	jamais	jamais	
Etridiazole	jamais	jamais	
Ethofumesate	jamais	jamais	
Metconazole	jamais	jamais	1 (Oysonville)
Profoxydim	jamais	jamais	
Quizalofop-P-tefuryl	jamais	jamais	
Thiophanate-méthyl	jamais	jamais	
Forchlorfenuron	jamais	jamais	
Warfarin	jamais	jamais	

Figure 23 : Molécules ajoutées à la liste 2014

Parmi ces molécules, 14 n'avaient jamais été recherchées par Lig'Air en région Centre-Val de Loire.

Seules 2 ont été observées cette année : l'herbicide chlorpropham a été détecté 3 fois sur le site de Oysonville et une fois sur le site de Tours, le fongicide metconazole a été détecté une seule fois sur le site de Oysonville.

Deux molécules, le carbendazime et le chlortoluron, avaient déjà été recherchées par Lig'Air auparavant. Seul le carbendazime avait été détecté en 2001 sur le site de Oysonville.

En 2014, Lig'Air a voulu confirmer l'absence de ces dernières dans l'air au cours de la campagne de mesures.

Les autres molécules nouvellement recherchées n'ont pas été détectées cette année.

IV-2- Bilan et historique

A période égale (semaine 15 à 26), les concentrations mesurées en 2014 ont présenté une nette augmentation par rapport à celles de la campagne de 2013 et se retrouvent avec un cumul moyen comparable à celui de 2010 (figure 24).

Les fongicides représentent plus de 80% des concentrations en pesticides mesurées cette année.

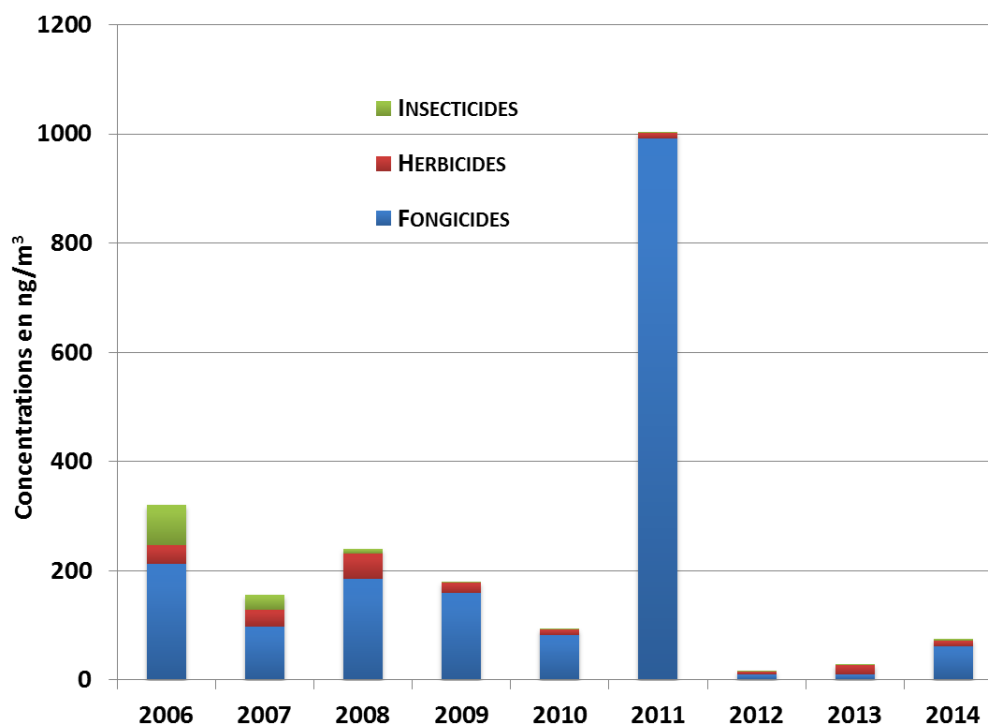


Figure 24 : Moyenne des charges totales en pesticides sur l'ensemble des sites des semaines 15 à 26 de 2006 à 2014

Les plus forts niveaux sont principalement dus aux concentrations en chlorothalonil (fongicide).

D'une manière générale, la charge totale moyenne annuelle en 2014 est deux fois plus forte que celle de 2013 tout en étant inférieure de 77% à celle de 2006 (figure 25).

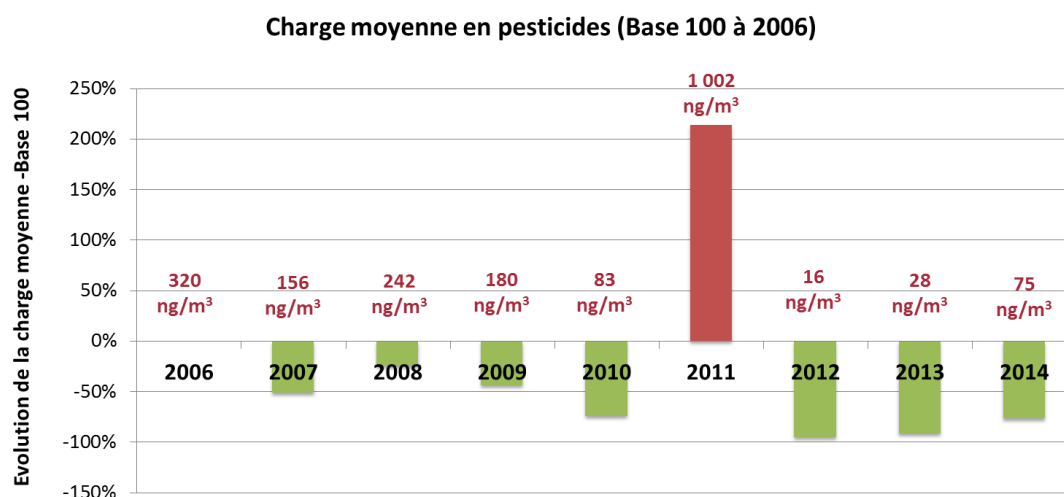


Figure 25 : Base 100 (année de référence 2006) sur la charge moyenne de 2006 à 2014 sur la région Centre-Val de Loire

Pour une période commune (semaine 15 à 26), l'année 2014 est marquée par une relative stabilité du nombre de molécules observées vis-à-vis de 2012 et 2013 (figure 26).

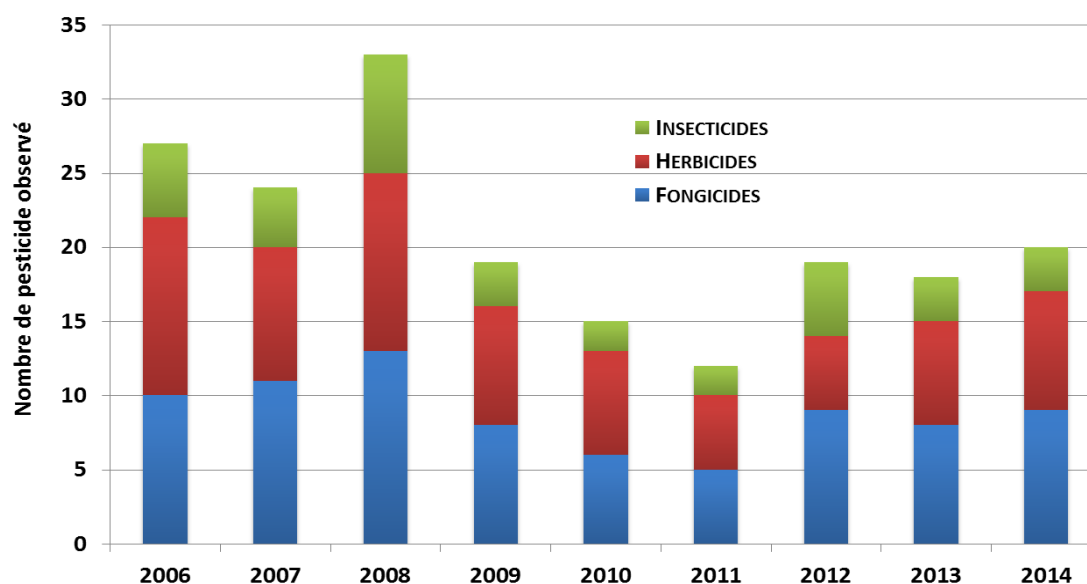


Figure 26 : Nombre maximal de composés observés sur l'ensemble des sites des semaines 15 à 26 de 2006 à 2014

Toutefois sur l'ensemble de la campagne de 2014, le nombre total de pesticides observé est plus important (28 substances actives différentes observées).

Depuis 2008, Lig'Air n'avait pas pu réaliser de campagne de surveillance des pesticides dans l'air incluant la fin de l'été. Grâce à l'appui financier de la Région Centre-Val de Loire, du Conseil Général du Cher, des communautés d'agglomération de Tours et d'Orléans et de l'Agence Régionale de Santé du Centre-Val de Loire (ARS), la campagne de mesure 2014 a été prolongée jusqu'au 22 septembre 2014.

Au cours de ces semaines supplémentaires, 15 molécules au total ont été mesurées sur les différents sites dont 8 uniquement à partir de la semaine 31 (surlignées en jaune dans la figure 27). Ainsi sur le nombre total de molécules observées, 28% d'entre elles ne sont apparues qu'à partir d'août 2014.

Nombre d'observations	Semaine 31	Semaine 32	Semaine 33	Semaine 34	Semaine 35	Semaine 36	Semaine 37	Semaine 38
Aclonifen	0	0	0	0	2	0	0	0
Chlorpropham	0	0	0	0	1	0	0	0
Chlorpyrifos-éthyl	0	1	0	0	0	0	0	0
Clomazone	0	0	0	3	4	2	1	2
Cymoxanil	0	0	1	1	0	0	0	0
Diméthénamide	0	0	0	0	0	2	0	4
Fenpropidine	2	2	1	2	1	2	1	1
Fenpropimorphe	0	1	1	0	0	1	0	0
Fluazinam	0	0	1	1	1	1	0	1
Flufénoxuron	0	0	0	0	1	0	0	0
Lindane	0	0	0	5	0	0	0	0
Metamitron	1	0	0	0	0	0	0	0
Métazachlore	0	1	0	0	5	3	3	1
Napropamide	0	0	0	0	0	1	0	0
Pendiméthaline	0	1	0	0	0	1	0	0

Figure 27 : Produits phytosanitaires détectés uniquement à partir de la semaine 31 sur l'ensemble des sites surveillés

Ces résultats confirment que certains pesticides n'apparaissent qu'en deuxième partie de l'été.

Dans un projet de 2011⁴, Lig'Air évoquait déjà le besoin de réévaluer la répartition temporelle des pesticides dans l'atmosphère :

« Les recommandations de l'ORP, sont basées sur les comportements annuels des pesticides étudiés indépendamment par Lig'Air et par Atmo-Nord-Pas-de-Calais entre les années 2003 et 2006. Cependant, devant le retrait de certaines molécules mais aussi la mise sur le marché d'autres substances, les résultats de ces études ne sont plus à jour et même obsolètes (la trifluraline, interdite en 2008, était l'une des substances les plus observées en dehors des périodes d'épandages). Par conséquent, il n'est pas certain que les indicateurs calculés sur la période recommandée soient toujours représentatifs de la répartition temporelle des pesticides. »

La campagne de 2014 en région Centre-Val de Loire montre que les pesticides sont présents dans l'atmosphère de façon non négligeable à la fin de la période estivale.

Il serait ainsi intéressant de prolonger les prélèvements jusqu'au mois d'octobre pour vérifier la présence ou non de pesticides lors de la saison automnale. De même un ou plusieurs sites pourraient, en fonction des financements alloués, être suivis tout au long d'une année.

IV-3 Les différents indicateurs en région Centre-Val de Loire

Plusieurs indicateurs ont été utilisés pour l'exploitation des résultats de mesures 2014 afin de comparer les sites de mesure. Cette comparaison est rendue possible du fait que les mêmes pesticides sont mesurés sur chaque site et durant les mêmes périodes (liste commune aux 5 sites de mesures).

Trois indicateurs hebdomadaires ont été utilisés :

- La charge totale en équivalent pesticide.
- Le nombre de pesticides détectés.
- L'indice PHYTO.

a) Charge totale en équivalent pesticide

Cet indicateur présente l'avantage de regarder la charge totale de pesticides par site. Par contre, il ne reflète aucune notion de risque sanitaire puisque seule la somme des concentrations est indiquée. Il est exprimé en ng/m³ équivalent pesticide.

$$Charge_totale = \sum_{i=1}^n C_i$$

La figure 28 donne la variation hebdomadaire du cumul des concentrations en pesticides lors de la campagne 2014 de surveillance.

Pour rappel, suite à des problèmes techniques, plusieurs prélèvements effectués à Saint-Martin d'Auxigny, ont été invalidés. Il s'agit notamment des mesures des semaines 15, 16 et 17 qui correspondent aux semaines les plus chargées sur les autres points de surveillance. Ainsi Saint Martin d'Auxigny se trouve être le site le moins chargé en 2014 avec près de 1 ng/m³.

⁴ Qualité de l'air : Mise en place d'un réseau de surveillance de la contamination de l'air par les pesticides en région Centre en vue de la mise en place d'actions locales correctives – Septembre 2011

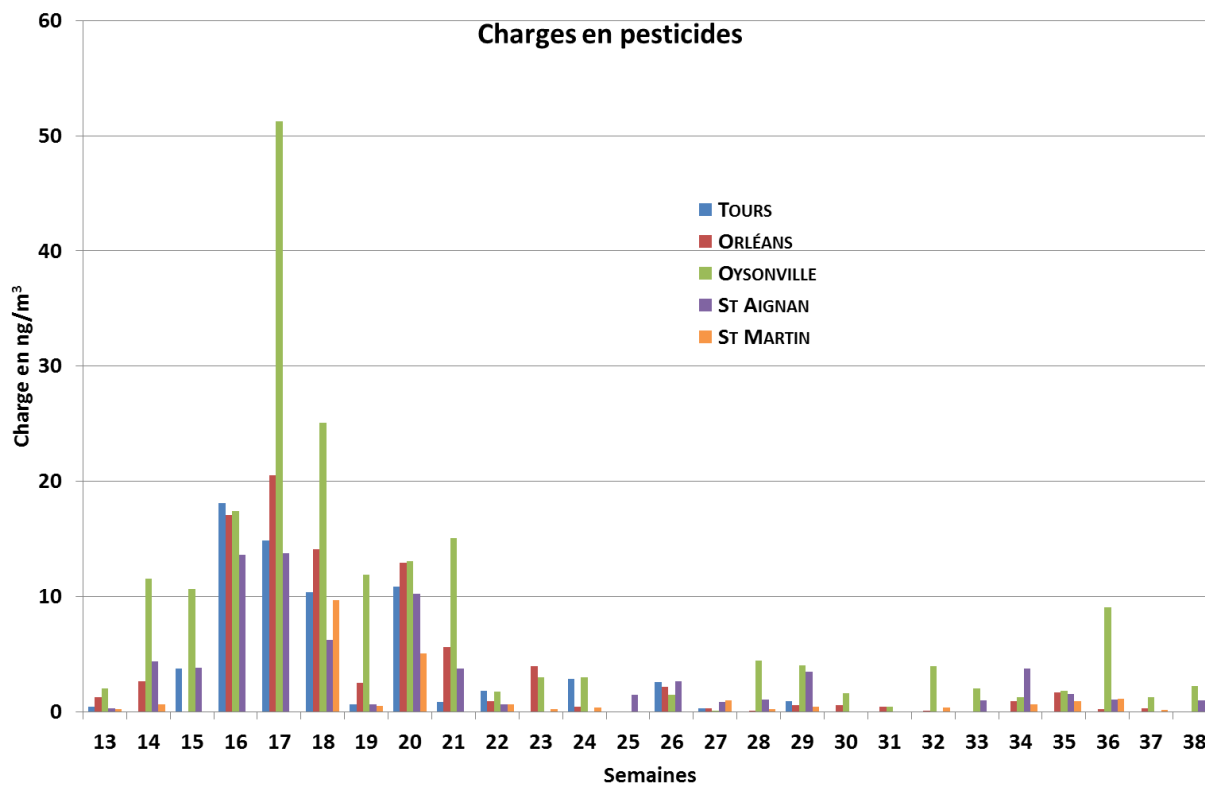


Figure 28 : Evolution des charges en pesticides sur les sites surveillés en 2014

Jusqu'à la mi-avril 2014 (semaine 17), les teneurs en pesticides dans l'air augmentent progressivement pour atteindre leur niveau maximal au cours de la semaine 17 sur la plupart des sites. Les concentrations diminuent ensuite pour remonter au cours de la semaine 20 (mi-mai).

A partir de la semaine 21, les concentrations restent faibles et constantes jusqu'à la semaine 34 au cours de laquelle les teneurs ré-augmentent sur l'ensemble des sites.

Comme pour 2013, le site de Oysonville reste le plus chargé en concentrations en pesticides. Ce site, que l'on peut qualifier de site de proximité (à moins de 100 m d'une zone traitée) est, depuis 2006, généralement le plus chargé en pesticides.

La figure 29 représente les moyennes des cumuls en pesticides par famille pour la campagne de mesures de 2014. La prédominance des fongicides est à nouveau constatée principalement au printemps. La fin de l'été est caractérisée par des concentrations en herbicides qui deviennent majoritaires mais à des niveaux moins importants qu'au printemps.

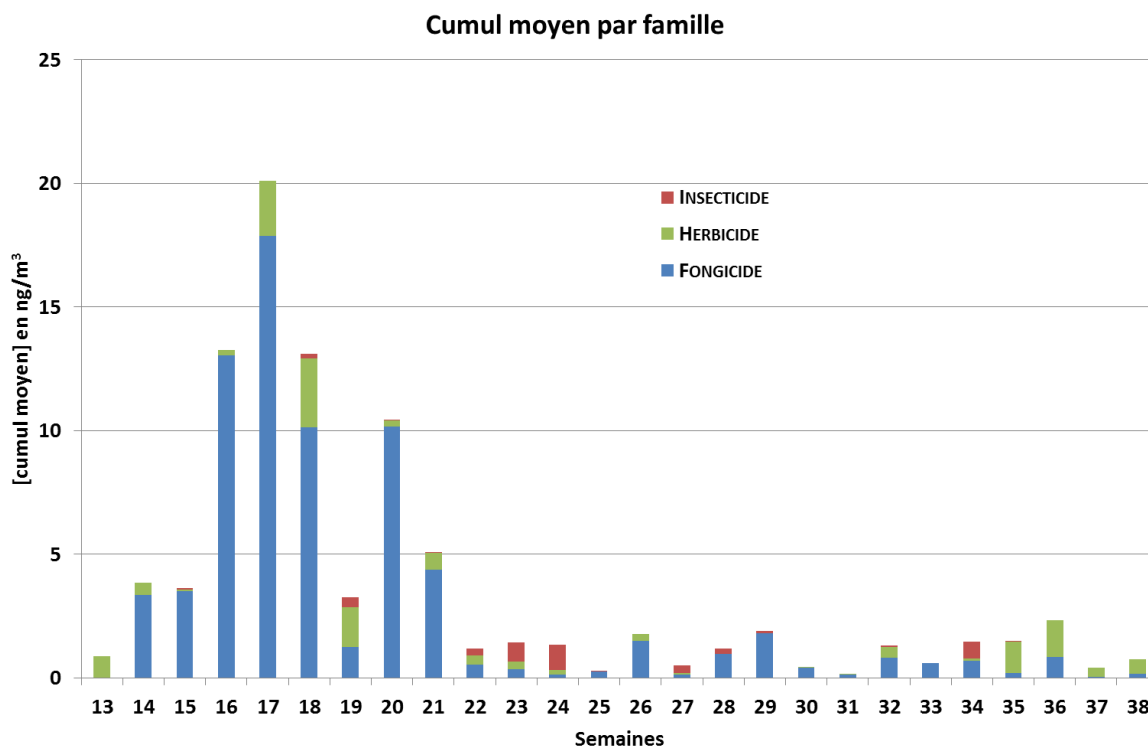


Figure 29 : Cumul moyen par famille de produit phytosanitaire sur les sites surveillés en 2014

b) Le nombre de pesticides détectés

Cet indicateur présente l'avantage de regarder la diversité des molécules épandues (et recherchées) observées sur un même site. Le principal désavantage, c'est qu'il ne donne aucune information sur le niveau des concentrations observées. Il est sans unité.

La figure 30 représente l'évolution hebdomadaire en 2014 du nombre de pesticides détectés sur les 5 sites de mesures.

Le nombre de molécules varie fortement en fonction des semaines et des sites de mesures. Tout comme pour la charge totale, le prélèvement contenant le plus grand nombre de molécules a été réalisé à Oysonville, semaine 17 (mi-avril 2014).

Le profil observé dans le chapitre précédent est le même pour le nombre de molécules détectées. En effet un nombre croissant de pesticides est observé jusqu'aux semaines 20-21. Puis ce nombre décroît et se stabilise avant de repartir à la hausse en semaine 34.

Contrairement à 2013, les sites urbains, notamment celui d'Orléans, semblent présenter un nombre de substances actives aussi important que les sites ruraux à l'exception de Oysonville. Ceci confirme l'intérêt de prolonger la campagne de mesure durant la saison automnale.

Le nombre maximal de pesticides quantifiés sur l'ensemble de la campagne de mesures (18 molécules) a été enregistré sur le site de Oysonville.

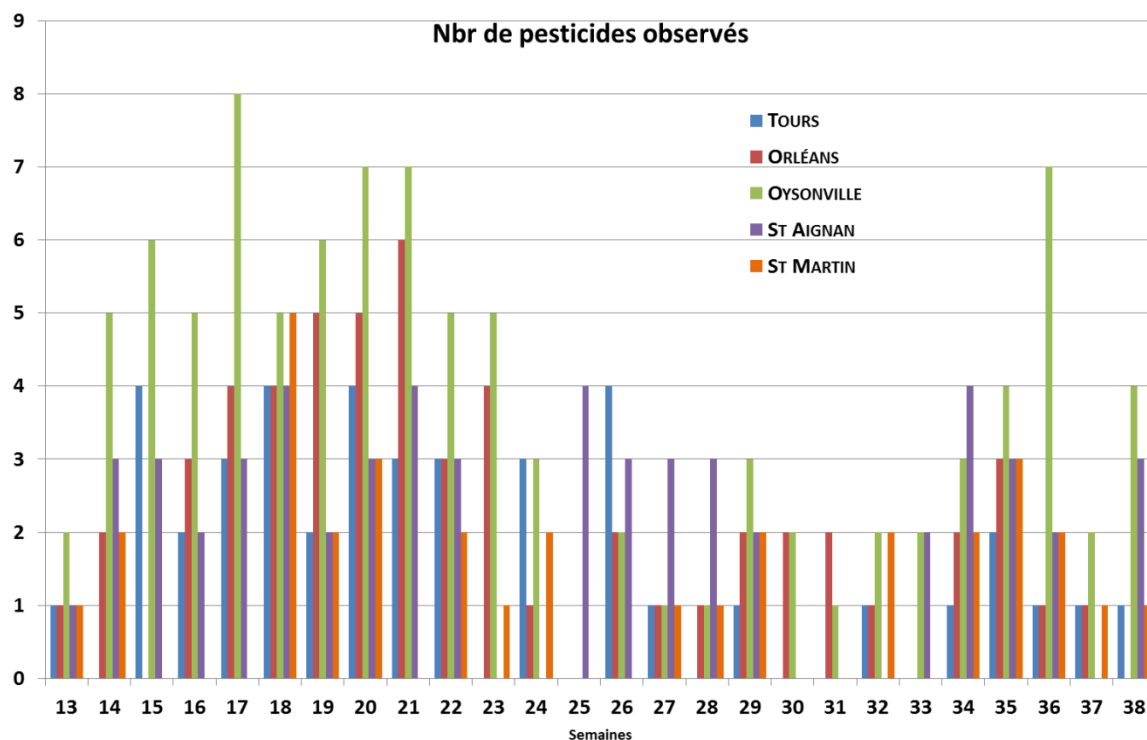


Figure 30 : Evolutions hebdomadaires du nombre de molécules observées sur les cinq sites de mesures en 2014

c) L'indice PHYTO

L'indice PHYTO (formule ci-dessous) est un indicateur basé sur la présence réelle des substances actives dans le compartiment aérien et sur leur toxicité relative. Calculé sur une même liste de pesticides ciblant l'ensemble des cultures à l'échelle régionale ou nationale, il permet de suivre la pollution phytosanitaire dans l'air ambiant à l'instar de l'équivalent toxique pour les dioxines et furanes. Il est exprimé en ng/m³.

$$\text{Indice_PHYTO} = \sum_{i=1}^n (C_i \times T_i)$$

Où **n** = nombre de pesticides suivis par Lig'Air (n=108, Cf. figure 6).

C_i = concentration (hebdomadaire) de chaque pesticide

T_i = rapport entre le coefficient de toxicité du composé le plus toxique mesuré par Lig'Air et celui du pesticide « i ».

La DJA (Dose Journalière Admissible) est le seul paramètre toxicologique disponible et renseigné pour un grand nombre de substances actives.

Pour 2012, en collaboration avec l'ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire), les DJA des pesticides surveillés ont été actualisées en se référant à la base européenne des pesticides (http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public). La DJA de « référence » est celle de l'ethoprophos, substance parmi les plus toxiques des 108 composés suivis par Lig'Air, *DJA ethoprophos* = 0,0004 mg/kg/jour. Le coefficient T_i, quotient entre le coefficient de toxicité de l'ethoprophos et celle du composé i, est sans unité et il est ≤ 1.

$$T_i = \frac{DJA(\text{ethoprophos})}{DJA_i}$$

Un coefficient de toxicité plus spécifique à l'inhalation, et non à l'ingestion, serait plus approprié au calcul du coefficient Ti. Mais à ce jour, aucun paramètre pertinent et surtout disponible pour l'ensemble des substances actives n'est utilisable.

La figure 31 représente l'évolution hebdomadaire en 2014 de l'indice PHYTO sur les 5 sites de mesures.

Sur l'ensemble des sites, les indices phyto calculés pour cette campagne de surveillance restent faibles. Toutefois, la semaine 17 est marquée par un indice relativement élevé de 1,6 ng/m³ sur le site de Oysonville (figure 31). Il s'agit de l'indice phyto maximal pour cette campagne 2014.

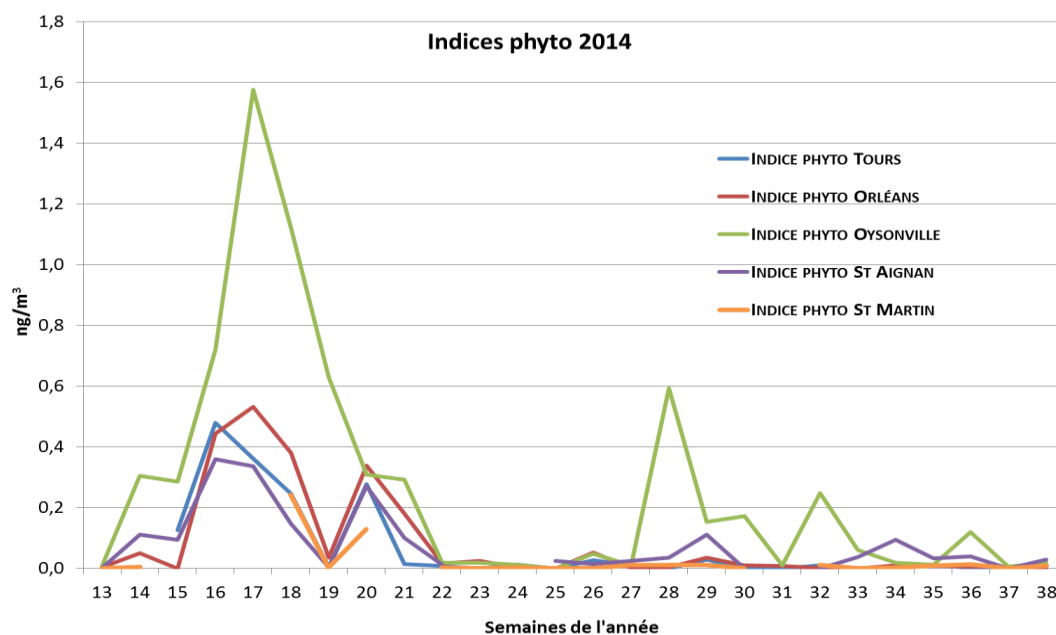


Figure 31 : Evolutions hebdomadaires de l'indice PHYTO sur les cinq sites de mesures en 2014

La figure 32 présente l'évolution annuelle de l'indice PHYTO sur les sites de mesures depuis 2006. Ces indices moyens ont été recalculés de 2006 à 2012 en tenant compte de la mise à jour des DJA.

L'année 2014 se caractérise par une stabilisation globale des indices vis-à-vis de ceux de l'année dernière et comparables aux niveaux de 2010. Entre 2006 et 2014 (pour une même période), l'indice PHYTO a diminué de 80% entre ces 2 années.

En ng/m ³	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Moyenne
Tours	0,45	0,59	0,43	0,28	0,18	0,54	0,04	0,14	0,13	0,31
Orléans	0,41	0,35	0,47	0,26	0,18	0,68	0,04	0,16	0,17	0,30
Saint-Martin d'Auxigny	1,58	0,48	0,39	0,31	0,15	4,18	0,10	0,19	*	0,82
Oysonville	1,38	0,57	1,32	0,64	0,47	5,41	0,10	0,30	0,42	1,18
Saint-Aignan	0,74	0,21	0,39	0,30	0,13	0,55	0,06	0,16	0,14	0,3
Moyenne	0,91	0,44	0,60	0,36	0,22	2,27	0,07	0,19	0,18	
Nb de molécules recherchées	47	50	56	69	51	61	58	93	108	

* L'invalidation des semaines 15 à 17 entraîne une invalidation de l'indice Phyto annuel

Figure 32 : Evolutions annuelles de l'indice PHYTO par site et par an (période identique : semaines 15 à 26)

IV-4 Zoom sur les résultats par site de mesures

a) Tours la Bruyère

La figure 33 présente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Tours la Bruyère du 24 mars au 22 septembre 2014.

Durant la campagne de mesures, 12 pesticides sur les 108 recherchés ont été détectés au moins une fois.

Le S-Métolachlore a été observé avec une fréquence d'apparition de 40%. Le pendiméthaline est le pesticide le plus détecté après la S-Métolachlore, avec une fréquence d'apparition de 32%.

	Pourcentage de détection
S-Métolachlore	40%
Pendiméthaline	32%
Lindane	28%
Chlorothalonil	24%
Métazachlore	12%
Cymoxanil	8%
Chlorpropham	4%
Clomazone	4%
Diméthénamide (DMTA)	4%
Fenpropimorphe	4%
Folpel	4%
Prosulfocarb	4%

Figure 33 : Pourcentage de détection à Tours (du 24 mars au 22 septembre 2014)

La figure 34 représente les concentrations hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Tours. Le prélèvement de la semaine 14 a été invalidé suite à des problèmes techniques.

Il a été détecté au maximum 4 pesticides différents par semaine.

Le pesticide prépondérant sur le site de Tours est le chlorothalonil. Il est observé dès la semaine 15. La concentration la plus élevée sur le site de Tours pour la campagne de surveillance de 2014, revient à ce fongicide avec une valeur de 17,9 ng/m³.

Globalement les concentrations des pesticides sont faibles et dépassent rarement 1 ng/m³. Comme les années précédentes, la pendiméthaline disparaît des prélèvements à partir de la semaine 27. A l'inverse, le métazachlore est un pesticide qui n'est observé qu'à partir du mois d'août (semaine 32).

Concentrations en ng/m ³	Chlorothalonil *	Chlorpropham	Clomazone *	Cymoxanil	Diméthénamide-p	Fenpropimorphe	Folpel	Lindane *	Métazachlore *	Métolachlore *	Pendiméthaline *	Prosulfocarbe *
semaine 13											0,5	
semaine 14	Mesure invalidée											
semaine 15	3,1					0,3		0,2		0,1		
semaine 16	17,9									0,2		
semaine 17	13,3									0,5	1,0	
semaine 18	9,0							0,2		0,3	0,9	
semaine 19								0,4		0,2		
semaine 20	10,3							0,1		0,2	0,2	
semaine 21										0,2	0,5	0,1
semaine 22								0,8		0,5	0,5	
semaine 23												
semaine 24								2,3		0,3	0,3	
semaine 25												
semaine 26	0,7						0,8			0,2	0,9	
semaine 27				0,3								
semaine 28												
semaine 29				0,9								
semaine 30												
semaine 31												
semaine 32									2,1			
semaine 33												
semaine 34								0,7				
semaine 35		1,2								0,3		
semaine 36			0,2									
semaine 37									0,3			
semaine 38					0,2							
Moyenne	9,1	1,2	0,2	0,6	0,2	0,3	0,8	0,7	0,9	0,3	0,6	0,1
Maximum	17,9	1,2	0,2	0,9	0,2	0,3	0,8	2,3	2,1	0,5	1,0	0,1

* : pesticide observé sur l'ensemble des sites.

Figure 34 : Concentrations en pesticides à Tours (du 24 mars au 22 septembre 2014)

Les trois figures suivantes (figures 35, 36 et 37) représentent l'évolution des concentrations des pesticides mesurés à Tours par famille d'utilisation (fongicide, herbicide, insecticide).

Une grande variété d'herbicides a été observée sur ce site urbain. Une saisonnalité très nette est constatée. Les herbicides des grandes cultures hivernales sont observés jusqu'en semaine 26. C'est le cas du s-métolachlore et de la pendiméthaline. Puis à partir du mois d'août viennent des herbicides généralement utilisés sur les colzas tels que le métazachlore et le clomazone.

Concernant les fongicides, d'un point de vue quantitatif, ils ont été prépondérants sur le site de Tours. Notamment grâce au chlorothalonil qui est le composé qui enregistre les concentrations les plus importantes sur Tours.

Sur le site urbain de Tours, un seul insecticide a été observé : le lindane qui est interdit d'utilisation depuis 1998.

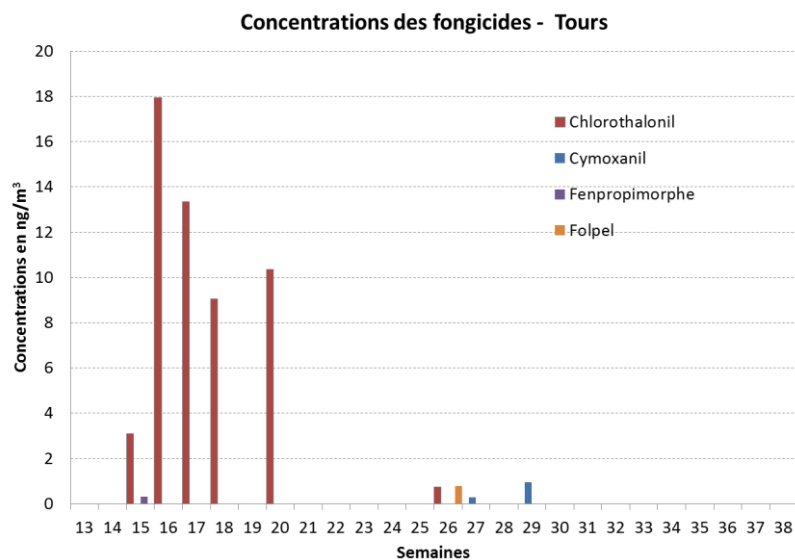


Figure 35 : Concentrations en fongicides sur Tours en 2014

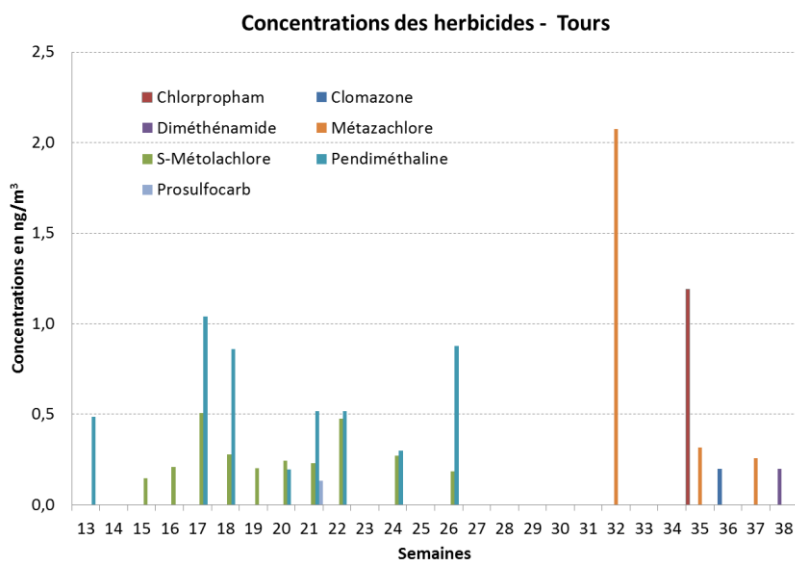


Figure 36 : Concentrations en herbicides sur Tours en 2014

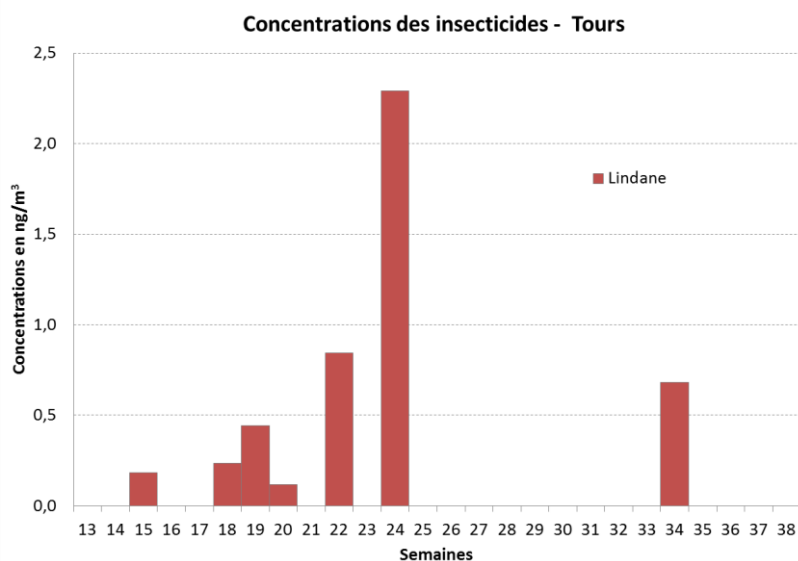


Figure 37 : Concentrations en insecticides sur Tours en 2014

b) Orléans Faubourg Banner

La figure 38 présente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site d'Orléans du 24 mars au 22 septembre 2014. Durant la campagne de mesures, 14 pesticides sur 108 recherchés ont été détectés au moins à une reprise.

La pendiméthaline est le pesticide le plus détecté avec une fréquence d'apparition de 52%, suivi de la fenpropidine avec 36%.

	Pourcentage de détection
Pendiméthaline	52%
Fenpropidine	36%
Métolachlore	32%
Chlorothalonil	28%
Prosulfocarb	28%
Lindane	16%
Aclonifen	4%
Clomazone	4%
Diflufénicanil	4%
Fenpropimorphe	4%
Metamitron	4%
Métazachlore	4%
Oryzalin	4%
Oxadiazon	4%

Figure 38 : Pourcentage de détection à Orléans (du 24 mars au 22 septembre 2014)

La figure 39 représente les concentrations hebdomadaires des pesticides détectés sur le site d'Orléans durant la campagne de mesure.

Le plus grand nombre de pesticides (6 molécules) a été observé durant la semaine 21.

Même si la pendiméthaline est la molécule la plus souvent observée, le chlorothalonil est, quantitativement, le composé le plus important.

Certaines substances actives ne sont observées que sur le site d'Orléans. C'est le cas pour cette année 2014, du diflufénicanil, du métamitron, de l'oryzalin et de l'oxadiazon. Deux de ces herbicides sont presque uniquement observés sur le site d'Orléans depuis plusieurs années. Il s'agit du diflufénicanil et de l'oxadiazon. Cette constatation laisse supposer d'une utilisation spécifique de produits de désherbage. Une hypothèse est émise : les voies de chemin de fer à proximité du site de mesure sont peut-être désherbées avec ces composés. Une recherche auprès des services de la SNCF va être faite afin d'obtenir des informations complémentaires sur les pratiques dans cette zone.

Comparativement avec le site urbain de Tours, la présence de la pendiméthaline et du chlorothalonil est similaire, à savoir jusque fin juin (semaine 26).

Parmi les composés interdits à l'utilisation et recherchés, et tout comme sur l'autre site urbain, une seule molécule a été observée sur le site d'Orléans en 2014 : le lindane. Ce pesticide revient cette année avec une fréquence d'apparition et des concentrations plus élevées que ces 5 dernières années (IV-1-a- γ Le lindane).

Concentrations en ng/m ³	Aclonifen	Chlorothalonil *	Clomazone *	Diflufenicanil	Dimétomorphe *	Fenpropiidine	Fenpropimorphe	Lindane *	Metamitron	Métazachlore *	Métolachlore *	Orzalin	Oxadiazon	Pendiméthaline *	Prosulfocarbe *	Tetraconazole *	Thiaclopride *
semaine 13														1,3			
semaine 14		1,7												1,0			
semaine 15																	
semaine 16		16,5									0,2			0,3			
semaine 17		18,6									0,6			1,0	0,4		
semaine 18		12,2									0,3			0,9	0,6		
semaine 19				0,1				0,4			0,2	1,5			0,3		
semaine 20		12,0				0,3					0,2			0,2	0,1		
semaine 21		4,3						0,1			0,4		0,4	0,2	0,2		
semaine 22											0,4			0,4	0,2		
semaine 23								2,5			0,6			0,7	0,1		
semaine 24														0,4			
semaine 25																	
semaine 26		1,9												0,3			
semaine 27														0,3			
semaine 28						0,1											
semaine 29						0,4	0,2										
semaine 30						0,4								0,2			
semaine 31						0,2			0,2								
semaine 32						0,1											
semaine 33																	
semaine 34					0,7	0,3		0,6								1,3	0,2
semaine 35	0,7		0,2							0,8							
semaine 36						0,2											
semaine 37						0,3											
semaine 38																	
Moyenne	0,7	9,6	0,2	0,1	0,7	0,3	0,2	0,9	0,2	0,8	0,4	1,5	0,4	0,6	0,3	1,3	0,2
Maximum	0,7	18,6	0,2	0,1	0,7	0,4	0,2	2,5	0,2	0,8	0,6	1,5	0,4	1,3	0,6	1,3	0,2

* : pesticide observé sur l'ensemble des sites.

Figure 39 : Concentrations en pesticides à Orléans (du 24 mars au 22 septembre 2014)

Les trois figures suivantes (figures 40, 41 et 42) représentent l'évolution des concentrations des pesticides mesurés à Orléans par famille d'utilisation (fongicide, herbicide, insecticide). Tout comme sur le site urbain de Tours, le nombre d'herbicides mesurés sur Orléans est important. Les mêmes variations saisonnières sont observées.

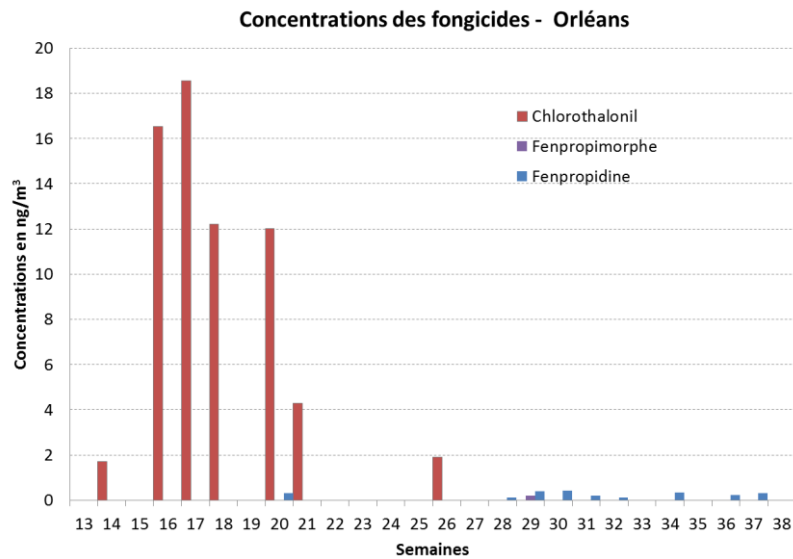


Figure 40 : Concentrations en fongicides sur Orléans en 2014

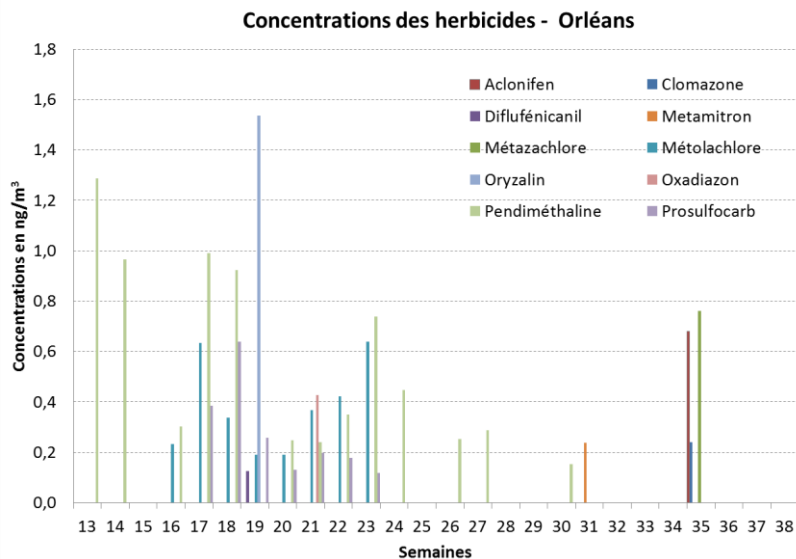


Figure 41 : Concentrations en herbicides sur Orléans en 2014

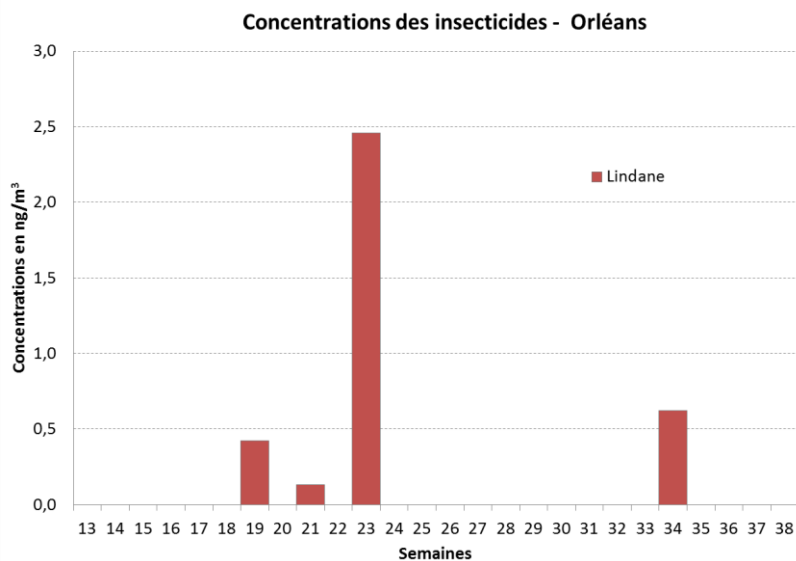


Figure 42 : Concentrations en insecticides sur Orléans en 2014

c) Oysonville

La figure 43 présente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Oysonville du 24 mars au 22 septembre 2014. Durant la campagne de mesures, 18 pesticides sur 108 recherchés ont été détectés au moins une fois.

C'est le site où il a été observé le plus grand nombre de molécules différentes.

La fenpropidine est le pesticide le plus observé avec une fréquence de détection de 60%. Ce fongicide était très souvent observé jusqu'en 2009. Depuis 2012, il est à nouveau observé sur Oysonville et de plus en plus souvent.

	Pourcentage de détection
Fenpropidine	60%
Pendiméthaline	48%
Fenpropimorphe	44%
Métolachlore	40%
Chlorothalonil	36%
Cyprodinil	32%
Prosulfocarb	32%
Clomazone	20%
Lindane	20%
Métazachlore	16%
Chlorpropham	12%
Diméthénamide	8%
Acétochlore	4%
Aclonifen	4%
Cymoxanil	4%
Metconazole	4%
Napropamide	4%
Spiroxamine	4%

Figure 43 : Pourcentage de détection à Oysonville (du 24 mars au 22 septembre 2014)

La figure 44 représente les concentrations hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Oysonville durant la campagne de mesure.

C'est durant la semaine 17 que le nombre maximal de pesticides a été observé (8 molécules) et que le cumul des concentrations a été le plus élevé (à cause du chlorothalonil).

C'est d'ailleurs ce fongicide qui enregistre les concentrations les plus importantes sur le site de Oysonville avec une concentration maximale, semaine 17, à 41,4 ng/m³. Ce pesticide n'a été observé qu'entre les semaines 14 et 26 (figure 45).

D'autres molécules ne sont observées que dans la dernière partie de campagne. Ainsi le clomazone et le métazachlore ne sont quantifiés qu'à partir de la seconde moitié du mois d'août (figure 46). Ces herbicides étant principalement utilisés dans le désherbage des colzas, leur présence dans l'air peut être logiquement corrélée à leur utilisation à cette période de l'année.

Concentrations en ng/m ³	Acétochlore	Aclonifen	Chlorothalonil *	Chlorpropham	Clomazone *	Cymoxanil	Cyprodinil	Diméthénamide	Fenpropidine	Fenpropimorphe	Lindane *	Métazachlore *	Metconazole	Métolachlore *	Napropamide	Pendiméthaline *	Prosulfocarbe *	Spiroxamine
semaine 13							0,1									1,9		
semaine 14			9,1				0,9			0,3				0,2		1,1		
semaine 15			9,2				0,3		0,3	0,2						0,2		0,4
semaine 16			14,3							2,1				0,2		0,1	0,6	
semaine 17	0,2		41,4	0,2					0,2	0,3				1,5		2,6	4,9	
semaine 18			14,3								0,2			0,5		0,9	9,2	
semaine 19			4,8				0,1		0,4		0,2			0,2			6,1	
semaine 20			7,8				3,2		1,2	0,1				0,3		0,2	0,2	
semaine 21			6,0	0,6			6,1		1,4					0,4		0,5	0,2	
semaine 22				0,2			0,6						0,1	0,4		0,4		
semaine 23							0,5		0,1		1,4			0,3		0,7		
semaine 24											2,6			0,3		0,2		
semaine 25																		
semaine 26			1,3														0,2	
semaine 27																	0,1	
semaine 28										4,4								
semaine 29						0,2			3,2	0,6								
semaine 30									0,4	1,2								
semaine 31									0,5									
semaine 32									2,5	1,5								
semaine 33									1,9	0,2								
semaine 34					0,1				0,8		0,4							
semaine 35		0,6			0,3				0,2			0,7						
semaine 36					2,0			0,5	2,9	0,2		3,1			0,2	0,1		
semaine 37					0,6							0,7						
semaine 38					0,4			0,3	0,3			1,2						
Moyenne	0,2	0,6	12,0	0,3	0,7	0,2	1,5	0,4	1,1	1,0	1,0	1,4	0,1	0,4	0,2	0,7	2,7	0,4
Maximum	0,2	0,6	41,4	0,6	2,0	0,2	6,1	0,5	3,2	4,4	2,6	3,1	0,1	1,5	0,2	2,6	9,2	0,4

* : pesticide observé sur l'ensemble des sites.

Figure 44 : Concentrations en pesticides à Oysonville (du 24 mars au 22 septembre 2014)

Deux composés interdits à l'utilisation ont été observés sur le site de Oysonville : le lindane (figure 47) et l'acétochlore (figure 46).

Le premier a été observé sur l'ensemble de sites principalement jusqu'à la semaine 24. Concernant l'acétochlore, son autorisation de mise sur le marché a été retirée en juin 2012. L'utilisation des stocks était autorisée jusqu'en juin 2013. Oysonville est le seul site où ce composé a été observé dans l'air et ceci sur un seul prélèvement. Pour rappel cet herbicide très utilisé pour le traitement du maïs était l'un des pesticides le plus souvent rencontrés. En effet, depuis 2007 (première année de recherche de l'acétochlore dans l'air), il était systématiquement observé chaque année sur tous les sites. L'absence de ce pesticide dans l'air sera à confirmer au cours des prochaines campagnes de mesures.

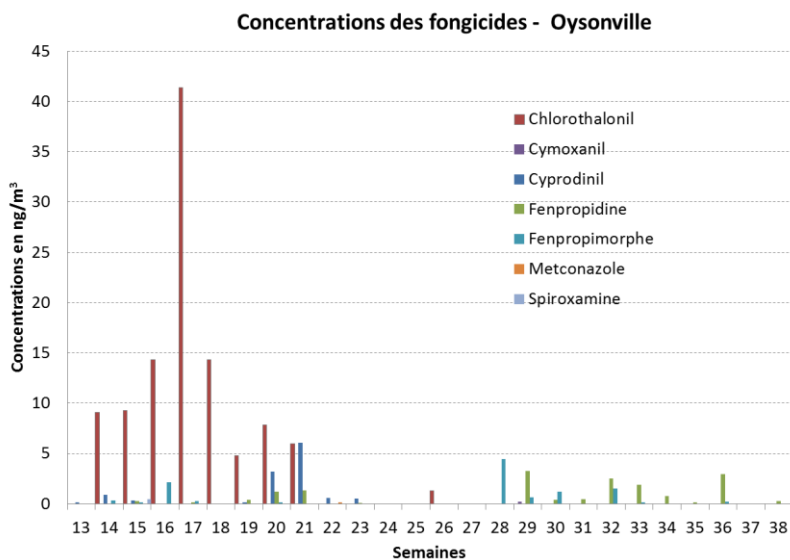


Figure 45 : Concentrations en fongicides sur Oysonville en 2014

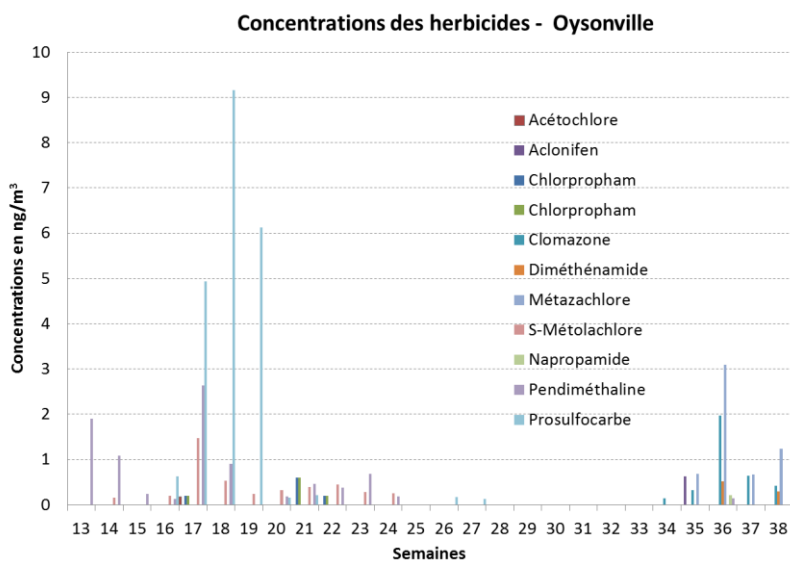


Figure 46 : Concentrations en herbicides sur Oysonville en 2014

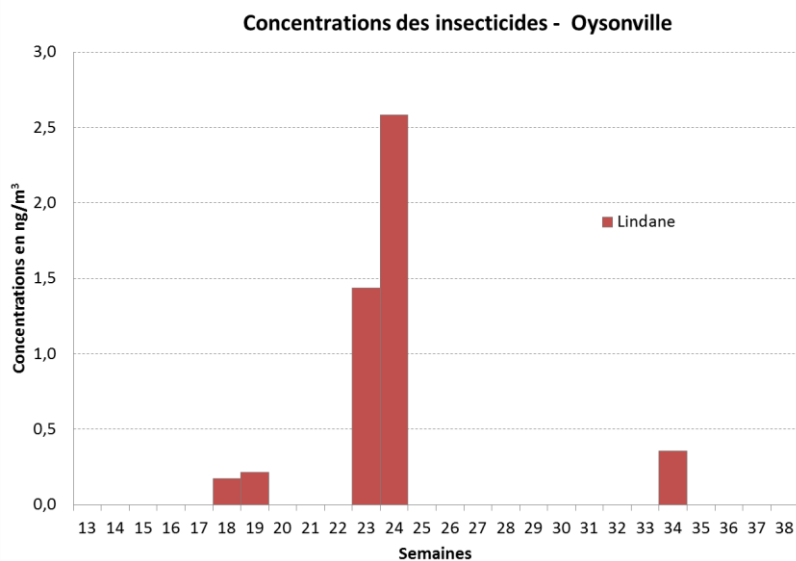


Figure 47 : Concentrations en insecticides sur Oysonville en 2014

d) Saint-Martin d'Auxigny

Suite à des problèmes techniques, il n'y a pas eu d'échantillonnage pour les semaines 15, 16, 17, 21 et 31. Or comme déjà indiqué précédemment, l'air prélevé durant les semaines 16 et 17 est généralement plus chargé en pesticides que durant le reste de la campagne de surveillance. Les bilans faits pour ce site représentent sans doute un niveau minoré vis-à-vis des niveaux réels.

La figure 48 présente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Saint-Martin d'Auxigny du 24 mars au 22 septembre 2014. Durant la campagne de mesures, 14 pesticides sur 108 recherchés ont été détectés au moins une fois. Le métolachlore (-S) est le pesticide le plus détecté (24% de détection).

	Pourcentage de détection
Métolachlore	24%
Pendiméthaline	20%
Lindane	16%
Métazachlore	12%
Chlorothalonil	8%
Chlorpyrifos-éthyl	8%
Clomazone	8%
Diméthénamide	8%
Pirimicarb	8%
Cymoxanil	4%
Cyprodinil	4%
Fenpropidine	4%
Flufénoxuron	4%
Prosulfocarb	4%

Figure 48 : Pourcentage de détection à Saint Martin d'Auxigny (du 24 mars au 22 septembre 2014)

La figure 49 représente les concentrations hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Saint-Martin d'Auxigny durant la campagne de mesure.

La semaine 18 correspond à la semaine où il a été détecté le plus grand nombre de pesticides (5 molécules).

La concentration la plus importante a été mesurée semaine 18 pour le chlorothalonil avec 8,1 ng/m³.

Deux molécules interdites d'utilisation ont été observées sur le site de Saint-Martin d'Auxigny : le lindane et le flufénoxuron. Alors que le lindane a été quantifié sur tous les sites en 2014, ce n'est pas le cas du flufénoxuron. Cet insecticide interdit depuis février 2013, n'a été mesuré que sur un prélèvement et uniquement sur le site de Saint-Martin d'Auxigny.

Concentrations en ng/m ³	Chlorothalonil *	Chlorpyrifos-éthyl	Clomazone *	Cymoxanil	Cyprodinil	Diméthénamide	Fenpropridine	Flufénoxuron	Lindane *	Métazachlore *	Métolachlore *	Pendiméthaline *	Pirimicarbe	Prosofocarbe *
semaine 13												0,3		
semaine 14					0,3							0,4		
semaine 15	Mesure invalidée													
semaine 16	Mesure invalidée													
semaine 17	Mesure invalidée													
semaine 18	8,1								0,3		0,2	0,7		0,3
semaine 19									0,3		0,2			
semaine 20	4,8										0,1	0,1		
semaine 21	Mesure invalidée													
semaine 22									0,5		0,2			
semaine 23											0,3			
semaine 24											0,2		0,2	
semaine 25														
semaine 26														
semaine 27													1,0	
semaine 28		0,3												
semaine 29				0,2			0,2							
semaine 30														
semaine 31	Mesure invalidée													
semaine 32		0,3										0,1		
semaine 33														
semaine 34			0,2						0,5					
semaine 35			0,4					0,1		0,4				
semaine 36						0,5				0,6				
semaine 37										0,1				
semaine 38						0,4								
Moyenne	6,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,5	0,2	0,1	0,4	0,4	0,2	0,3	0,6	0,3
Maximum	8,1	0,3	0,4	0,2	0,3	0,5	0,2	0,1	0,5	0,6	0,3	0,7	1,0	0,3

* : pesticide observé sur l'ensemble des sites.

Figure 49 : Concentrations en pesticides à Saint-Martin d'Auxigny (du 24 mars au 22 septembre 2014)

Le fongicide chlorothalonil est à nouveau le composé dont les concentrations sont les plus importantes malgré un nombre limité de prélèvements (figure 50).

Le site de Saint-Martin d'Auxigny est celui où il a été observé le plus grand nombre d'insecticides. Pour rappel, le site de Saint-Martin d'Auxigny est caractérisé par un environnement proche, majoritairement arboricole. Or le chlorpyrifos-éthyl est un insecticide couramment utilisé sur les arbres fruitiers et les vignes. Il en est de même pour le flufénoxuron et la pirimicarbe (traitement des pucerons). Il semble donc logique d'observer ces substances actives dans l'atmosphère de Saint-Martin d'Auxigny.

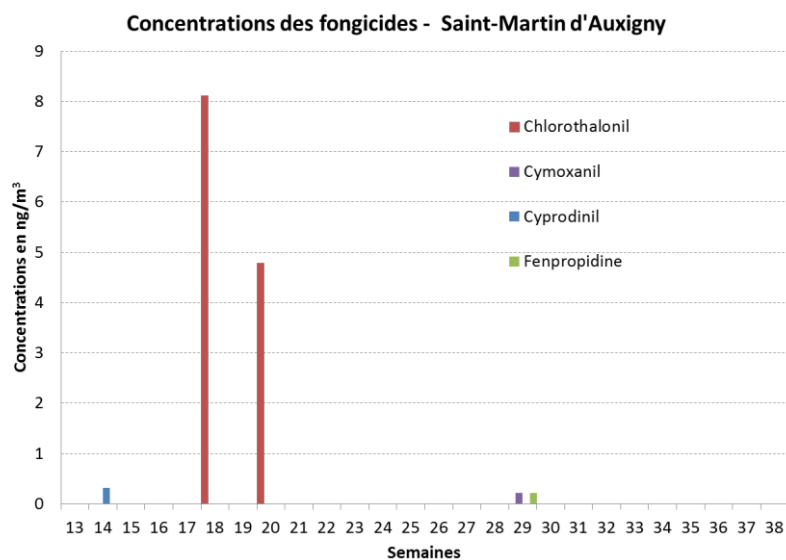


Figure 50 : Concentrations en fongicides sur Saint-Martin d'Auxigny en 2014

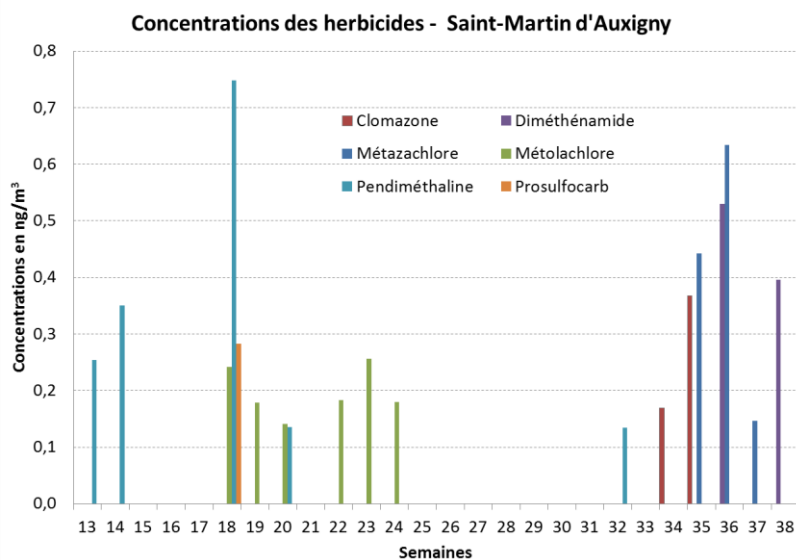


Figure 51 : Concentrations en herbicides sur Saint-Martin d'Auxigny en 2014

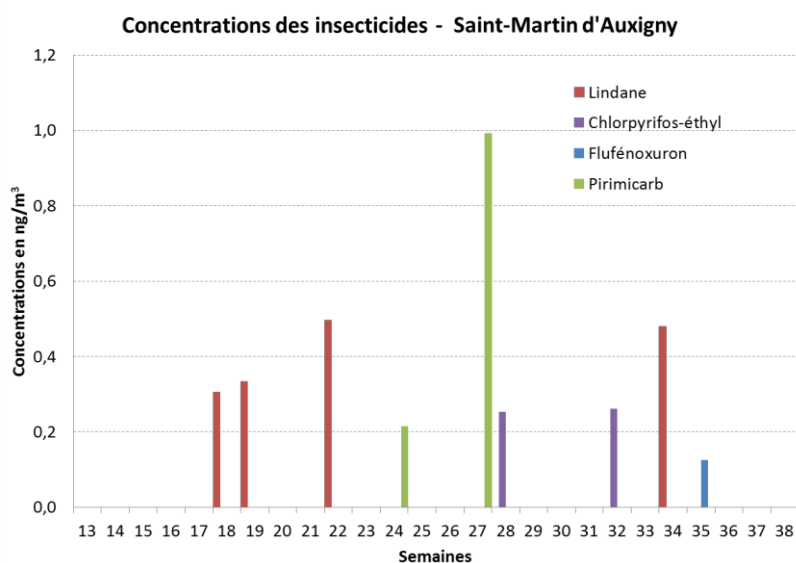


Figure 52 : Concentrations en insecticides sur Saint-Martin d'Auxigny en 2014

e) Saint-Aignan

La figure 53 présente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Saint-Aignan du 24 mars au 22 septembre 2014. Durant la campagne de mesures, 14 pesticides sur 108 recherchés ont été détectés au moins une fois. Le S-métolachlore est le pesticide le plus détecté avec 48% de détection, suivie du chlorothalonil et de la pendiméthaline avec respectivement 28% et 24%.

	Pourcentage de détection
Métolachlore (S-)	48%
Chlorothalonil	28%
Pendiméthaline	24%
Fluazinam	20%
Chlorpyrifos-éthyl	16%
Cymoxanil	16%
Cyprodinil	16%
Lindane	16%
Clomazone	12%
Prosulfocarb	12%
Métazachlore	8%
Diméthénamide	4%
Folpel	4%
Pyriméthanil	4%

Figure 53 : Pourcentage de détection à Saint-Aignan (du 24 mars au 22 septembre 2014)

La figure 54 représente les concentrations hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Saint-Aignan durant la campagne de mesure.

Suite à des problèmes techniques, les prélèvements des semaines 23, 24 et 31 ont été invalidés.

D'un point de vue quantitatif, la charge totale en pesticides était plus importante au cours des semaines 16 et 17, notamment à cause des concentrations importantes en chlorothalonil.

Ce site à caractère viticole est marqué pour cette campagne 2014 par un pesticide qui n'a été observé qu'à Saint Aignan : le fluazinam. Ce fongicide est couramment utilisé sur les vignes. Il n'a été détecté qu'à partir de la semaine 33 (figure 55). Ce qui explique sa faible détection les années précédentes.

La présence d'un nombre important de substances actives en fin d'été et des molécules différentes de celles du début de campagne, confirme le besoin d'étendre la période de surveillance après l'été.

Concentrations en ng/m ³	Chlorothalonil *	Chlorpyrifos	Clomazone *	Cymoxanil	Cyprodinil	Diméthénamide	Fluzinam	Folpel	Lindane *	Métazachlore *	Métolachlore *	Pendiméthaline *	Prosulfocarbe *	Pyriméthanil
semaine 13												0,3		
semaine 14	4,1				0,2							0,1		
semaine 15	3,5								0,2		0,1			
semaine 16	13,5										0,2			
semaine 17	12,4										0,7	0,8		
semaine 18	5,4								0,2		0,3	0,4		
semaine 19									0,5		0,2			
semaine 20	9,4										0,6		0,2	
semaine 21	2,9										0,4	0,3	0,3	
semaine 22											0,4	0,2	0,1	
semaine 23	Mesure invalidée													
semaine 24	Mesure invalidée													
semaine 25		0,2		0,5							0,2			0,7
semaine 26					0,4			2,0			0,2			
semaine 27		0,5			0,2						0,2			
semaine 28		0,8			0,1						0,1			
semaine 29		0,4		3,1										
semaine 30														
semaine 31	Mesure invalidée													
semaine 32														
semaine 33				0,4			0,7							
semaine 34			0,2	0,5			1,8		1,3					
semaine 35			0,4				0,8			0,3				
semaine 36							0,9			0,1				
semaine 37														
semaine 38			0,2			0,2	0,6							
Moyenne	7,3	0,5	0,3	1,1	0,2	0,2	1,0	2,0	0,5	0,2	0,3	0,3	0,2	0,7
Maximum	13,5	0,8	0,4	3,1	0,4	0,2	1,8	2,0	1,3	0,3	0,7	0,8	0,3	0,7

* : pesticide observé sur l'ensemble des sites.

Figure 54 : Concentrations en pesticides à Saint-Aignan (du 24 mars au 22 septembre 2014)

Même si le S-métolachlore est la molécule la plus souvent observée, le chlorothalonil est, quantitativement, le composé le plus important (figures 55, 56 et 57).

Sur ce point de mesure, les concentrations de fongicides ont été plus importantes que celles des herbicides et des insecticides. Mais la variété des molécules observées est comparable entre les fongicides (6 substances actives mesurées) et les herbicides (6 substances actives mesurées).

Seuls deux insecticides sont observés sur le site de Saint-Aignan : le lindane et le chlorpyrifos-éthyl. Ce dernier est notamment utilisé dans les vignes. Or l'environnement proche du site de mesure est constitué de vignobles.

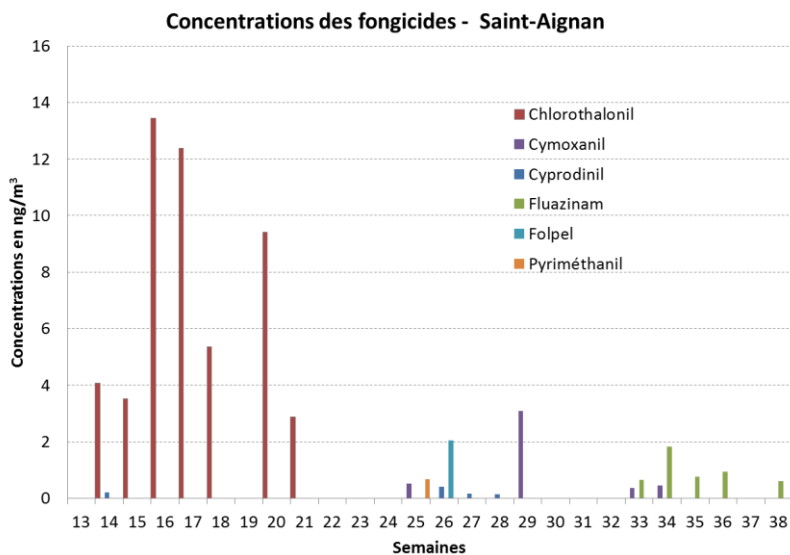


Figure 55 : Concentrations en fongicides sur Saint-Aignan en 2014

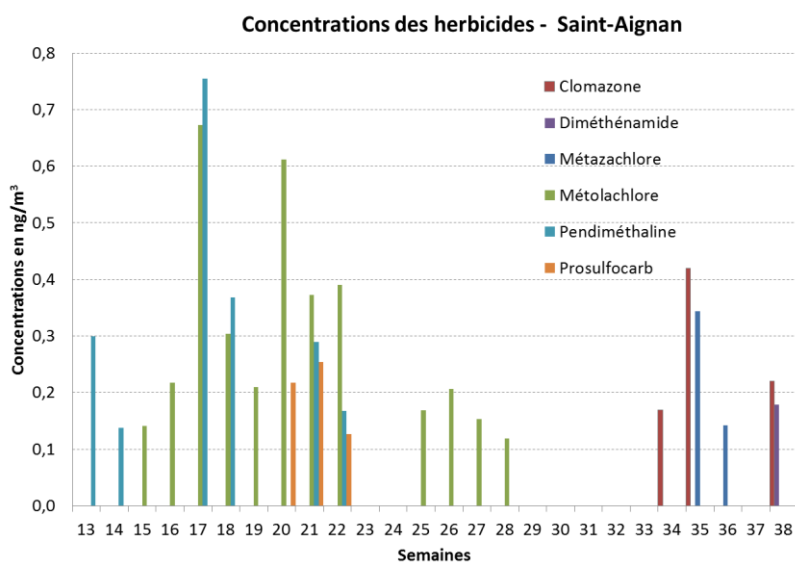


Figure 56 : Concentrations en herbicides sur Saint-Aignan en 2014

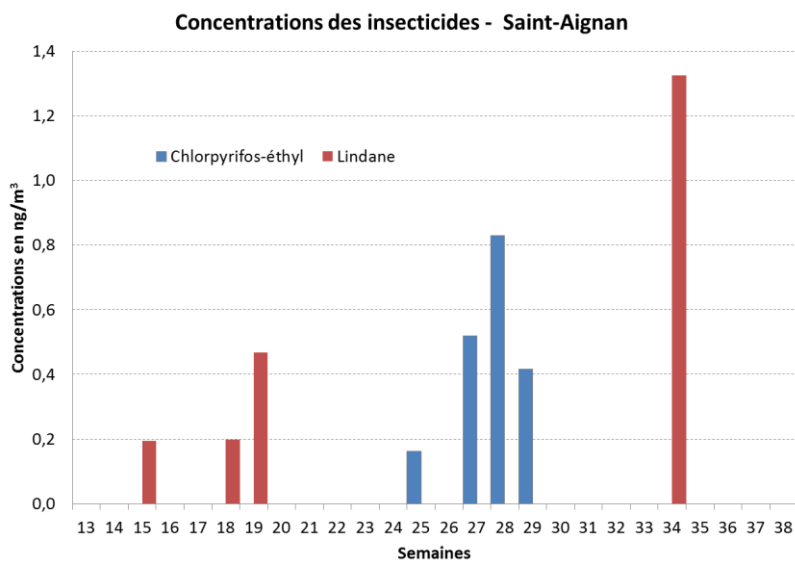


Figure 57 : Concentrations en insecticides sur Saint-Aignan en 2014

Conclusion

Au cours de la campagne de 2014, 108 pesticides ont été suivis durant 26 semaines (fin mars à mi-septembre). Au total, 28 pesticides (10 fongicides, 14 herbicides et 4 insecticides) ont été détectés au moins à une reprise sur l'un des sites de mesures.

En termes de molécules détectées, 7 substances actives sont communes aux 5 sites de mesures durant l'année 2014 : il s'agit du chlorothalonil, du clomazone, du lindane, du métazachlore, du S-métolachlore, de la pendiméthaline et du prosulfocarbe.

Concernant les molécules proscrites à l'utilisation, 3 composés ont été observés : l'acétochlore, le flufénoxuron et le lindane. Pour les deux premières, elles ont été observées en faible quantité et à une seule reprise. Par contre le lindane a été observé sur tous les sites, à plusieurs reprises. Majoritairement il a été quantifié entre les semaines 15 à 24.

Depuis 2005, Lig'Air n'avait pas effectué de campagne de mesure des pesticides dans l'air couvrant la fin de l'été. C'est chose faite pour cette année 2014.

Cette série plus longue de mesures, aura permis de mettre en évidence la présence de substances actives différentes sur la fin de l'été et ceci sur l'ensemble des sites surveillés.

La période la plus chargée en pesticides dans l'atmosphère reste le printemps. Pour l'année 2014, la mi-avril est la période où les concentrations les plus importantes ont été mesurées. Puis les niveaux ont tendance à diminuer avant d'augmenter à nouveau vers la fin du mois d'août.

Les composés observés diffèrent entre le début de la campagne (majoritairement des pesticides liés aux grandes cultures hivernales) et la fin (majoritairement des pesticides liés aux cultures de colza, ou de traitement pour les vignes et arbres fruitiers).

Au cours des premières études réalisées par Lig'Air en 2000, la saisonnalité des pesticides avait été mise en évidence. Toutefois, certains paramètres pouvant influencer cette saisonnalité ont évolué. C'est le cas notamment des pratiques agricoles et des autorisations de mise sur le marché. Ainsi certaines substances ont disparu de l'atmosphère comme la trifluraline. L'augmentation de la période de surveillance en cette année 2014 a mis en évidence la présence de pesticides différents sur la fin de l'été. Même si la période prépondérante reste le printemps, une nouvelle investigation de la fin de l'été et de l'automne permettrait de réactualiser cette saisonnalité.

Ainsi pour l'année 2015, Lig'Air envisage de réaliser une campagne de surveillance sur la région Centre-Val de Loire allant du printemps à l'automne. La liste des molécules recherchées sera optimisée en éliminant les molécules non retrouvées ces dernières années et en incluant les substances actives observées en saison automnale sur d'autres régions.

Table des figures

Figure 1 : Principe de mesure des pesticides	3
Figure 2 : Sites de mesure des pesticides pour l'année 2014	4
Figure 3 : Sites de mesures de pesticides sur la région Centre en 2014 (Source : RGP)	4
Figure 4 : Cumuls mensuels des précipitations d'avril à septembre entre 2011 et 2014 en région Centre (Source : Météo France)	5
Figure 5 : Schéma du devenir des pesticides épandus (source : Lig'Air/Le Toit à Vaches)	6
Figure 6 : Liste des pesticides suivis en 2014	7
Figure 7 : Nombre de détections et cumul des concentrations des pesticides suivant les sites de mesure (année 2014)	8
Figure 8 : Fréquence de détection du S-métolachlore.....	10
Figure 9 : Moyennes des cumuls des concentrations des semaines 15 à 26 en S-métolachlore sur l'ensemble des sites	10
Figure 10 : Concentrations en S-métolachlore au cours de la campagne 2014.....	11
Figure 11 : Fréquence de détection de la pendiméthaline	11
Figure 12 : Concentrations en pendiméthaline sur le site Orléans du 24/03/14 au 22/09/14	12
Figure 13 : Fréquence de détection du chlorothalonil.....	12
Figure 14 : Cumul des concentrations des semaines 15 à 26 en chlorothalonil	13
Figure 15 : Fréquence de détection du lindane	13
Figure 16 : Cumul des concentrations en lindane des semaines 15 à 26 de 2006 à 2014 en ng/m ³ ..	14
Figure 17 : Concentrations en lindane au cours de la campagne de surveillance 2014.....	14
Figure 18 : Teneurs en lindane dans les sols.....	15
Figure 19 : Fréquence de détection du prosulfocarbe.....	16
Figure 20 : Concentrations en prosulfocarbe de la semaine 13 à 38 en 2014 sur les 5 sites de surveillance en région Centre-Val de Loire.....	16
Figure 21 : Concentrations en metazachlore de la semaine 13 à 38 en 2014 sur les 5 sites de surveillance en région Centre-Val de Loire.....	17
Figure 22 : Concentrations en clomazone de la semaine 13 à 38 en 2014 sur les 5 sites de surveillance en région Centre-Val de Loire.....	17
Figure 23 : Molécules ajoutées à la liste 2014.....	18
Figure 24 : Moyenne des charges totales en pesticides sur l'ensemble des sites des semaines 15 à 26 de 2006 à 2014	19
Figure 25 : Base 100 (année de référence 2006) sur la charge moyenne de 2006 à 2014 sur la région Centre-Val de Loire	19
Figure 26 : Nombre maximal de composés observés sur l'ensemble des sites des semaines 15 à 26 de 2006 à 2014	20
Figure 27 : Produits phytosanitaires détectés uniquement à partir de la semaine 31 sur l'ensemble des sites surveillés.....	20
Figure 28 : Evolution des charges en pesticides sur les sites surveillés en 2014	22
Figure 29 : Cumul moyen par famille de produit phytosanitaire sur les sites surveillés en 2014	23
Figure 30 : Evolutions hebdomadaires du nombre de molécules observées sur les cinq sites de mesures en 2014.....	24
Figure 31 : Evolutions hebdomadaires de l'indice PHYTO sur les cinq sites de mesures en 2014	25
Figure 32 : Evolutions annuelles de l'indice PHYTO par site et par an (période identique : semaines 15 à 26).....	25
Figure 33 : Pourcentage de détection à Tours (du 24 mars au 22 septembre 2014)	26
Figure 34 : Concentrations en pesticides à Tours (du 24 mars au 22 septembre 2014)	27
Figure 35 : Concentrations en fongicides sur Tours en 2014	28
Figure 36 : Concentrations en herbicides sur Tours en 2014.....	28
Figure 37 : Concentrations en insecticides sur Tours en 2014	28
Figure 38 : Pourcentage de détection à Orléans (du 24 mars au 22 septembre 2014)	29
Figure 39 : Concentrations en pesticides à Orléans (du 24 mars au 22 septembre 2014)	30

Figure 40 : Concentrations en fongicides sur Orléans en 2014	31
Figure 41 : Concentrations en herbicides sur Orléans en 2014	31
Figure 42 : Concentrations en insecticides sur Orléans en 2014	31
Figure 43 : Pourcentage de détection à Oysonville (du 24 mars au 22 septembre 2014)	32
Figure 44 : Concentrations en pesticides à Oysonville (du 24 mars au 22 septembre 2014)	33
Figure 45 : Concentrations en fongicides sur Oysonville en 2014	34
Figure 46 : Concentrations en herbicides sur Oysonville en 2014.....	34
Figure 47 : Concentrations en insecticides sur Oysonville en 2014	34
Figure 48 : Pourcentage de détection à Saint Martin d'Auxigny (du 24 mars au 22 septembre 2014)	35
Figure 49 : Concentrations en pesticides à Saint-Martin d'Auxigny (du 24 mars au 22 septembre 2014)	36
Figure 50 : Concentrations en fongicides sur Saint-Martin d'Auxigny en 2014.....	37
Figure 51 : Concentrations en herbicides sur Saint-Martin d'Auxigny en 2014	37
Figure 52 : Concentrations en insecticides sur Saint-Martin d'Auxigny en 2014.....	37
Figure 53 : Pourcentage de détection à Saint-Aignan (du 24 mars au 22 septembre 2014)	38
Figure 54 : Concentrations en pesticides à Saint-Aignan (du 24 mars au 22 septembre 2014)	39
Figure 55 : Concentrations en fongicides sur Saint-Aignan en 2014	40
Figure 56 : Concentrations en herbicides sur Saint-Aignan en 2014.....	40
Figure 57 : Concentrations en insecticides sur Saint-Aignan en 2014	40

Bibliographie

- [1] Method EPA TO 4, Determination of Pesticides a Polychlorinated Biphenyls in Ambient Air Using High Volume Polyuréthane Foam (PUF) sampling Followed By Gas Chromatographic/MultiDetector US Environmental Protection Agency
- [2] Method EPA TO 10, Determination of Pesticides a Polychlorinated Biphenyls in Ambient Air Using Low Volume Polyuréthane Foam (PUF) sampling Followed By Gas Chromatographic/MultiDetector US Environmental Protection Agency
- [3] Lig'Air, Les pesticides en milieu atmosphérique : Etude en région Centre 2000-2001, novembre 2001
- [4] Lig'Air, Les pesticides en milieu atmosphérique : Etude en région Centre automne 2001, janvier 2002
- [5] Lig'Air, Rapport d'étape : Etude de la contamination de l'air par les produits phytosanitaires, novembre 2002
- [6] Lig'Air, Rapport d'étape : Etude de la contamination par les produits phytosanitaires en région Centre, décembre 2003
- [7] Lig'Air, Contamination de l'air par les pesticides en zone pomicole, mars 2004
- [8] Lig'Air, Rapport final : Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, année 2004, juin 2005
- [9] Lig'Air, Métrologie des produits phytosanitaires dans l'atmosphère ; site de Mareau-aux-Prés ; du 27 juillet au 30 novembre 2004, décembre 2004
- [10] Lig'Air, Rapport final : Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, année 2004, juin 2005
- [11] Lig'Air, Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, Année 2005, décembre 2005
- [12] Lig'Air, Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, Année 2006, mai 2007
- [13] Lig'Air, Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, Année 2007, décembre 2007
- [14] Lig'Air, Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, Année 2007, décembre 2008
- [15] Lig'Air, Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, Année 2009, janvier 2010

[16] Lig'Air, Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, Année 2010, avril 2011

[17] Lig'Air, Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, Année 2011, mars 2012

[18] ANSES, Recommandations et perspectives pour une surveillance nationale de la contamination de l'air par les pesticides, Octobre 2010