Lig'Air

Surveillance de la qualité de l'air en région Centre-Val de Loire

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

Année 2015

Rapport final

Mars 2016

Lig'Air - Surveillance de la qualité de l'air en région Centre-Val de Loire
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 2

Avertissement 3

Introduction et cadre de l'étude 4

I - Méthode de mesure utilisée 5

II – Période et sites de mesures 5

II-1 Période de prélèvement 5

II-2 Les conditions météorologiques 6

III - Liste des pesticides suivis en 2015 7

IV – Résultats de l'année 2015 8

IV-1 Principaux pesticides 8

a) Les molécules interdites d'utilisation mais présentes dans l'air ambiant 9

b) Les molécules les plus observées 10

α – La pendiméthaline 10

β – Le S-métolachlore 11

γ – Le métazachlore 12

δ – Le prosulfocarbe 13

ε – La cyprodinil 14

IV-2- Variation interannuelle 15

IV-3 Les différents indicateurs en région Centre-Val de Loire 19

a) Charge totale en équivalent pesticide 20

b) Le nombre de pesticides détectés 21

c) L'indice PHYTO 22

IV-4 Zoom sur les résultats par site de mesures 24

a) Tours la Bruyère 24

b) Orléans Faubourg Bannier 27

c) Oysonville 30

d) Saint-Martin d'Auxigny 34

e) Saint-Aignan 37

Conclusion 40

Table des tableaux 41

Table des figures 41

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 2015, 59 pesticides (23 herbicides, 12 insecticides, 22 fongicides, 1 régulateur de croissance et 1 raticide) 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).

En 2014, les mesures ont été réalisées jusqu'à la semaine 38. Les résultats de cette campagne ont montré la présence d'un certain nombre de molécules même à l'automne. Afin de vérifier cette tendance, nous avons décidé de prolonger la campagne 2015 jusqu'au 5 octobre (semaine 40) pour tous les sites. Idéalement, cette prolongation aurait dû aller jusqu'à la fin de l'année et sur l'ensemble des sites. Mais par manque de moyen, elle n'a été maintenue que sur le site de Oysonville jusqu'au 16 novembre (semaine 46).

Le présent rapport fait état des résultats de mesures pour l'année 2015 en proposant en premier lieu une synthèse régionale. Une comparaison des 5 sites de mesures est ensuite proposée grâce à la construction d'indicateurs de suivi (cumul hebdomadaire des concentrations, nombre de détections par semaine, indice PHYTO hebdomadaire). Enfin, un bilan par site de mesures compose la dernière partie du présent rapport.

Cette étude ainsi que 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.

Comme les années précédentes, les mesures des pesticides sont réalisées grâce aux financements du Plan Régional Santé Environnement (Agence Régionale de Santé et DREAL Centre-Val de Loire), de la Région Centre-Val de Loire, des agglomérations de Tours et Orléans et du Conseil Départemental du Cher.

I - Méthode de mesure utilisée

Les méthodes de prélèvement et d'analyse utilisées par Lig'Air (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) et le laboratoire d'analyses (Micropolluants Technologie SA) sont dictées respectivement par les normes AFNOR NFX 43-058 et 43-059.

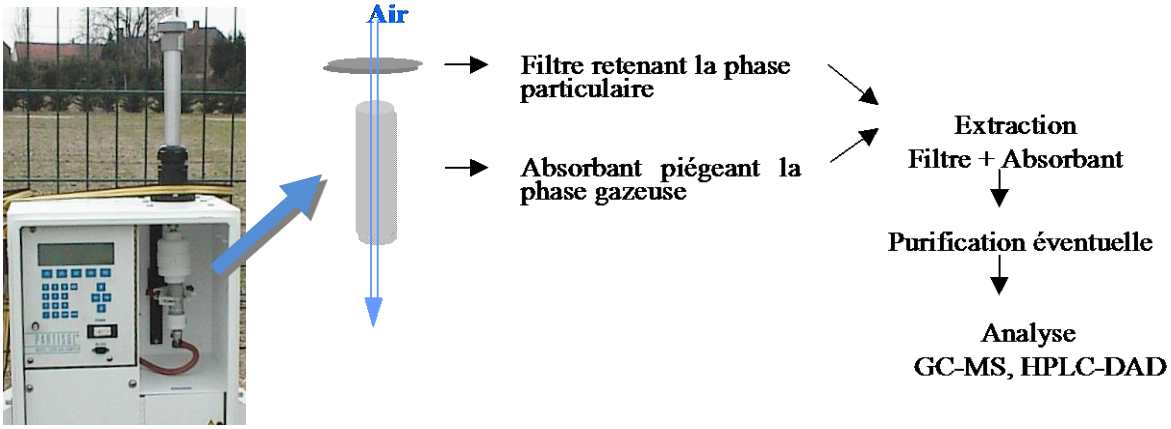

Figure 1 : Principe de mesure des pesticides

II – Période et sites de mesures

II-1 Période de prélèvement

En 2015, le suivi des pesticides a été réalisé du 9 mars au 5 octobre (soit de la semaine 11 à la semaine 40) sur l'ensemble des 5 sites (tableau 1). La période de prélèvements est conforme aux recommandations de l'ANSES[1]. Une prolongation de la campagne de mesures a été effectuée sur le site de Oysonville afin de mettre en évidence la présence d'éventuelles molécules en période automnale, période non échantillonnée depuis le début des années 2000. Sur ce site, la campagne de surveillance s'est prolongée jusqu'à la semaine 46.

Au total, 30 prélèvements hebdomadaires ont été réalisés sur chacun des 5 sites étudiés (+ 6 sur le site de Oysonville). La typologie des sites étudiés ainsi que leur localisation sont présentées respectivement dans le tableau 1 et la figure 2.

Sites	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

Tableau 1 : Sites de mesure des pesticides pour l'année 2015

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

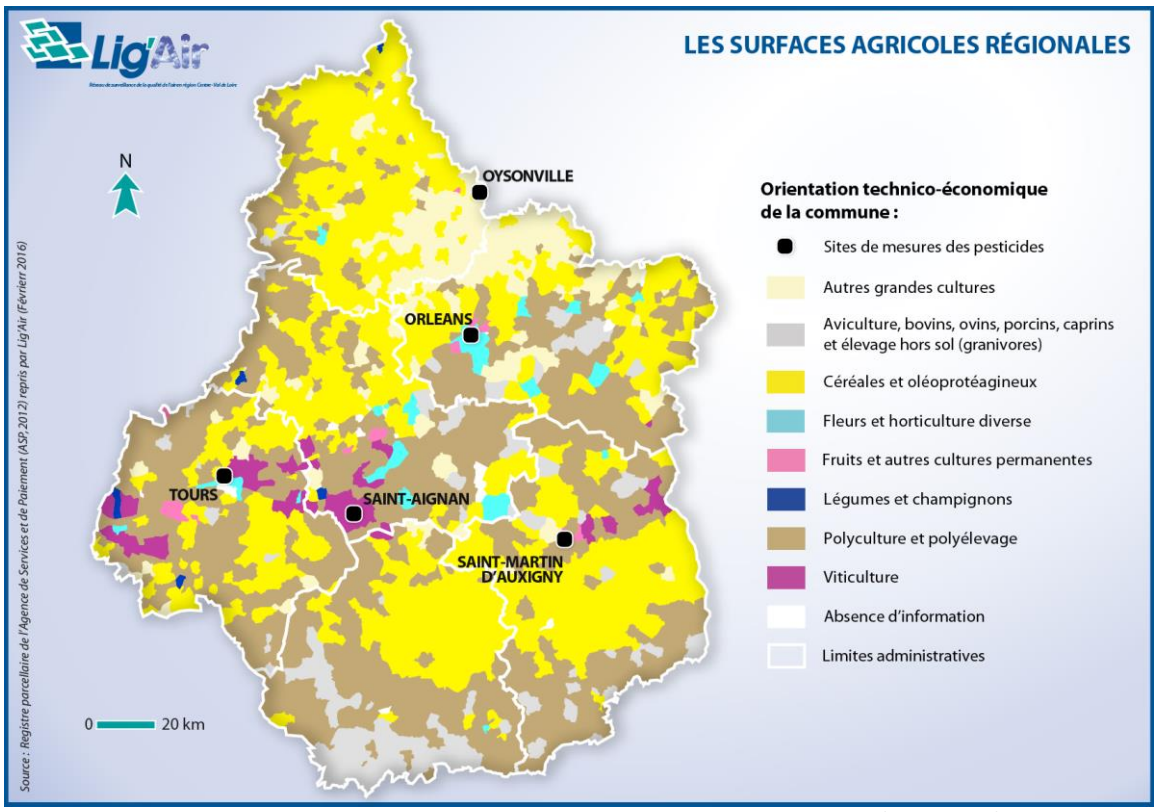

Figure 2* : *Sites de mesures de pesticides sur la région Centre-Val de Loire en 2015 (Source :RPG)

II-2 Les conditions météorologiques

La campagne 2015 a couvert plusieurs saisons : le printemps, l'été et une partie de l'automne. Le printemps a été doux accompagné de vents faibles et de précipitations déficitaires en mars puis globalement représentatives des normales pour avril et mai (figure 3). L'été a été chaud et très sec sur les mois de juin et juillet avec des vents faibles. Le cumul des précipitations sur Bourges pour juin 2015 résulte d'un important orage le 14 juin 2015 qui a déversé sur Bourges plus de 60 mm d'eau. Le mois d'août est resté chaud mais enregistre un cumul pluviométrique excédentaire avec des vents parfois très forts. Le mois de septembre 2015 marque la fin de l'été avec un temps plus frais et excédentaire en pluie. La saison automnale commence avec un mois d'octobre frais mais sec vis-à-vis des normales de saison.

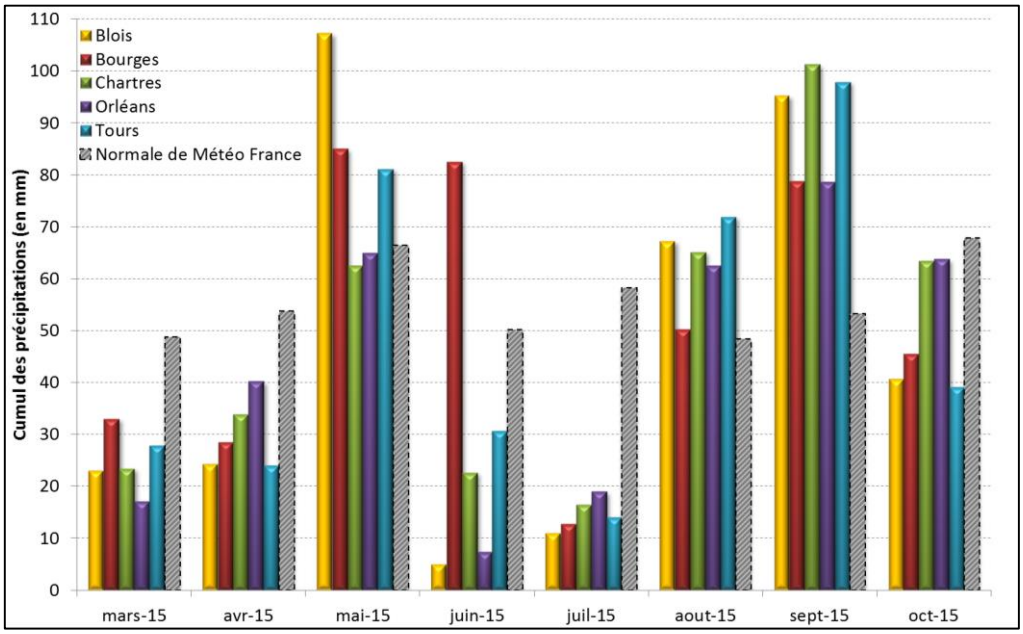

Figure 3* : *Cumuls mensuels des précipitations de mars à octobre 2015 en région Centre-Val de Loire (Source : Météo France)

Comme illustrée sur la figure 4, 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).

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) ;
- 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 observées sur plusieurs semaines précédentes.

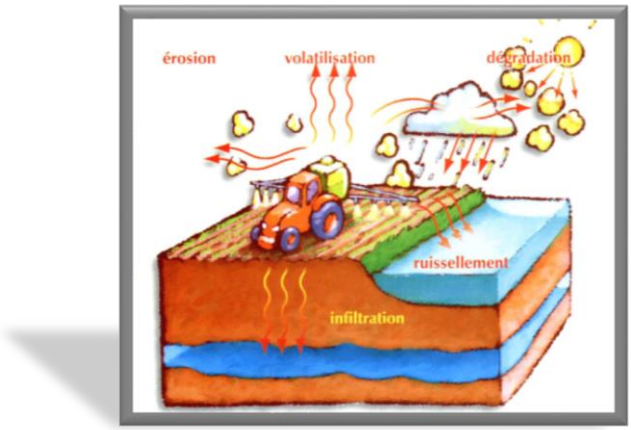

Figure 4 : Schéma du devenir des pesticides épandus (source : Lig'Air/Le Toit à Vaches)

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, constituent un complément d'information pour la caractérisation des pesticides dans l'environnement.

III - Liste des pesticides suivis en 2015

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 les années précédentes, des paramètres physico-chimiques des molécules (volatilisation) ainsi que d'autres critères tels que l'utilisation faite en région Centre-Val de Loire, mais aussi leur utilisation et leur observation dans les régions avoisinantes. Enfin, la liste régionale annuelle contient les pesticides constituant la liste socle nationale[1].

La liste des pesticides recherchés en 2015 est présentée dans le tableau 2. Elle est constituée de 59 pesticides (23 herbicides, 12 insecticides, 22 fongicides, 1 régulateur de croissance et 1 raticide) dont 8 substances actives interdites à l'utilisation (en rouge dans le tableau 2).
Afin de pouvoir étendre la campagne de surveillance, la liste des molécules recherchées a été fortement allégée (en 2014, 108 molécules avaient été recherchées). Elle a été optimisée en éliminant les molécules non retrouvées ces dernières années et en incluant les

substances actives observées en saison automnale sur d'autres régions. La liste a été réduite d'environ 50%, ce qui nous permet de réduire le coût financier et étendre la campagne de mesure à la période automnale.

Fongicides	Herbicides	Insecticides
Captane	2,4-D	Chlorpyriphos-éthyl
Carbendazime	2,4-MCPA	Chlorpyriphos-méthyl
Chlorothalonil	Acétochlore	Cyfluthrine (I+II+III)
Cymoxanil	Aclonifen	Dicofol
Cyprodinil	Atrazine	Ethoprophos
Difénoconazole	Chlorpropham	Flufénoxuron
Diméthomorphe	Chlortoluron	Lambda-cyhalothrine
Dimoxystrobin	Clomazone	Lindane
Diphénylamine	Diflufénicanil	Parathion méthyl
Etridiazole	Diméthénamide	Pyrimicarbe
Fenpropidine	Ethofumesate	Pyriproxyfène
Fenpropimorphe	Mécoprop	Thiaclopride
Fluazinam	Métamitrone	
Folpel	Métazachlore	
Krésoxim-méthyl	Métolachlore (S)	
Metconazole	Napropamide	
Procymidone	Oryzalin	
Pyriméthanil	Oxadiazon	
Spiroxamine	Pendiméthaline	
Tétraconazole	Profoxydim	
Thiophanate-méthyl	Propyzamide	
Trifloxystrobine	Prosulfocarbe	
	Quizalofop-P-tefuryl	
Régulateur de croissance	**Rodenticide**	
Forchlorfenuron	Warfarin	

Nom *: molécules interdites à l'utilisation*

Tableau 2 : Liste des pesticides suivis en 2015

IV – Résultats de l'année 2015

IV-1 Principaux pesticides

L'ensemble des résultats traités dans cette partie résulte des données obtenues pendant la période commune de surveillance sur les 5 sites (cf chapitre II-1 période de prélèvement) et également de la prolongation de la campagne sur le site de Oysonville.

Cette campagne de mesure a permis la détection de 25 pesticides (8 fongicides, 13 herbicides et 4 insecticides) dans l'air ambiant soit près de 41% des molécules recherchées (tableau 3). Parmi ces 25 substances actives, uniquement 3 d'entre elles sont communes à l'ensemble des sites (molécules sur fond vert, tableau 3). Il s'agit des herbicides suivants : métazachlore, S-métolachlore et la pendiméthaline. Douze molécules sont communes à au moins 3 sites de mesure.

Pesticides	Orléans	Oysonville	Saint Aignan	Saint Martin d'Auxigny	Tours
	Nb de détections / cumul des concentrations (ng/m³)				
Aclonifen (H)		1 / 1,2			
Chlorothalonil (F)		6 / 40,8		1 / 1,6	1 / 2,0
Chlorpropham (H)		2 / 2,3			
Chlorpyrifos methyl (I)			1 / 0,6		1 / 0,5
Chlorpyrifos ethyl (I)	2 /0,6	1 / 0,2			
Chlortoluron (H)		2 / 0,4			
Clomazone (H)		4 / 3,2			
Cymoxanil (F)			8 / 1,5		1 / 0,1
Cyprodinil (F)		5 / 6,7	2 / 0,8	1 / 0,2	1 / 0,4
Diflufenicanil (H)	2 / 0,7				
Diméthénamide (H)		2 / 1,4	1 / 0,2	3 / 1,3	
Ethofumesate (H)		1 / 0,2			
Fenpropidine (F)	5 / 1,4	12 / 11,2		1 / 0,2	
Fenpropimorphe (F)		2 / 0,7	1 / 0,2		2 / 0,4
Fluazinam (F)				1 / 1,0	
Folpel (F)			1 / 1,6		1 / 1,0
Lindane (I)	1 / 0,6		1 / 0,2		2 / 0,7
Metamitron (H)	1 / 0,2	3 / 0,9		1 / 0,2	
Métazachlore (H)	1 / 0,4	6 / 8,7	2 / 0,5	2 / 1,0	1 / 0,2
S-métolachlore (H)	7 / 1,8	8 / 2,9	9 / 3,8	7 / 2,0	7 / 2,1
Pendimethaline (H)	7 / 3,9	11 / 20,4	5 / 1,9	10 / 5,0	6 / 2,6
Propyzamide (H)		1 / 0,1			
Prosulfocarbe (H)	1 / 2,5	10 / 9,4	1 / 4,0	1 / 0,2	
Spiroxamine (F)		2 / 0,5	1 / 0,3	1 / 0,2	
Thiaclopride (I)				1 / 0,2	

Nom *: molécule interdite à l'utilisation*

Tableau 3 : Nombre de détections et cumul des concentrations des pesticides suivant les sites de mesure (année 2015)

Le nombre de pesticides détectés varie d'un site à l'autre. Le site de Oysonville, site rural de proximité, enregistre la plus grande variété de pesticides observés dans l'air. Plus de 30% des molécules recherchées, soit 18, ont été observées sur ce site.
Par rapport à 2014, 8 molécules n'ont pas été observées cette année : acétochlore, flufénoxuron, metconazole, napropamide, oryzalin, oxadiazon, pyrimicarbe, pyriméthanil.
A l'inverse, 3 composés, recherchés en 2014 mais non détectés, apparaissent cette année : chlorpyrifos méthyl, ethofumesateet thiaclopride.

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

Parmi les 8 molécules recherchées et proscrites à l'utilisation (en rouge sur le tableau 3), un unique composé interdit a été quantifié : le lindane.

Le lindane, insecticide interdit depuis 1998, faisait partie des molécules les plus détectées dans l'air. En 2014, il a été observé sur l'ensemble des sites. Cette année, ce composé a été quantifié sur les sites d'Orléans, de Saint-Aignan et de Tours à une ou deux reprises avec un cumul n'excédant pas 1 ng/m³.
Le sol constitue un réservoir de lindane pour le compartiment aérien. 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. Ceci peut expliquer en partie la variabilité des niveaux de lindane observées sur nos sites d'une année à l'autre.

b) Les molécules les plus observées

Depuis 2006, la pendiméthaline, le S-métolachlore et le chlorothalonil sont les trois composés les plus présents dans l'atmosphère. Les 2 premiers ont à nouveau été observés sur l'ensemble des sites en 2015. Par contre le chlorothalonil n'a été quantifié que sur les sites de Oysonville, Saint-Martin d'Auxigny et Tours. Or, il était depuis 2006, l'un des composés les plus fréquents et pour certaines années, le plus important quantitativement (cf Rapport pesticides 2011 de Lig'Air). Depuis 2010, Lig'Air avait noté une baisse de la fréquence d'apparition qui s'est fortement accrue en 2015 (cf figure 5).

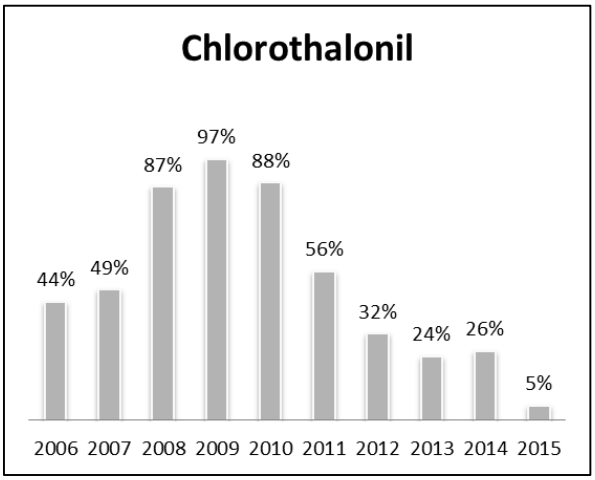

Figure 5 : Fréquence de détection du chlorothalonil

Parmi les 25 substances actives détectées en 2015, seulement 3 d'entre elles ont été enregistrées sur l'ensemble des sites. Il s'agit de 3 herbicides : métazachlore, pendiméthaline et S-métolachlore.

La cyprodinil et le prosulfocarbe sont inclus également dans cette partie. En effet, ils ont été détectés sur au moins 4 des 5 sites surveillés.

Ces molécules sont présentées ci-dessous des plus fréquemment observées aux moins observées.

α – La pendiméthaline

Avec une fréquence moyenne de détection de 27%, la pendiméthaline est la substance active la plus détectée lors de cette campagne de surveillance. La baisse de détection observée en 2014 semble se confirmer cette année (figure 6). Ce composé a été plus particulièrement observé sur les sites de Oysonville et de Saint-Martin d'Auxigny.

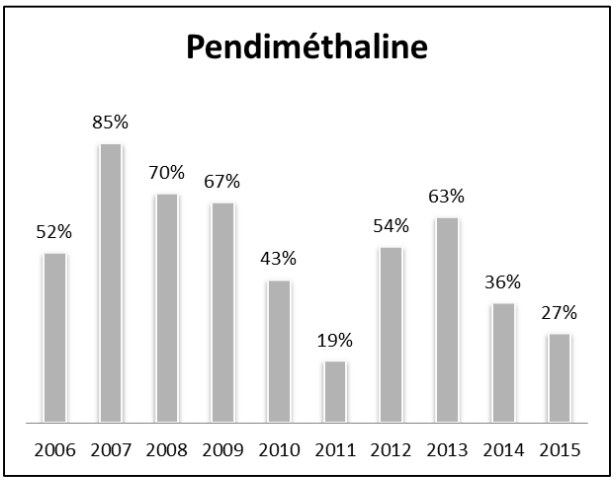

Figure 6 : Fréquence de détection de la pendiméthaline

Les concentrations de cet herbicide sont très variables d'un site à l'autre. Ainsi il y a eu 10 fois plus de pendiméthaline dans l'air à Oysonville qu'à Saint-Aignan (voir tableau 3).

Ce pesticide présente un profil semblable aux années précédentes (pour la période commune) avec une disparition en période estivale. Les plus fortes concentrations sont observées au printemps (figure 7). Toutefois, il a de nouveau été observé en fin de campagne de surveillance (semaine 40) pour les sites d'Orléans et de Saint-Aignan et des semaines 41 à 46 sur le site de Oysonville (pour plus de détail sur ce site, voir chapitre IV-4-c Oysonville).

La pendiméthaline est un herbicide de pré-levée et de post-levée précoce. Il est utilisé sur les adventices tels que les graminées (vulpin, ray-grass) sur les grandes cultures, à l'automne et en sortie d'hiver.

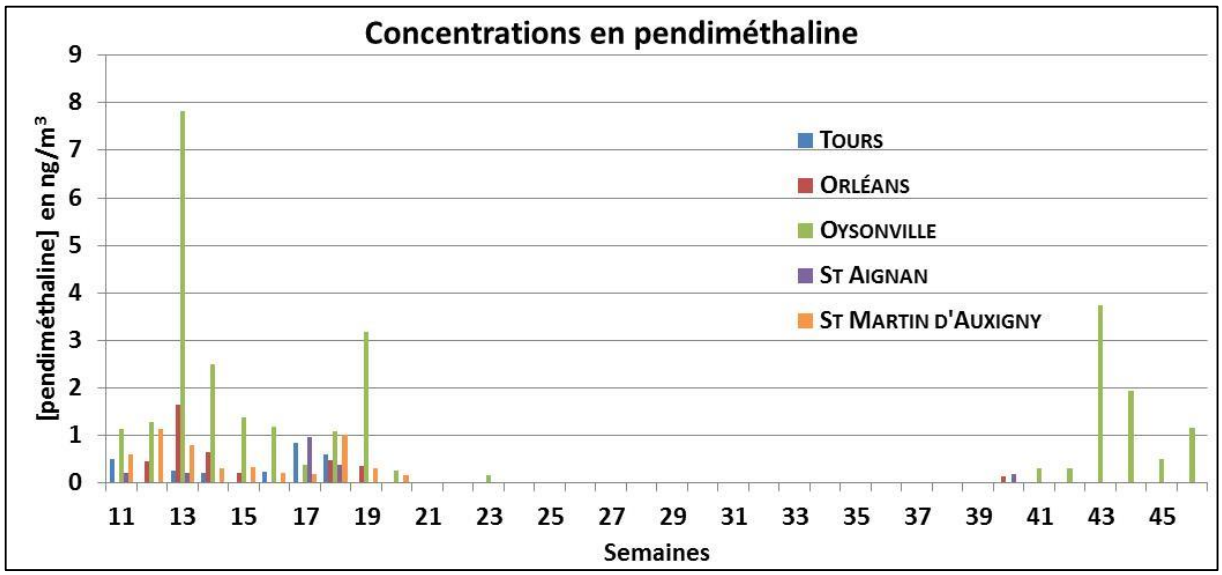

Figure 7 : Concentrations en pendiméthaline sur les différents sites du 09/03/15 au 16/11/15

β – Le S-métolachlore

Depuis 2006, cet herbicide est l'un des composés les plus observés. Cette année, il atteint le taux de détection de 27%. Il a été observé sur l'ensemble des sites. Une tendance à la baisse de son taux de détection est observée depuis 2014 (figure 8). Cette tendance à la baisse sera à vérifier dans les années à venir.

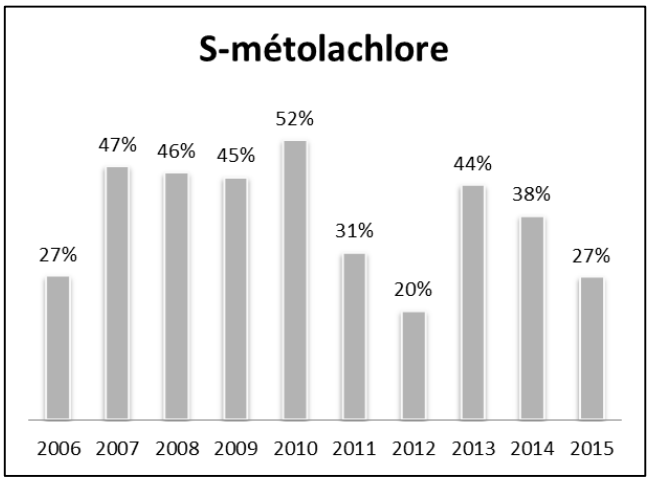

Figure 8 : Fréquence de détection du S-métolachlore

Tout comme l'année dernière, le S-métolachlore est principalement observé entre les semaines 15 et 25 (figure 9). Ceci correspond à sa principale période d'utilisation : désherbage sélectif du maïs en prélevée.

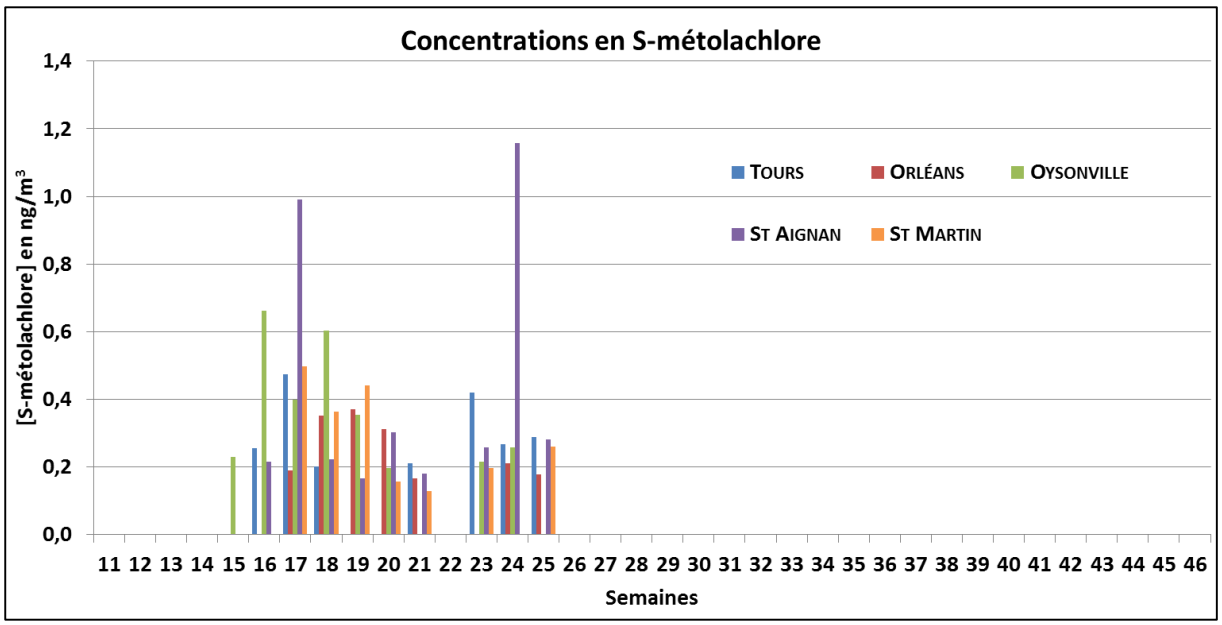

Figure 9 : Concentrations en S-métolachlore sur les différents sites du 09/03/15 au 16/11/15

A partir de fin juin (semaine 26), cet herbicide n'a plus été observé. La persistance environnementale de cette substance active dans l'atmosphère est par conséquent faible (par de rémanence).

γ – Le métazachlore

Le métazachlore est le troisième composé le plus observé en 2015. Le taux de détection est comparable à celui de 2014 (figure 10) avec 8 %.

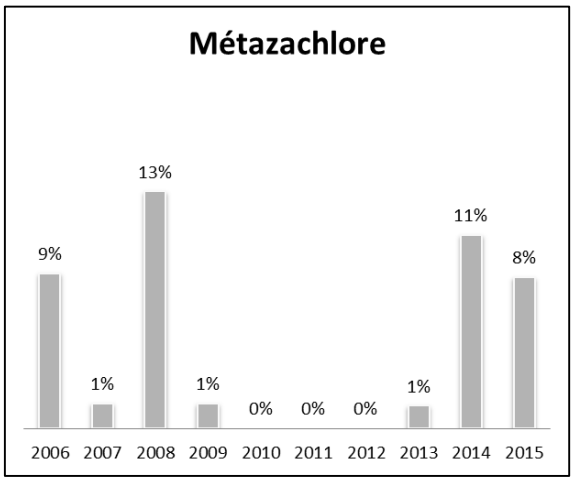

Figure 10 : Fréquence de détection du métazachlore

Cet herbicide est utilisé en post-semis, pré-levée et post-levée sur les colzas dès la fin août, ce qui explique sa présence dans l'atmosphère des semaines 35 à 40 (fin août à septembre) (figure 11). De plus, l'absence de ce composé dans l'air ambiant avant son utilisation et sa disparition rapide démontre une faible persistance environnementale dans l'atmosphère.

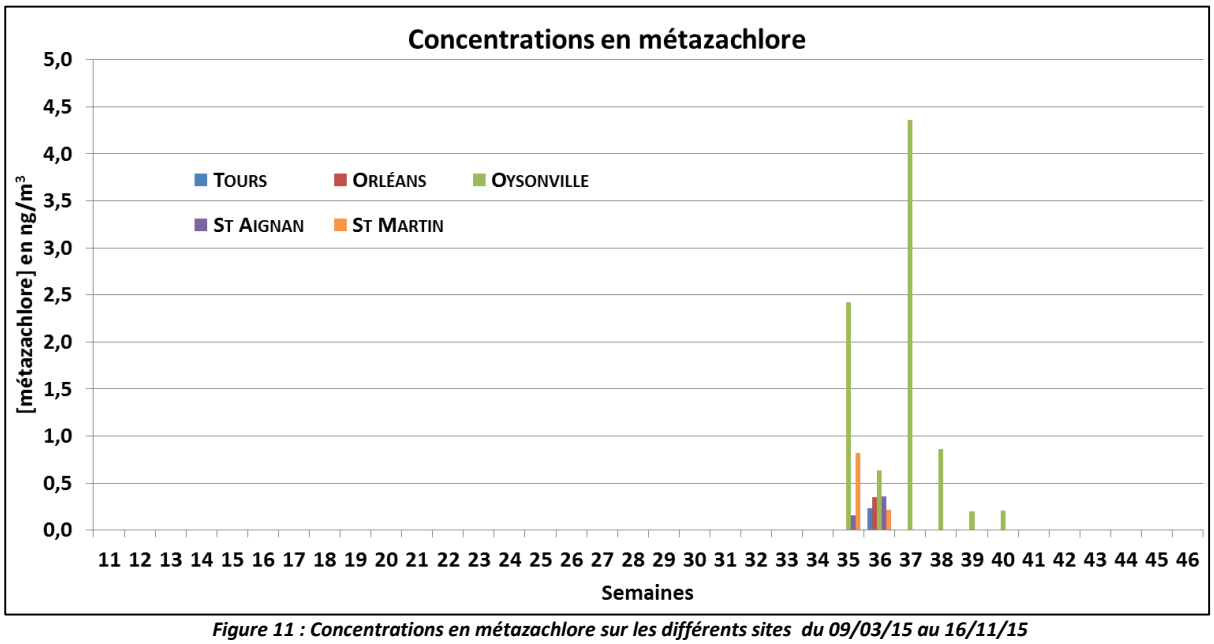

Figure 11 : Concentrations en métazachlore sur les différents sites du 09/03/15 au 16/11/15

δ – Le prosulfocarbe

Cet herbicide a été principalement observé sur le site de Oysonville. Il n'a été mesuré qu'une fois sur les sites d'Orléans, de Saint-Aignan et de Saint-Martin d'Auxigny. Il n'a pas été quantifié sur celui de Tours.

Tout comme la pendiméthaline, cet herbicide à action racinaire est utilisé en pré-levée et post-levée pour les adventices des champs de céréales. Ainsi on le trouve dans l'atmosphère durant le printemps et l'automne (voir figure 12). Toutefois à l'inverse de la pendiméthaline, les concentrations les plus importantes ont été observées à partir d'octobre.

En dehors de ses périodes d'utilisation, cette substance active n'est plus observée dans l'air.

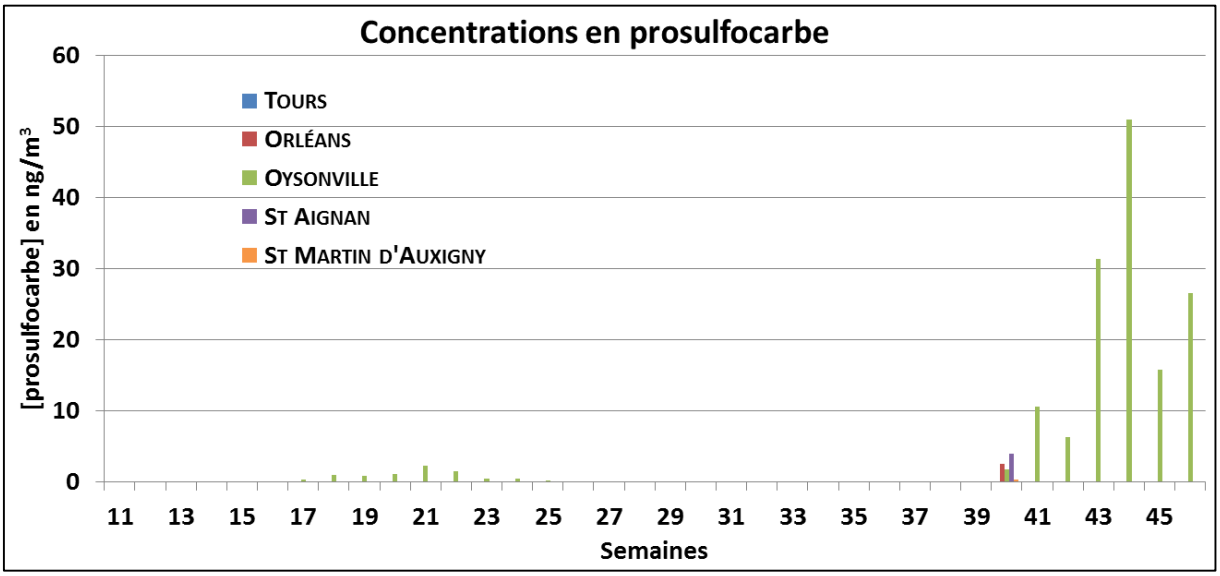

Figure 12 : Concentrations en prosulfocarbe sur les différents sites du 09/03/15 au 16/11/15

ε – La cyprodinil

Ce fongicide est observé depuis 2006 sur plusieurs sites mais il n'est pas systématiquement vu sur l'ensemble des sites surveillés. C'est le cas pour la campagne 2015, il n'a pas été quantifié sur le site urbain d'Orléans. Son taux de détection atteint 6% contre 11% en 2014 présentant ainsi une légère diminution (figure 13).

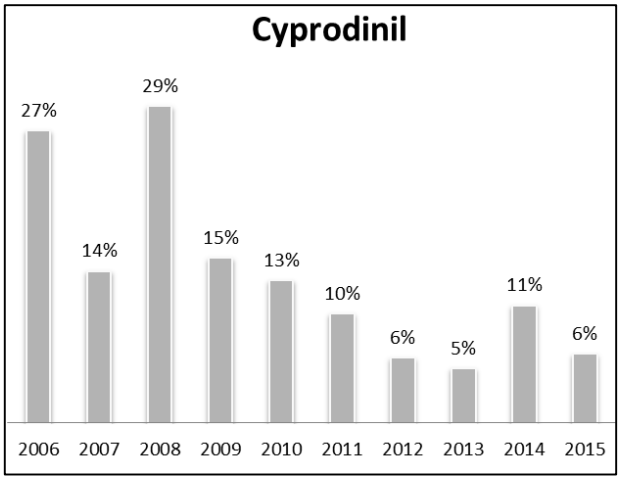

Figure 13 : Fréquence de détection de la cyprodinil

Comme pour l'année 2014, la cyprodinil, fongicide utilisé dans la culture des céréales, a enregistré la fréquence de détection et les concentrations les plus importantes sur le site de Oysonville. Il a également été observé sur les sites de Tours, Saint-Aignan et Saint-Martin d'Auxigny (figure 14). Dès la mi-juin, ce pesticide n'est plus observé dans l'atmosphère.

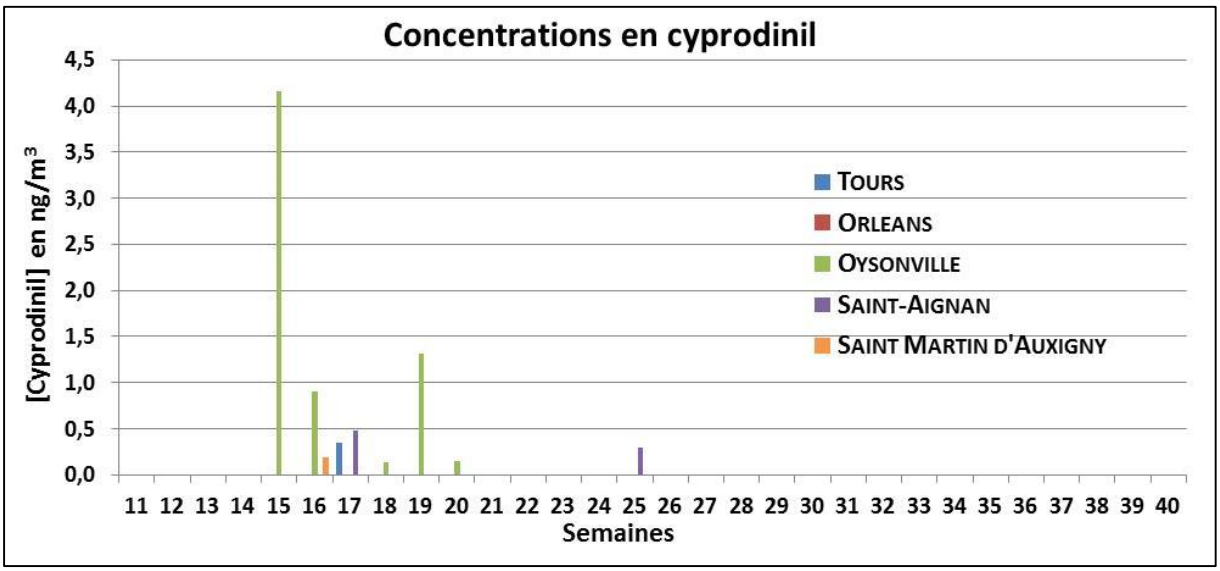

Figure 14 : Concentrations en cyprodinil de la semaine 11 à 40 en 2015 sur les 5 sites de surveillance en région Centre-Val de Loire

IV-2- Variation interannuelle

Cette variation interannuelle est réalisée à période égale (semaine 15 à 26). Les résultats obtenus sur les semaines de mesures spécifiques à l'année 2015 sont traités à la fin de ce paragraphe (cf ***zoom période automnale 2015***).

Les concentrations mesurées en 2015 sont en diminution par rapport à celles de la campagne de 2014 et se retrouvent avec un cumul moyen comparable à celles de 2012 et 2013 (figure 15).
Dans cette période, les fongicides représentent près de 60% des concentrations en pesticides mesurées cette année sur cette période commune. La prédominance des fongicides sur les autres pesticides est moindre cette année. Cette constatation est à corréler avec un printemps peu humide et un début d'été très sec qui ont permis de limiter le développement des champignons et implicitement l'utilisation des fongicides.

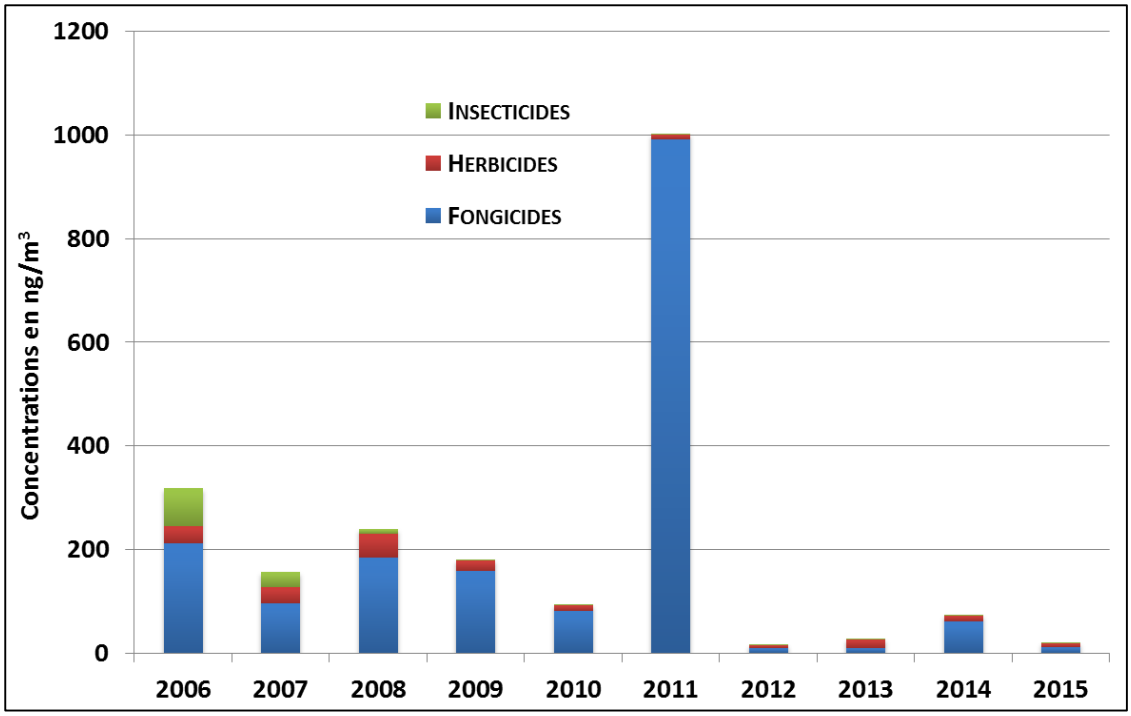

Figure 15 : Moyenne des charges totales en pesticides sur l'ensemble des sites des semaines 15 à 26 de 2006 à 2015

D'une manière générale, la charge totale moyenne annuelle en 2015 est comparable à celle de 2012 et 2013. Elle est 94% moins importante que celle de 2006, première année de mesure et donc référence (figure 16).

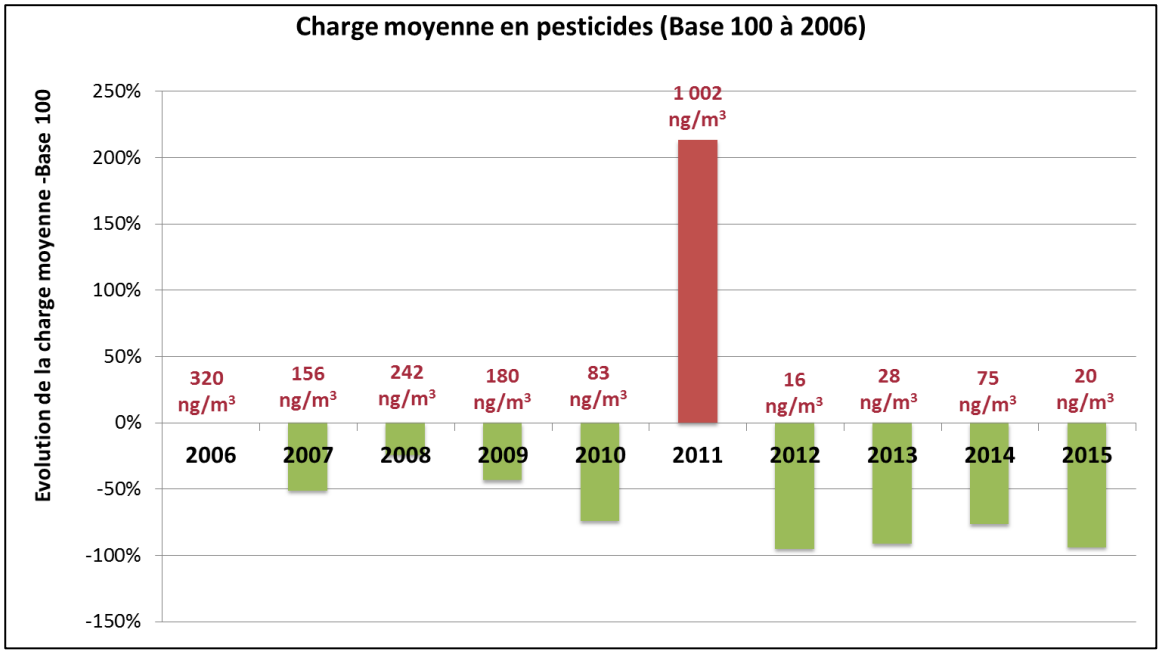

Figure 16 : Base 100 (année de référence 2006) sur la charge moyenne de 2006 à 2015 sur la région Centre-Val de Loire

Pour une période commune (semaine 15 à 26), l'année 2015 est marquée par une relative stabilité du nombre de molécules observées depuis 2012 (figure 17). À noter que proportionnellement, les pesticides les plus observés cette année sont des herbicides contrairement aux trois dernières années pendant lesquelles les fongicides étaient majoritaires.
Cette baisse du nombre de fongicides observés corrobore une utilisation moins importante de cette famille de produits phytosanitaires.

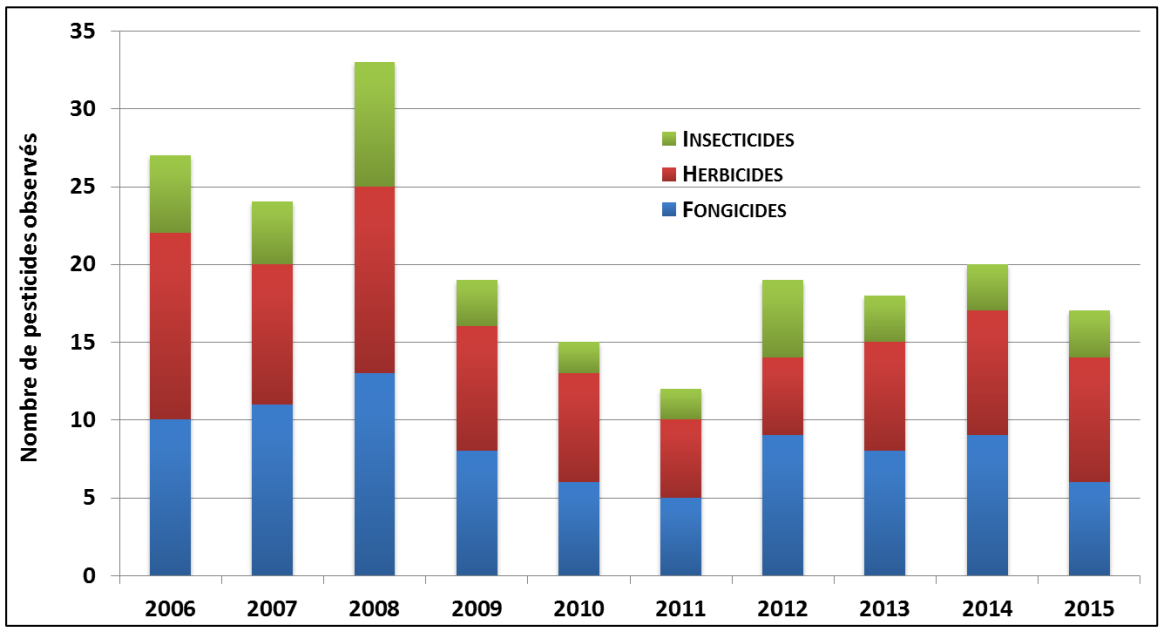

Figure 17 : Nombre de composés observés sur l'ensemble des sites des semaines 15 à 26 de 2006 à 2015

Toutefois sur l'ensemble de la campagne de 2015, le nombre total de pesticides observé, tous sites confondus, est plus important (25 substances actives différentes observées).

Les résultats spécifiques à la période automnale 2015 sont traités dans le paragraphe ci-dessous.

Zoom période automnale 2015 :

Pour l'année 2015, en limitant la liste des molécules recherchées, la campagne a pu être prolongée jusqu'en semaine 40 pour l'ensemble des sites (cf II-1 période de prélèvement) et jusque la semaine 46 pour le site de Oysonville. Les maxima des analyses automnales sont présentés dans le tableau 4.

Des semaines 34 à 46, 9 molécules au total ont été mesurées sur les différents sites dont 4 uniquement à partir de la semaine 34 (surlignées en jaune dans le tableau 4). Ainsi sur le nombre total de molécules observées sur la campagne, 16% d'entre elles ne sont apparues qu'à partir de fin août 2015. Ceci illustre le fait qu'au cours de la fin de l'été et en automne, les molécules retrouvées dans l'air sont en nombre non négligeable et peuvent être différentes de celles observées au printemps.

Des profils temporels différents existent par substances actives, certaines étant principalement présentes dans l'atmosphère au printemps (par exemple le S-métolachlore), d'autres en période automnale (par exemple le métazachlore).
Enfin certaines molécules présentes dans l'air au printemps comme à l'automne, ont enregistré leurs maxima au cours de cette prolongation de campagne de surveillance, comme le prosulfocarbe.

Concentrations en ng/m³	Chlorothalonil	Chlorpyrifos-éthyl	Chlortoluron	Clomazone	Cymoxanil	Diflufénicanil	Diméthénamide	Fenpropidine	Fenpropimorphe	Fluazinam	Folpel	Lindane	Métazachlore	Pendiméthaline	Prosulfocarbe	Thiacloprid
semaine 27	6,4				0,1						1,6	0,4				0,2
semaine 28					0,3					1,0						
semaine 29						0,3										
semaine 30								0,3								
semaine 31					0,2			0,3								
semaine 32					0,2			0,5	0,2							
semaine 33					0,1			0,3								
semaine 34							0,2									
semaine 35				0,4			1,1	0,5	0,5				2,4			
semaine 36							0,2	0,2					0,6			
semaine 37				2,1									4,4			
semaine 38				0,3									0,9			
semaine 39				0,4									0,2			
semaine 40		0,2											0,2	0,2	4,0	
semaine 41		0,8		0,1										0,3	10,5	
semaine 42														0,3	6,2	
semaine 43			0,1											3,7	31,3	
semaine 44			0,2											1,9	50,9	
semaine 45														0,5	15,7	
semaine 46														1,1	26,5	

Tableau 4 : Concentrations maximales détectées à partir de la semaine 27 sur l'ensemble des sites surveillés

Ces résultats montrent l'existence d'un profil saisonnier de pesticides qui diffère de celui présenté dans le rapport de l'ANSES[1]. En effet, les profils décrits précédemment se matérialisent par des maxima quantitatif et qualitatif (cumul des concentrations et nombre de molécules) essentiellement au printemps. Les résultats de cette année montrent la présence de niveaux relativement importants pouvant dépasser ceux du printemps notamment pour les herbicides. Ces observations sont directement liées aux changements des pratiques agricoles (généralisation progressive des techniques culturales simplifiées (TCS) ou « culture sans labour ») mais aussi à l'abandon de certaines molécules au profit d'autres (interdictions d'utilisations de certains pesticides, mises sur le marché de nouvelles substances actives,…).

Lig'Air a débuté la surveillance des pesticides en 2001. Les premières années de mesures ont permis d'établir un profil saisonnier de présence des pesticides dans l'air notamment par des campagnes longues (figure 18). La base de données de Lig'Air qui regroupe 15 années de mesures couvre selon les années des périodes différentes (figure 18). Cette base de données a été divisée en deux périodes distinctes (avant 2008 et après 2008). 2008 étant l'année à partir de laquelle de nombreux pesticides ont été interdits d'utilisation.

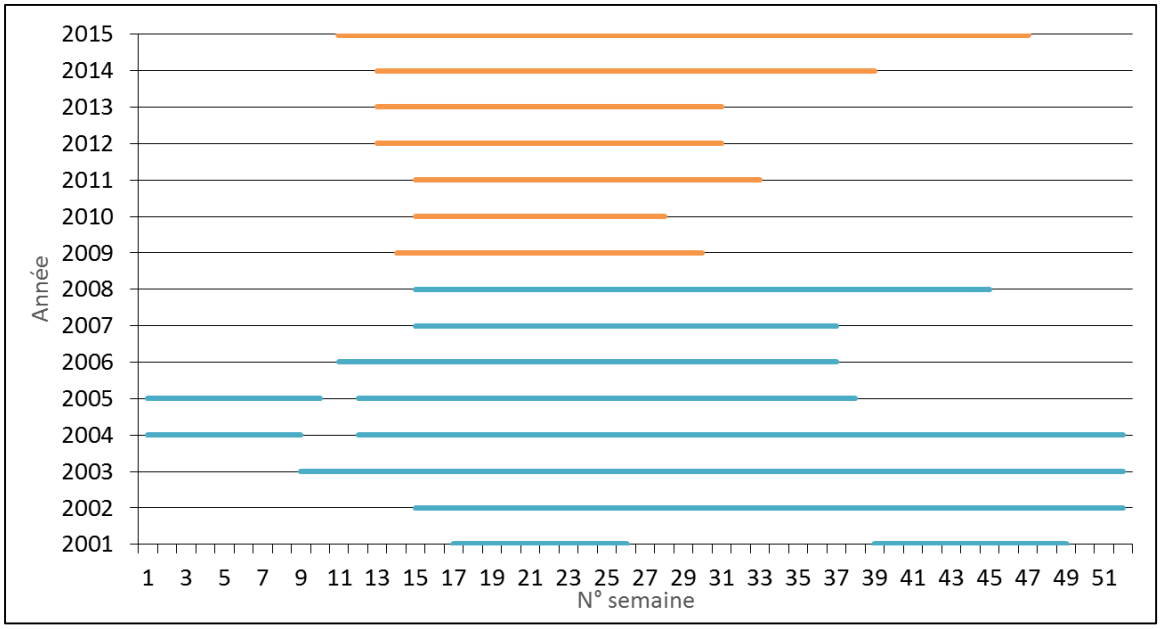

Figure 18 : Périodes de prélèvement des pesticides dans l'air de 2001 à 2015

Les profils annuels des pesticides mesurés entre 2001 et 2008 et ceux mesurés entre 2009 et 2015 (figures 19 et 20) illustrent le changement de comportement des pesticides dans l'air. .

Une première lecture entre ces deux périodes permet de voir que, de 2001 à 2008, le printemps était la période la plus chargée qualitativement comme quantitativement en produits phytosanitaires dans l'air ambiant (figures 19 et 20). Le bilan de 2009 à 2015, indique toujours une présence majoritaire des pesticides dans l'air en période printanière suivi d'un deuxième maximum localisé plus en période automnale. Ce changement de comportement des pesticides dans l'atmosphère semble indiquer une évolution des pratiques culturales dans notre région.

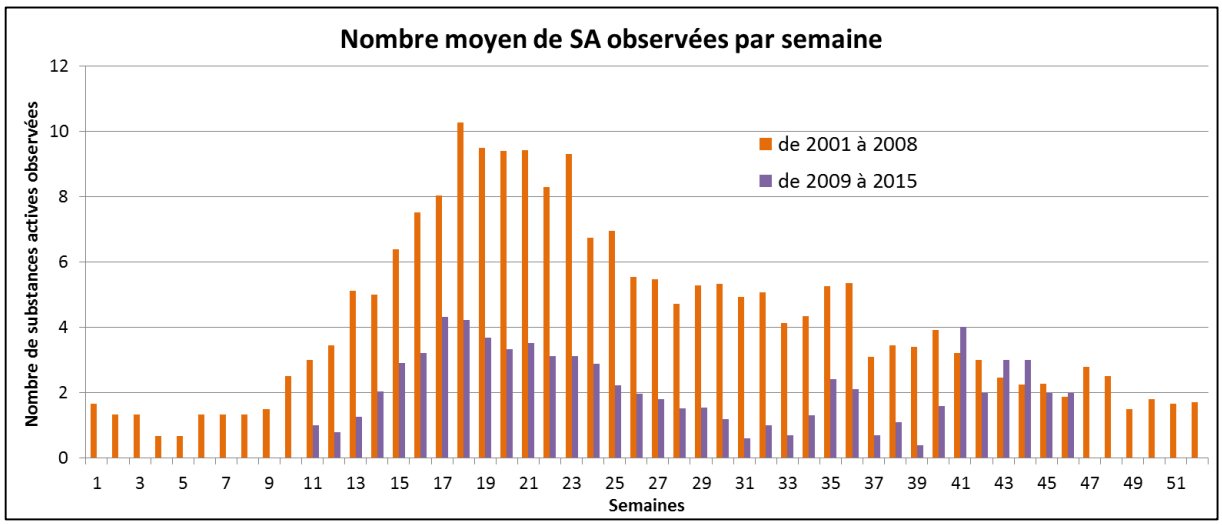

Figure 19 : Nombre moyen de pesticides observés par semaine de 2001 à 2015

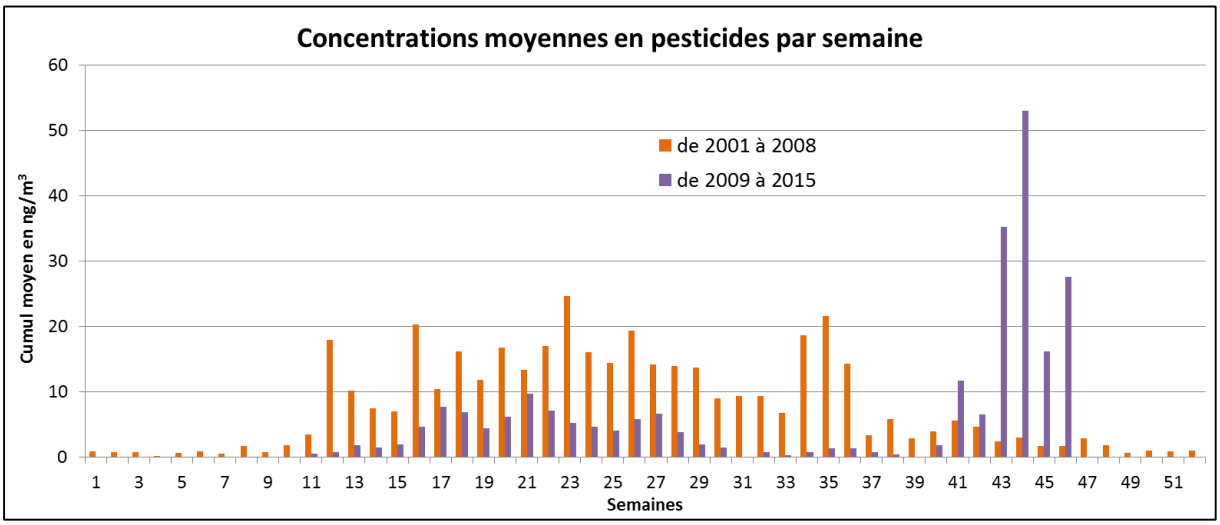

Figure 20 : Concentrations moyennes en pesticides observés par semaine de 2001 à 2015

En tenant compte de ces observations, il apparait nécessaire de conduire dans les années à venir des campagnes de mesures annuelles sur certains sites afin d'approcher ce nouveau profil pour améliorer et optimiser le suivi des pesticides dans l'atmosphère.

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

Plusieurs indicateurs ont été utilisés pour l'exploitation des résultats de 2015 afin de comparer les sites. 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/m^3.

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

La figure 21 donne la variation hebdomadaire du cumul des concentrations en pesticides lors de la campagne 2015 de surveillance.

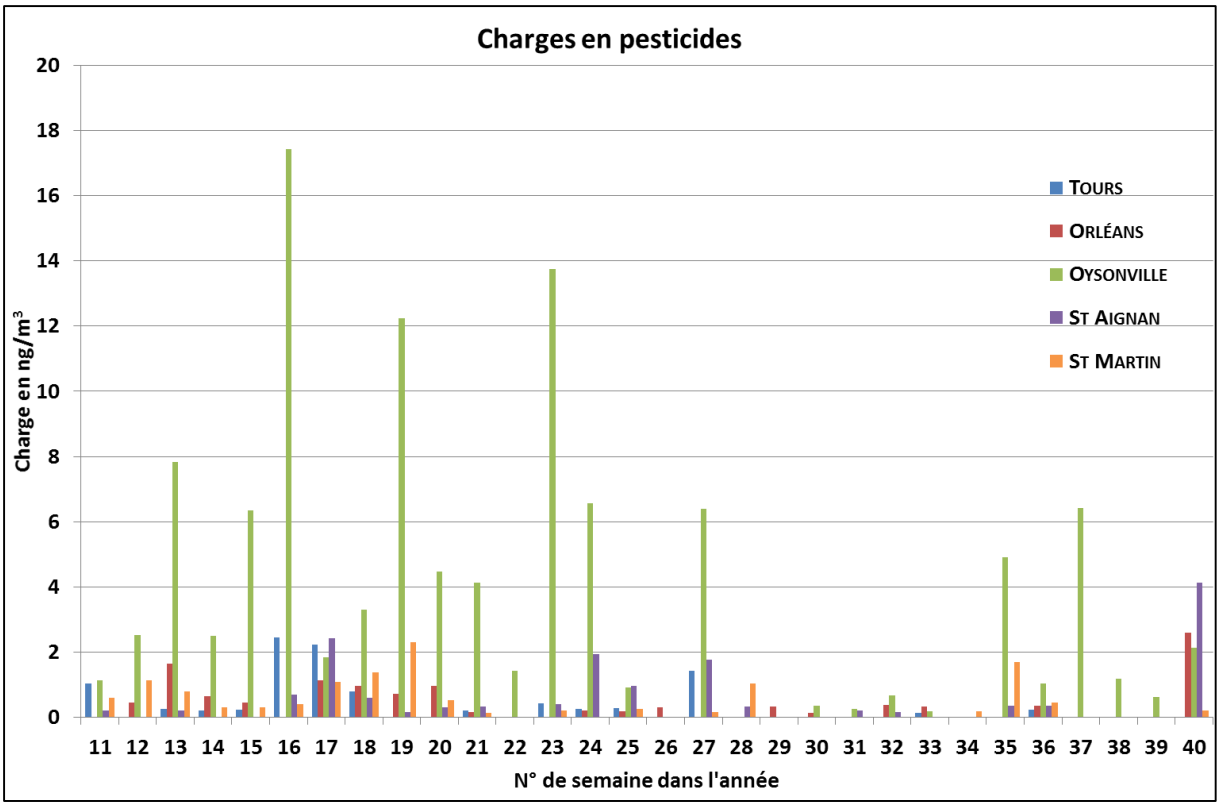

Figure 21 : Evolution des charges en pesticides sur les sites surveillés en 2015

L'année 2015 est marquée par une très grande différence de charge entre le site de Oysonville et les autres sites de mesures. Ce site, qualifié de site de proximité car localisé à moins de 100 m d'une zone traitée, est, depuis 2006, généralement le plus chargé en pesticides.

Sur la période étudiée (de la semaine 11 à 40), le printemps est la période la plus chargée en pesticides dans l'air ambiant, comme pour les années précédentes. Puis les mois de juillet et août (semaines 28 à 34) enregistrent les niveaux les plus bas avant une remontée des concentrations dès la fin du mois d'août.

Même s'ils ne sont pas observés toujours en même temps, les herbicides et les fongicides sont les deux familles de pesticides dont les concentrations sont les plus élevées dans l'air (figure 22).
Les herbicides ont principalement été observés en début de campagne (début de printemps) et à partir de septembre.

Les fongicides qui sont habituellement les produits phytosanitaires les plus nombreux dans l'atmosphère, arrivent en seconde position. De par des conditions météorologiques plus

sèches (cf. chapitre II.b-Les conditions météorologiques), leur utilisation a sans doute été moins importante au cours de cette campagne 2015, expliquant une présence dans le compartiment aérien plus faible.

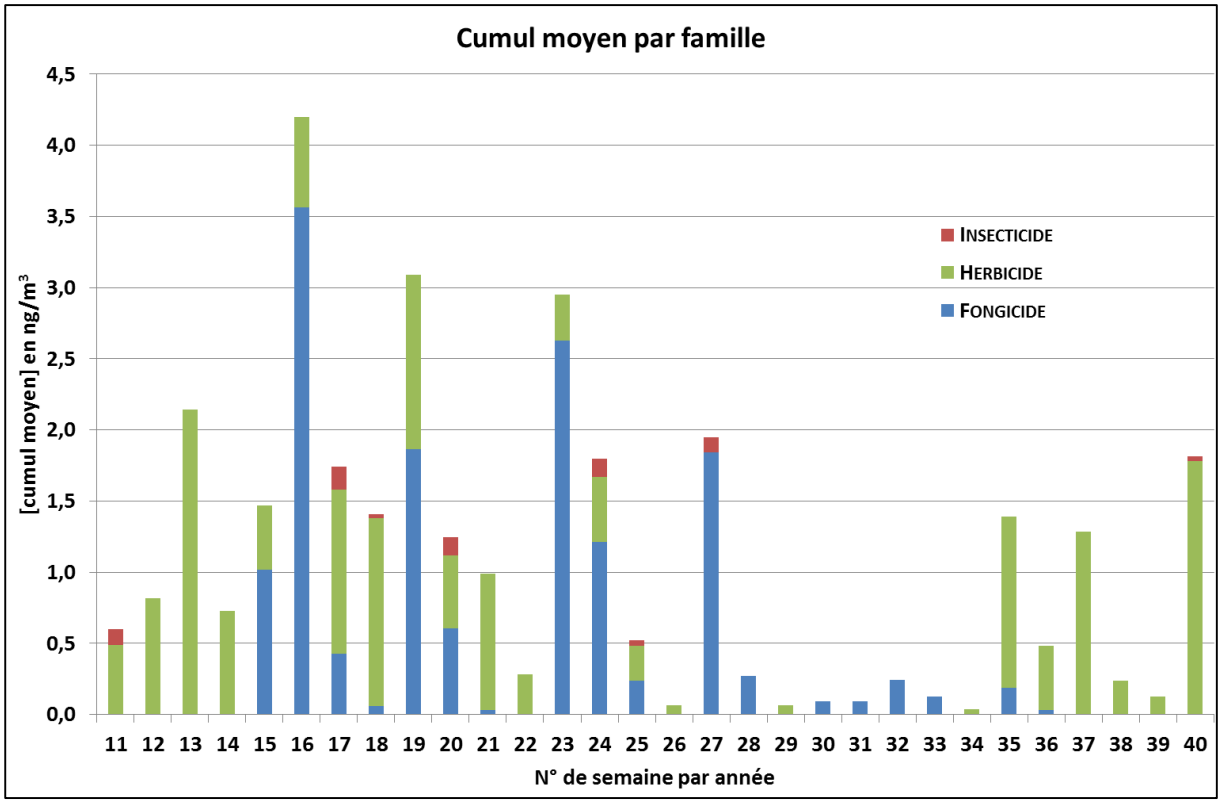

Figure 22 : Cumul moyen par famille de produit phytosanitaire sur les sites surveillés en 2015

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 23 représente l'évolution hebdomadaire en 2015 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. Comme pour la charge totale, les prélèvements contenant le plus grand nombre de molécules ont été réalisés à Oysonville, semaines 16 et 17 (mi-avril 2015).
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 jusque fin avril 2015. Puis ce nombre décroît pour se stabiliser pendant les mois les plus chauds avant de repartir à la hausse début septembre 2015.

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

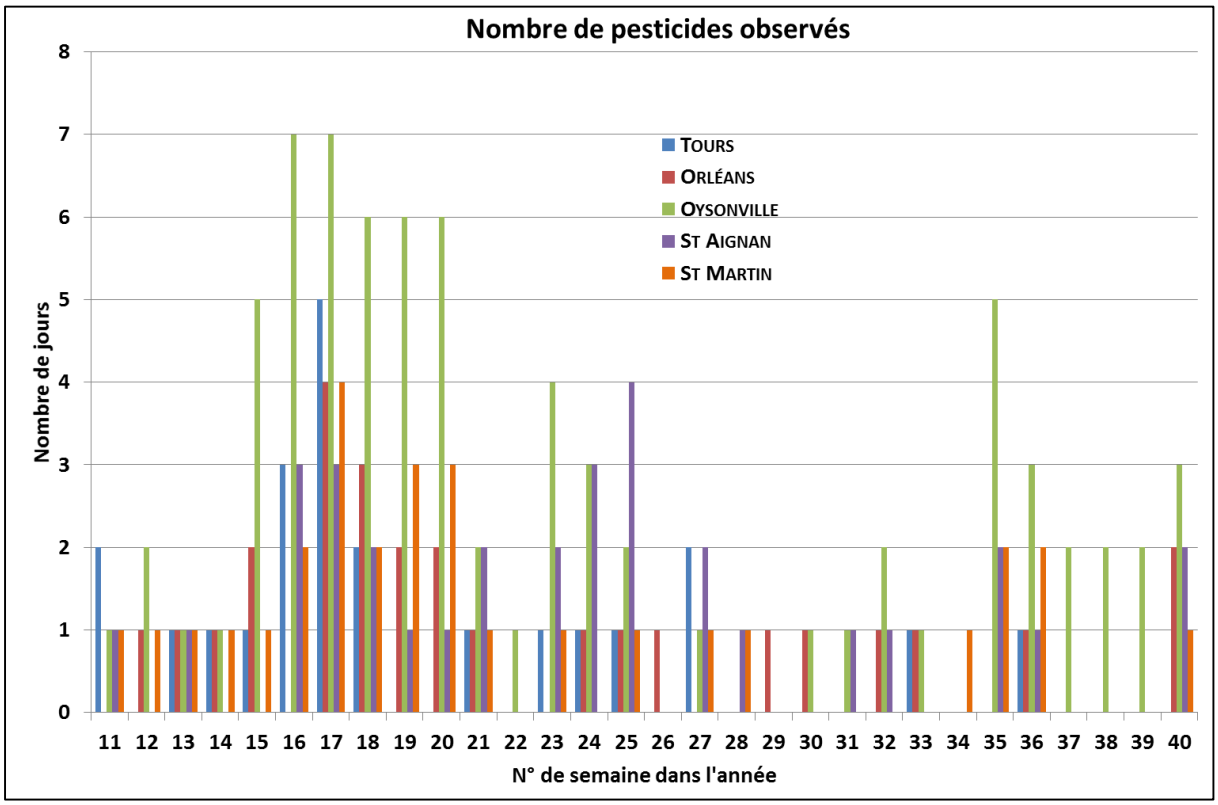

Figure 23 : Evolution hebdomadaire du nombre de molécules observées sur les cinq sites de mesures en 2015

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/m^3.

$$Indice_PHYTO = \sum_{i=1}^{n} (Ci \times Ti)$$

Où **n** = nombre de pesticides suivis par Lig'Air (n=59, Cf. tableau 2).
Ci = concentration (hebdomadaire) de chaque pesticide
Ti = 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.
En 2012, en collaboration avec l'ANSES (Agence Nationale de SEcurité 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 59 composés suivis par Lig'Air, DJA ethoprophos = 0,0004 mg/kg/jour. Le coefficient Ti, quotient entre le coefficient de toxicité de l'ethoprophos et celle du composé i, est sans unité et ≤ 1.

$$Ti = \frac{DJA(ethoprophos)}{DJAi}$$

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 24 représente l'évolution hebdomadaire en 2015 de l'indice PHYTO sur les 5 sites de mesures.
Sur l'ensemble des sites, les indices phyto calculés pour cette campagne de surveillance sont très faibles (figure 24). Le site de Oysonville présente des indices supérieurs aux autres sites, le nombre de pesticides observés et leur quantité étant plus importantes dans l'atmosphère autour de ce site.
La semaine 40 est marquée par une augmentation nette et simultanée des indices phyto sur Orléans, Oysonville, Saint-Aignan et Saint-Martin d'Auxigny. Cette augmentation semble indiquer le début d'une deuxième période d'utilisation de produits phytosanitaires (cf ***Zoom période automnale 2015***).

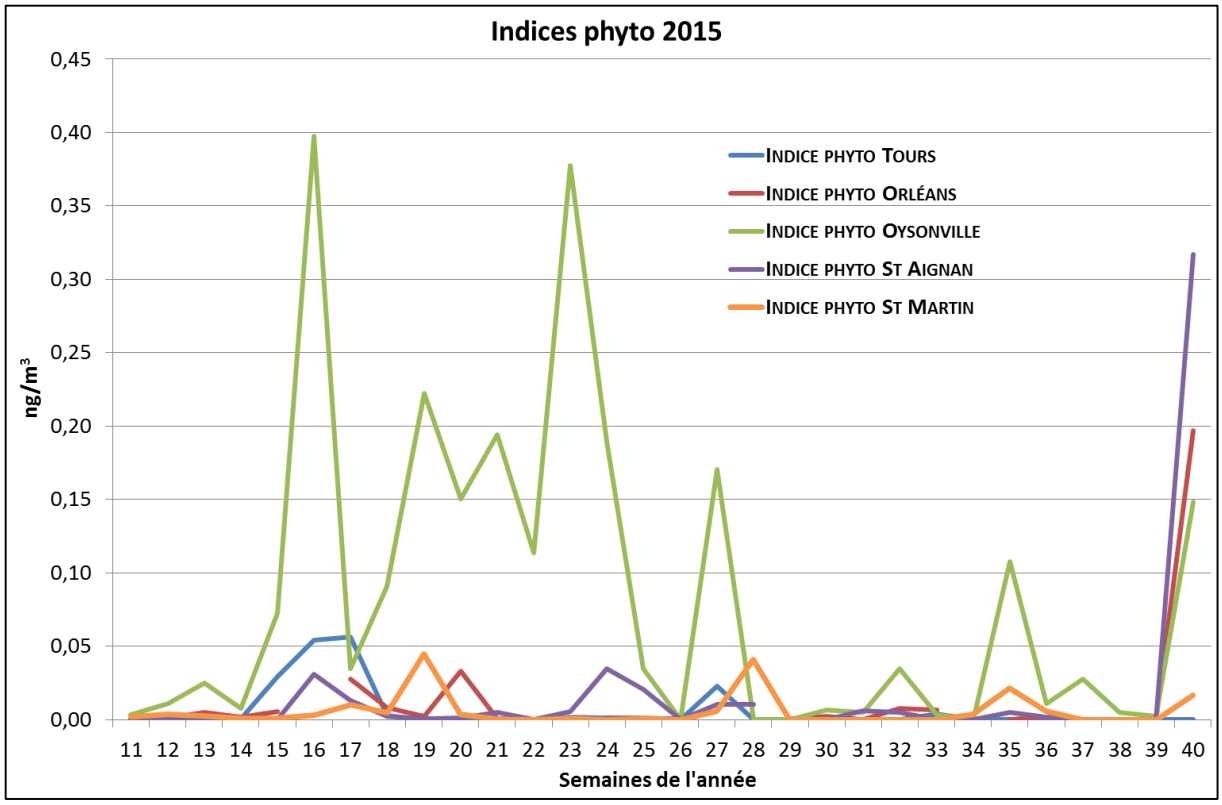

Figure 24 : Evolutions hebdomadaires de l'indice PHYTO sur les cinq sites de mesures en 2015

Le tableau 5 présente l'évolution annuelle de l'indice PHYTO sur les sites de mesures depuis 2006. L'année 2015 est caractérisée par des indices PHYTO de moyens à très faibles et sont comparables aux niveaux de 2012. Entre 2006 et 2015, l'indice PHYTO a diminué de 96%.

En ng/m³	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Moyenne
Tours	0,45	0,59	0,43	0,28	0,18	0,54	0,04	0,14	0,13	0,01	**0,28**
Orléans	0,41	0,35	0,47	0,26	0,18	0,68	0,04	0,16	0,17	0,01	**0,27**
Saint-Martin d'Auxigny	1,58	0,48	0,39	0,31	0,15	4,18	0,10	0,19	*	0,01	**0,74**
Oysonville	1,38	0,57	1,32	0,64	0,47	5,41	0,10	0,30	0,42	0,16	**1,08**
Saint-Aignan	0,74	0,21	0,39	0,30	0,13	0,55	0,06	0,16	0,14	0,01	**0,27**
Moyenne	**0,91**	**0,44**	**0,60**	**0,36**	**0,22**	**2,27**	**0,07**	**0,19**	**0,18**	**0,04**	**0,23**
Nb de molécules observées	27	24	33	19	15	12	19	18	20	17	

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

Tableau 5 : 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*

Durant la campagne de mesures, 10 pesticides sur les 59 recherchés ont été détectés au moins une fois sur le site urbain de Tours.

Le S-métolachlore a été observé avec une fréquence d'apparition de 23%. La pendiméthaline est le pesticide le plus détecté après le S-métolaclore, avec une fréquence d'apparition de 20% (tableau 6).

	Pourcentage de détection
S-Métolachlore (H)	23%
Pendiméthaline (H)	20%
Fenpropimorphe (F)	7%
Lindane (I)	7%
Chlorothalonil (F)	3%
Chlorpyrifos-méthyl (I)	3%
Cymoxanil (F)	3%
Cyprodinil (F)	3%
Folpel (F)	3%
Métazachlore (H)	3%

H : Herbicide ; F : Fongicide ; I : insecticide

Tableau 6 : Pourcentage de détection à Tours (du 9 mars au 5 octobre 2015)

Le tableau 7 représente les concentrations hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Tours.
Il a été détecté au maximum 5 pesticides différents sur une semaine (semaine 17).
Le pesticide le plus souvent mesuré sur le site de Tours est le S-métolachlore mais les concentrations les plus importantes concernent le chlorothalonil. La concentration la plus élevée sur le site de Tours pour la campagne de surveillance de 2015, revient à ce fongicide avec une valeur de 2,0 ng/m^3.

Globalement les concentrations des pesticides dépassent rarement 1 ng/m^3.
On retrouve le comportement saisonnier évoqué dans le chapitre IV-1-b pour la pendiméthaline et le s-métolachlore. En effet, ces pesticides sont détectés au printemps puis disparaissent des prélèvements respectivement dès la fin d'avril et dès la fin juin 2015.

Concentrations en ng/m³	Chlorothalonil	Chlorpyrifos-méthyl	Cymoxanil	Cyprodinil	Fenpropimorphe	Folpel	Lindane	Métazachlore*	S-Métolachlore*	Pendiméthaline*
semaine 11		0,5								0,5
semaine 12	Prélèvement invalidé									
semaine 13										0,3
semaine 14										0,2
semaine 15					0,2					
semaine 16	2,0								0,3	0,2
semaine 17				0,3	0,2		0,4		0,5	0,8
semaine 18									0,2	0,6
semaine 19										
semaine 20										
semaine 21									0,2	
semaine 22										
semaine 23									0,4	
semaine 24									0,3	
semaine 25									0,3	
semaine 26										
semaine 27						1,1	0,4			
semaine 28										
semaine 29										
semaine 30										
semaine 31										
semaine 32										
semaine 33			0,1							
semaine 34										
semaine 35										
semaine 36								0,2		
semaine 37										
semaine 38										
semaine 39										
semaine 40										
Moyenne	2,0	0,5	0,1	0,3	0,2	1,1	0,4	0,2	0,3	0,4
Maximum	2,0	0,5	0,1	0,3	0,2	1,1	0,4	0,2	0,5	0,8

** : pesticide observé sur l'ensemble des sites.*

Tableau 7 : Concentrations en pesticides à Tours (du 9 mars au 5 octobre 2015)

Les trois figures suivantes (figures 25, 26 et 27) représentent l'évolution des concentrations des pesticides mesurés à Tours par famille d'utilisation (fongicide, herbicide, insecticide).
La famille la plus variée est celle des fongicides, c'est également celle qui enregistre les concentrations les plus importantes. Notamment grâce au chlorothalonil, composé qui enregistre les concentrations les plus importantes sur Tours.
Tout en étant en zone urbaine, on constate que la présence des herbicides dans l'air est étroitement liée aux périodes d'épandage sur le territoire agricole. Les herbicides sont majoritairement observés jusqu'en semaine 26.

Sur le site urbain de Tours, deux insecticides ont été observés : le lindane qui est interdit d'utilisation depuis 1998 et le chlorpyrifos-méthyl, insecticide à large spectre utilisé en arboriculture, viticulture et par les jardiniers amateurs.

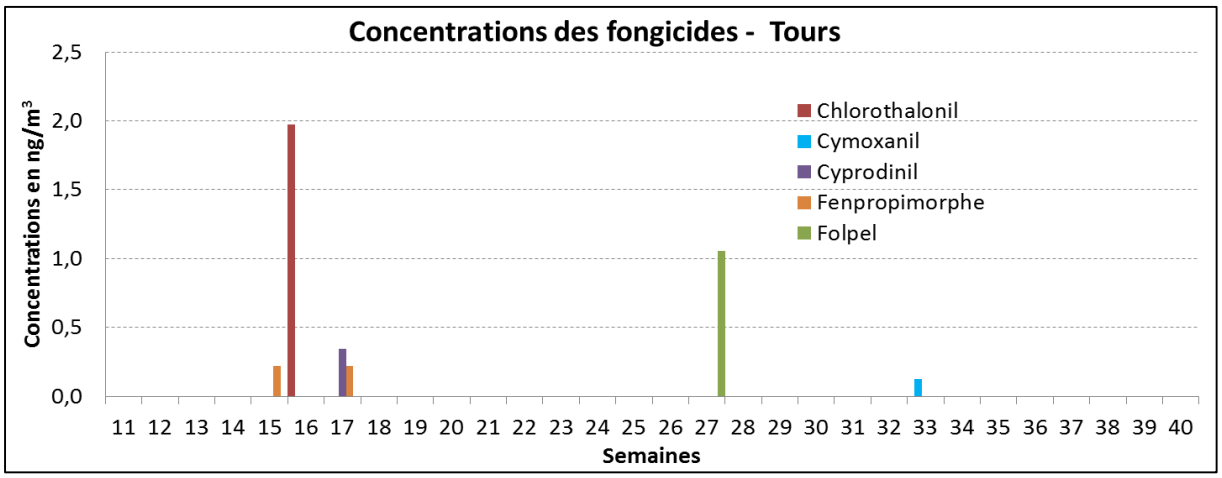

Figure 25 : Concentrations en fongicides sur Tours en 2015

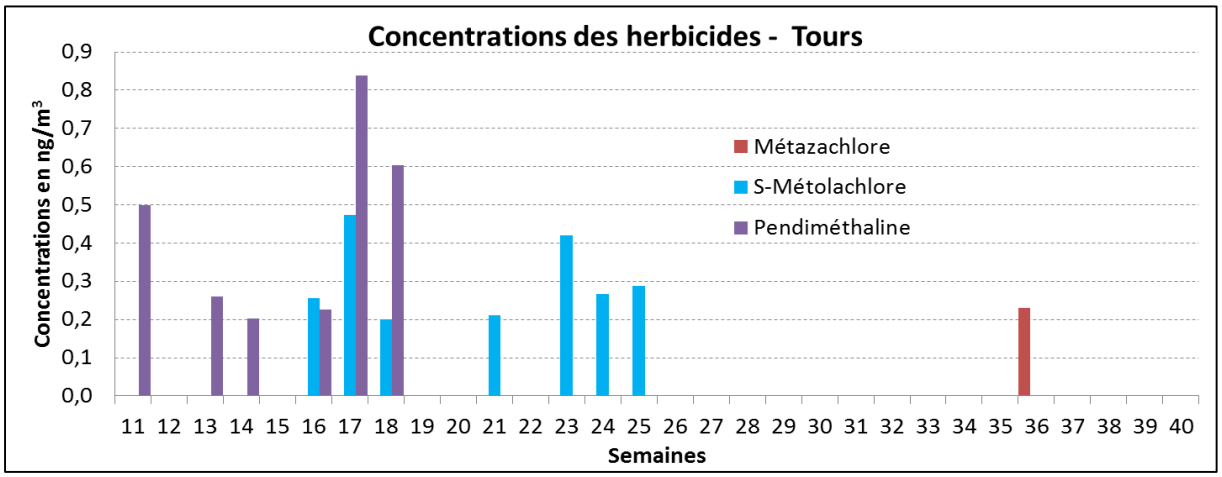

Figure 26 : Concentrations en herbicides sur Tours en 2015

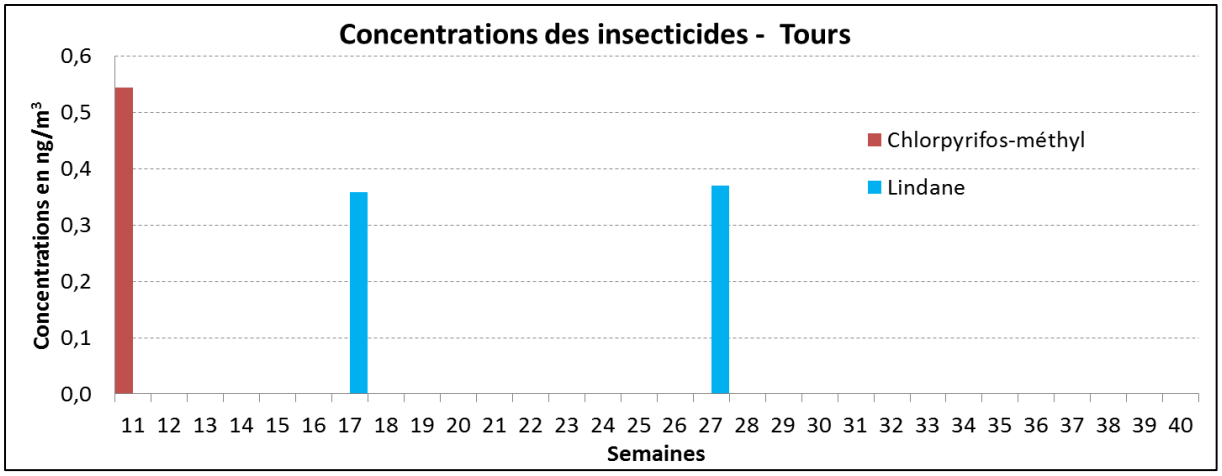

Figure 27 : Concentrations en insecticides sur Tours en 2015

b) ***Orléans Faubourg Bannier***

Suite à des problèmes électriques, plusieurs prélèvements n'ont pu être réalisés au cours de cette campagne 2015.

Le Tableau 8 présente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site d'Orléans du 9 mars au 5 octobre 2015. Durant la campagne de mesures, 9 pesticides sur 59 recherchés ont été détectés au moins à une reprise.
La pendiméthaline et le S-métolachlore sont les pesticides les plus détectés avec une fréquence d'apparition de 23%, suivi de la fenpropidine avec 17%.

	Pourcentage de détection
Pendiméthaline (H)	23%
S-Métolachlore (H)	23%
Fenpropidine (F)	17%
Chlorpyrifos-éthy (I)l	7%
Diflufénicanil (H)	7%
Lindane (I)	3%
Métamitrone (H)	3%
Métazachlore (H)	3%
Prosulfocarbe (H)	3%

H : Herbicide ; F : Fongicide ; I : insecticide

Tableau 8 : Pourcentage de détection à Orléans (du 9 mars au 5 octobre 2015)

Le tableau 9 représente les concentrations hebdomadaires des pesticides détectés sur le site d'Orléans durant la campagne de mesure.
Le plus grand nombre de pesticides (4 molécules) a été observé durant la semaine 17.
La pendiméthaline est la molécule la plus souvent observée et quantitativement, le composé le plus important pour cette campagne 2015. Elle a le même comportement saisonnier que sur le site urbain de Tours avec une disparition complète des mesures après la semaine 19.

Le diflufénicanil est à nouveau observé uniquement sur le site urbain d'Orléans. Cette spécificité de ce site perdure depuis plusieurs années. Ceci laisse supposer d'une utilisation spécifique de produits de désherbage. Aucune hypothèse n'a pu être vérifiée à l'heure actuelle.
Parmi les composés interdits à l'utilisation et recherchés, seul le lindane a été observé sur le site d'Orléans en 2015. Ce pesticide revient cette année avec une fréquence d'apparition et des concentrations très faibles comparativement à 2014.

Concentrations en ng/m³	Chlorpyrifos-éthyl	Diflufénicanil	Fenpropidine	Lindane	Métamitrone	Métazachlore *	S-Métolachlore *	Pendiméthaline *	Prosulfocarbe
semaine 11	Pas de prélèvement								
semaine 12								0,4	
semaine 13								1,6	
semaine 14								0,6	
semaine 15			0,2					0,2	
semaine 16	Pas de prélèvement								
semaine 17	0,5		0,3		0,1		0,2		
semaine 18	0,1						0,4	0,5	
semaine 19							0,4	0,4	
semaine 20				0,6			0,3		
semaine 21							0,2		
semaine 22									
semaine 23	Pas de prélèvement								
semaine 24							0,2		
semaine 25							0,2		
semaine 26		0,3							
semaine 27	Pas de prélèvement								
semaine 28	Pas de prélèvement								
semaine 29		0,3							
semaine 30			0,1						
semaine 31									
semaine 32			0,4						
semaine 33			0,3						
semaine 34	Pas de prélèvement								
semaine 35									
semaine 36						0,3			
semaine 37									
semaine 38									
semaine 39									
semaine 40								0,1	2,5
Moyenne	0,3	0,3	0,3	0,6	0,1	0,3	0,3	0,6	2,5
Maximum	0,5	0,3	0,4	0,6	0,1	0,3	0,4	1,6	2,5

** : pesticide observé sur l'ensemble des sites.*

Tableau 9 : Concentrations en pesticides à Orléans (du 9 mars au 5 octobre 2015)

Contrairement au site urbain de Tours, un seul fongicide a été quantifié sur ce site urbain : la fenpropidine (figure 28).

Sur Orléans, les herbicides sont les pesticides majoritaires dans l'air ambiant (figures 28, 29 et 30). Cette famille enregistre les concentrations hebdomadaires les plus élevées, 2,5 ng/m³ au cours de la semaine 40 dû à la présence de prosulfocarbe (tableau 9 et figure 29). Les fongicides et insecticides quantifiés sur ce site ont été moins nombreux quantitativement et qualitativement que la famille des herbicides.

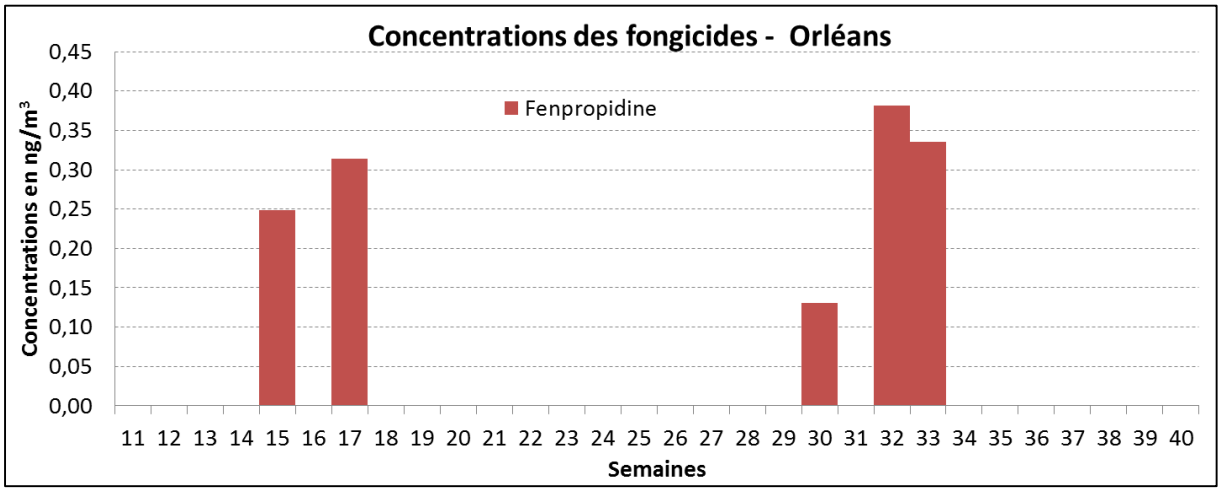

Figure 28 : Concentrations en fongicides sur Orléans en 2015

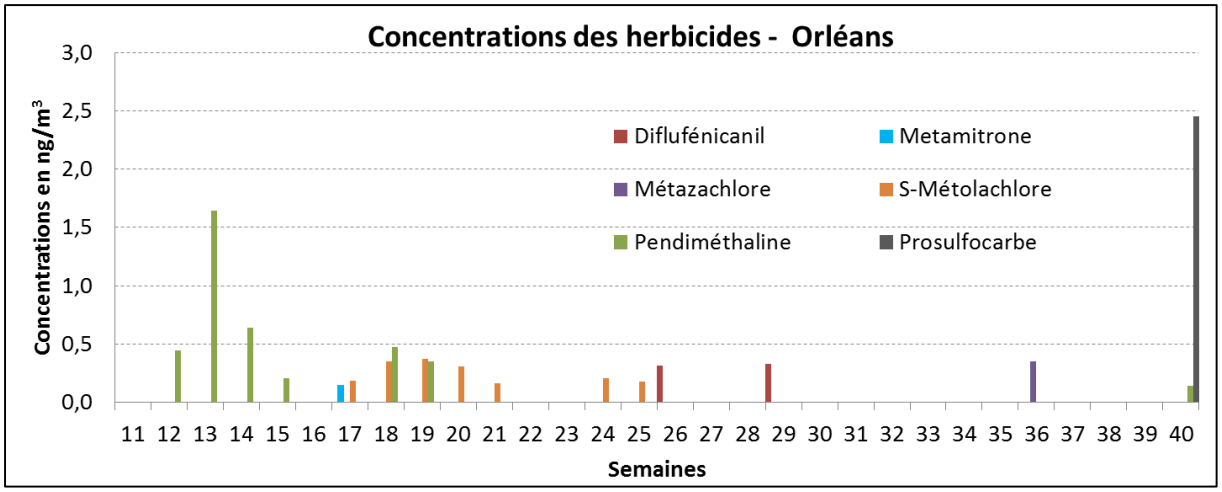

Figure 29 : Concentrations en herbicides sur Orléans en 2015

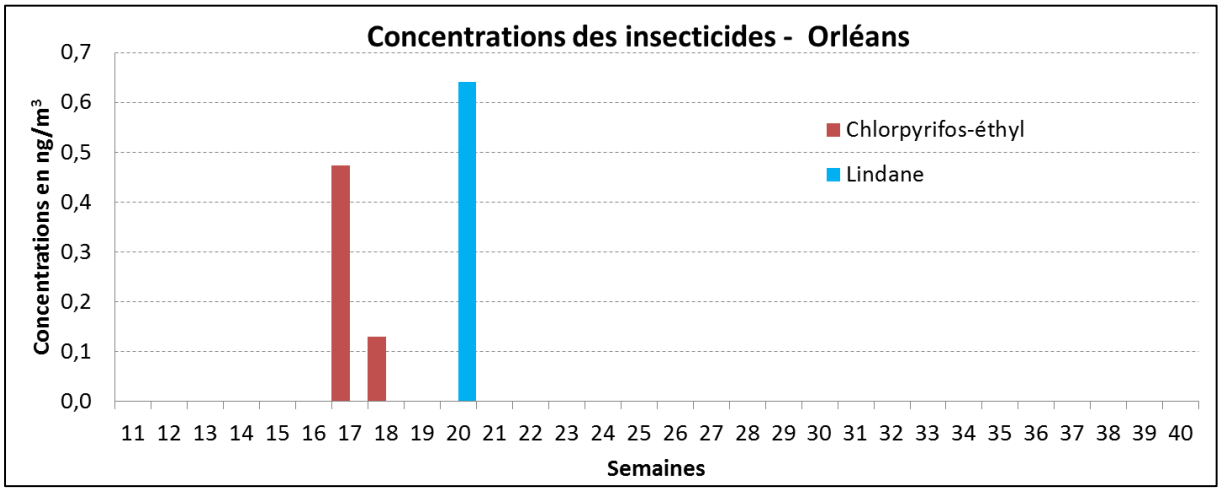

Figure 30 : Concentrations en insecticides sur Orléans en 2015

c) Oysonville

Grâce au financement de l'Agence Régionale de Santé du Centre-Val de Loire, de la DREAL et de la Région Centre-Val de Loire, la campagne de surveillance sur le site de Oysonville a pu être prolongée pour cette année 2015 jusqu'au 16 novembre. Les bilans de ce paragraphe résultent du traitement des données de l'ensemble de la campagne de ce site.

Du 9 mars au 16 novembre 2015, 18 pesticides sur 59 recherchés ont été détectés au moins une fois. C'est sur ce site rural qu'il a été observé le plus grand nombre de molécules différentes.
La pendiméthaline est le pesticide le plus observé avec une fréquence de détection de 37%. Le prosulfocarbe a été détecté pratiquement aussi souvent que la pendiméthaline et ceci notamment grâce à l'allongement de la campagne de surveillance (tableaux 10 et 11).

	Pourcentage de détection
Pendiméthaline (H)	37%
Prosulfocarbe (H)	35%
Fenpropidine (F)	26%
S-métolachlore (H)	17%
Chlorothalonil (F)	13%
Métazachlore (H)	13%
Clomazone (H)	11%
Cyprodinil (F)	11%
Métamitrone (H)	7%
Chlorpropham (H)	4%
Chlorpyrifos-éthyl (I)	4%
Chlortoluron (H)	4%
Diméthénamide (H)	4%
Fenpropimorphe (F)	4%
Spiroxamine (F)	4%
Aclonifen (H)	2%
Ethofumesate (H)	2%
Propyzamide (H)	2%

H : Herbicide ; F : Fongicide ; I : insecticide

Tableau 10 : Pourcentage de détection à Oysonville (du 9 mars au 16 novembre 2015)

C'est durant les semaines 16 et 17 que le nombre maximal de pesticides a été observé (7 molécules). Au contraire, le cumul des concentrations a été le plus élevé durant la semaine 44 à cause du prosulfocarbe (tableau 11).

Aucun composé interdit à l'utilisation n'a été observé sur le site de Oysonville.

Certaines substances actives n'ont été observées que sur le site de Oysonville : l'aclonifen, le chlorpropham, le clomazone, l'éthofumesate et le propyzamide. Hormis le clomazone, ces herbicides ont été détectés très ponctuellement de mars à mai 2015 (figure 32). Pour le clomazone, son utilisation sur les adventices du colza explique son apparition dans l'air au cours du mois de septembre 2015 sur le site de Oysonville.

Le prosulfocarbe enregistre les concentrations les plus importantes sur le site de Oysonville, avec une concentration maximale, semaine 44, à 50,9 ng/m^3 (tableau 11). Ce pesticide a été

observé sur deux périodes bien distinctes : le printemps (semaines 17 à 25), puis à l'automne (semaines 40 à 46) avec des niveaux, en moyenne, 25 fois plus importants (figure 32). C'est le cas également de la pendiméthaline qui, comme sur tous les autres sites, est quantifiée jusqu'en mai. Sur le site de Oysonville on la retrouve à nouveau dans l'atmosphère à partir d'octobre et ce, jusqu'à la fin des mesures.

D'autres molécules ne sont observées que dans la dernière partie de la campagne. Ainsi le chlortoluron, le clomazone, le diméthénamide et le métazachlore ne sont quantifiés qu'à partir de la fin août (tableau 11 et figure 32). Ils appartiennent tous les 4 à la famille des herbicides. Parmi les molécules observées à partir de la fin août, plus de 66% sont des herbicides sur Oysonville.

Jusqu'à présent les profils saisonniers qui avaient été établis montraient des concentrations en pesticides plus importantes en période printanière. Or, cette campagne 2015 démontre que des niveaux plus élevés peuvent être observés dans l'air ambiant à l'automne, notamment avec l'utilisation d'herbicides pour éliminer les adventices, à la fin de l'été sur les grandes cultures. Cette remise en question des profils saisonniers devra être confirmée au cours des prochaines années.

Concentrations en ng/m³	Aclonifen	Chlorothalonil	Chlorpropham	Chlorpyrifos-éthyl	Chlortoluron	Clomazone	Cyprodinil	Diméthénamide	Ethofumesate	Fenpropidine	Fenpropimorphe	Metamitrone	Métazachlore *	S-Métolachlore *	Pendiméthaline *	Propyzamide	Prosulfocarb	Spiroxamine
semaine 11															1,1			
semaine 12	1,2														1,3			
semaine 13															7,8			
semaine 14															2,5			
semaine 15							4,2			0,5				0,2	1,4	0,1		
semaine 16		13,4					0,9			0,5		0,4		0,7	1,2			0,3
semaine 17									0,1	0,2		0,3		0,4	0,4		0,3	0,2
semaine 18			0,4				0,1			0,2				0,6	1,1		1,0	
semaine 19							1,3			6,4		0,2		0,4	3,2		0,8	
semaine 20		1,4					0,1			1,5				0,2	0,2		1,0	
semaine 21			1,9														2,2	
semaine 22																	1,4	
semaine 23		13,0												0,2	0,2		0,4	
semaine 24		5,9												0,3			0,4	
semaine 25		0,7															0,2	
semaine 26																		
semaine 27		6,4																
semaine 28																		
semaine 29																		
semaine 30										0,3								
semaine 31										0,3								
semaine 32										0,5	0,2							
semaine 33										0,2								
semaine 34																		
semaine 35						0,4		1,1		0,5	0,5		2,4					
semaine 36								0,2		0,2			0,6					
semaine 37						2,1							4,4					
semaine 38						0,3							0,9					
semaine 39						0,4							0,2					
semaine 40				0,2									0,2				1,8	
semaine 41				0,8		0,1									0,3		10,5	
semaine 42															0,3		6,2	
semaine 43					0,1										3,7		31,3	
semaine 44					0,2										1,9		50,9	
semaine 45															0,5		15,7	
semaine 46															1,1		26,5	
Moyenne	1,2	6,8	1,1	0,5	0,2	0,7	1,3	0,7	0,1	0,9	0,3	0,3	1,4	0,4	1,7	0,1	9,4	0,3
Maximum	1,2	13,4	1,9	0,8	0,2	2,1	4,2	1,1	0,1	6,4	0,5	0,4	4,4	0,7	7,8	0,1	50,9	0,3

** : pesticide observé sur l'ensemble des sites.*

Tableau 11 : Concentrations en pesticides à Oysonville (du 9 mars au 16 novembre 2015)

La famille des herbicides est, pour cette campagne 2015, la plus présente en termes de molécules et de concentrations dans l'air (figures 31, 32 et 33). Les fongicides dont le chlorothalonil, étaient majoritairement observés de mars à juin 2015. Quant aux herbicides, ils ont été quantifiés dans l'air tout au long de la campagne en dehors des mois de juillet et août 2015.

Un seul insecticide a été observé sur Oysonville, le chlorpyriphos-éthyl, avec des concentrations inférieures à 1 ng/m^3 (figure 33).

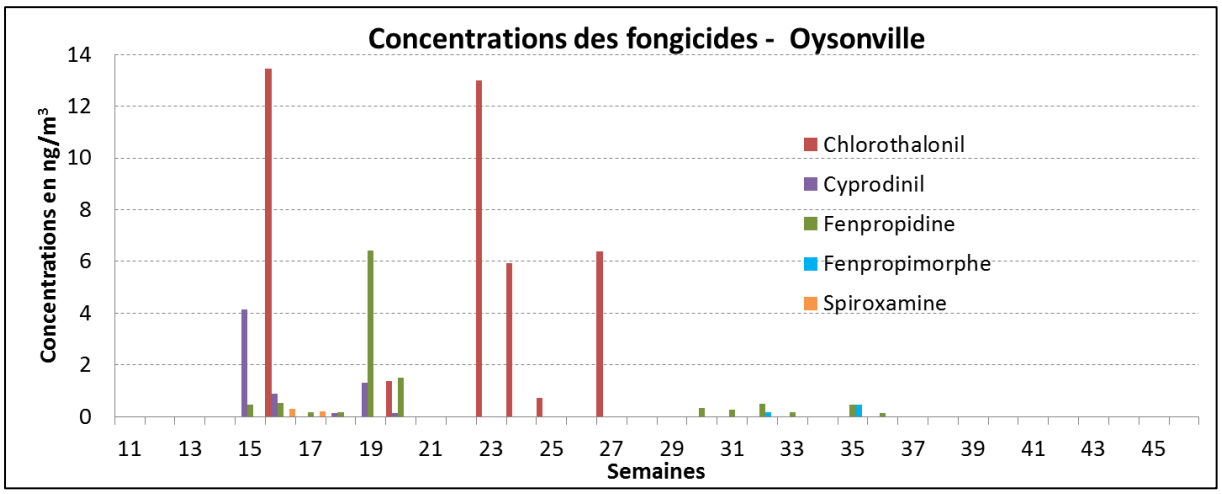

Figure 31 : Concentrations en fongicides sur Oysonville en 2015

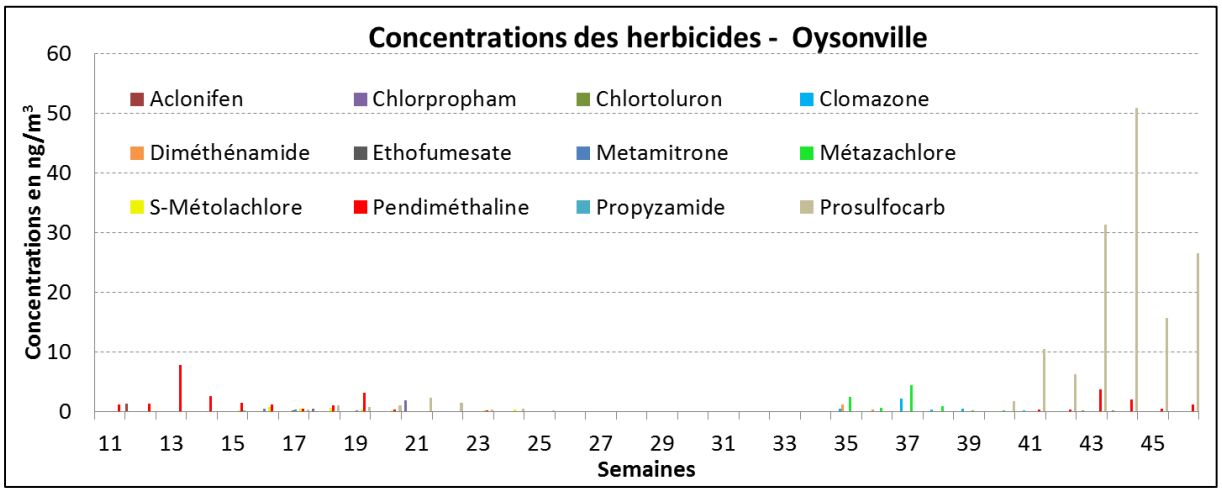

Figure 32 : Concentrations en herbicides sur Oysonville en 2015

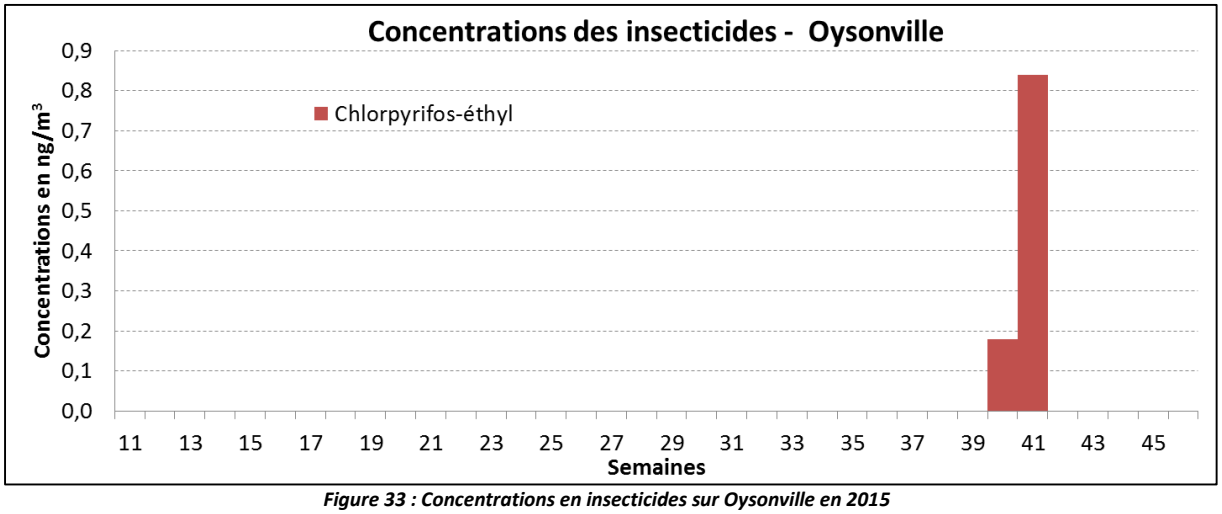

Figure 33 : Concentrations en insecticides sur Oysonville en 2015

d) *Saint-Martin d'Auxigny*

Durant la campagne de mesures, sur le site rural de Saint-Martin d'Auxigny, 12 pesticides sur 59 recherchés ont été détectés au moins une fois. La pendiméthaline est le pesticide le plus détecté (33% de détection) (tableau 12).

	Pourcentage de détection
Pendiméthaline (H)	33%
S-métolachlore (H)	23%
Diméthénamide (H)	10%
Métazachlore (H)	7%
Chlorothalonil (F)	3%
Cyprodinil (F)	3%
Fenpropidine (F)	3%
Fluazinam (F)	3%
Métamitrone (H)	3%
Prosulfocarbe (H)	3%
Spiroxamine (F)	3%
Thiaclopride (I)	3%

H : Herbicide ; F : Fongicide ; I : insecticide

Tableau 12 : Pourcentage de détection à Saint Martin d'Auxigny (du 9 mars au 5 octobre 2015)

Le tableau 13 représente les concentrations hebdomadaires des pesticides détectés durant la campagne de mesure.
La semaine 17 correspond à la semaine où il a été détecté le plus grand nombre de pesticides (4 molécules).

La concentration la plus importante a été mesurée semaine 19 pour le chlorothalonil avec 1,6 ng/m^3.

Aucun composé interdit à l'utilisation n'a été observé sur le site de Saint-Martin-d'Auxigny.

Le fluazinam (fongicide) et le thiaclopride (insecticide) n'ont été observés que sur le site de Saint-Martin d'Auxigny uniquement au début de juillet 2015.

Concentrations en ng/m³	Chlorothalonil	Cyprodinil	Diméthénamide	Fenpropidine	Fluazinam	Metamitrone	Métazachlore *	S-Métolachlore *	Pendiméthaline *	Prosulfocarbe	Spiroxamine	Thiacloprid	Pirimicarbe	Prosulfocarbe
semaine 11									0,6					
semaine 12									1,1					
semaine 13									0,8					
semaine 14									0,3					
semaine 15									0,3					
semaine 16		0,2							0,2					0,2
semaine 17				0,2				0,5	0,2		0,2			
semaine 18								0,4	1,0					
semaine 19	1,6							0,4	0,3				1,6	
semaine 20						0,2		0,2	0,2					
semaine 21								0,1						
semaine 22														
semaine 23								0,2						
semaine 24														
semaine 25								0,3						
semaine 26														
semaine 27												0,2		
semaine 28					1,0									
semaine 29														
semaine 30														
semaine 31														
semaine 32														
semaine 33														
semaine 34			0,2											
semaine 35			0,9				0,8							
semaine 36			0,2				0,2							
semaine 37														
semaine 38														
semaine 39														
semaine 40										0,2				
Moyenne	1,6	0,2	0,4	0,2	1,0	0,2	0,5	0,3	0,5	0,2	0,2	0,2	1,6	0,2
Maximum	1,6	0,2	0,9	0,2	1,0	0,2	0,8	0,5	1,1	0,2	0,2	0,2	1,6	0,2

** : pesticide observé sur l'ensemble des sites.*

Tableau 13 : Concentrations en pesticides à Saint-Martin d'Auxigny (du 9 mars au 5 octobre 2015)

Les herbicides ont été prédominants dans l'air au cours de cette campagne 2015 sur le site de Saint-Martin d'Auxigny (figures 34, 35 et 36).
La concentration la plus importante concerne le chlorothalonil avec 1,6 ng/m³ au cours de la semaine 19, fongicide très couramment observé depuis 2006 (figure 34).

On retrouve le même profil saisonnier pour la pendiméthaline et le S-métolachlore qui disparaissent pour le premier fin mai 2015 et le second, fin juin 2015. De même la diméthénamide et le métazachlore ne sont observés qu'à partir de fin août 2015 (figure 35).

Un seul insecticide a été observé : le thiaclopride. Il est préconisé dans le traitement des arbres fruitiers. Il a été observé une seule fois, début juillet (figure 36).

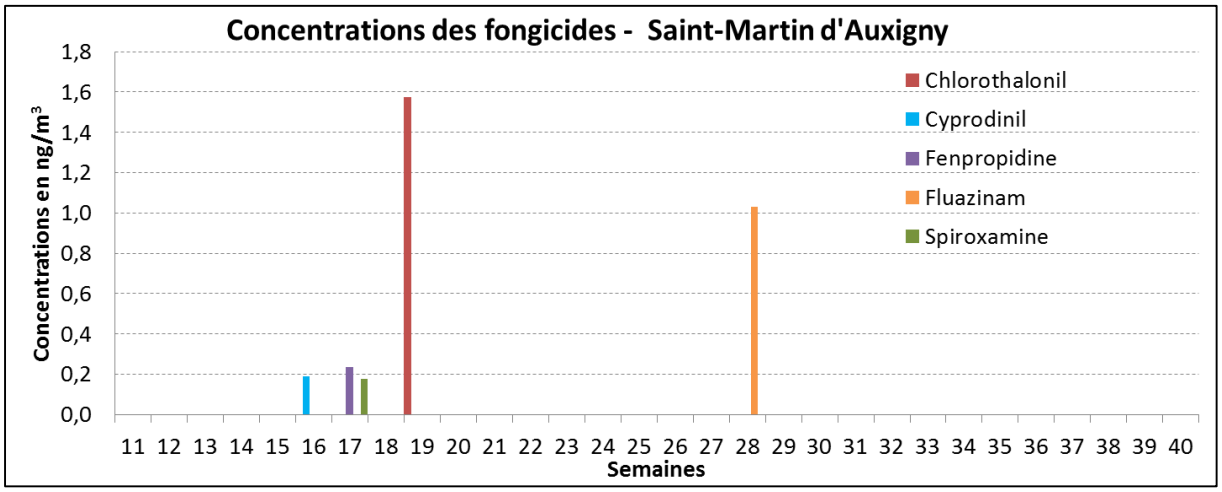

Figure 34 : Concentrations en fongicides sur Saint-Martin d'Auxigny en 2015

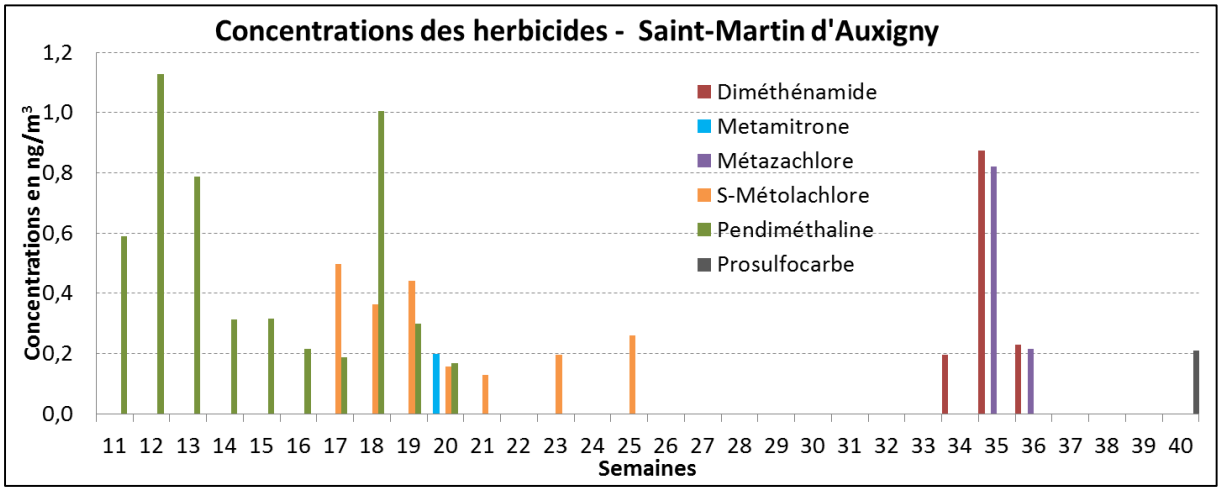

Figure 35 : Concentrations en herbicides sur Saint-Martin d'Auxigny en 2015

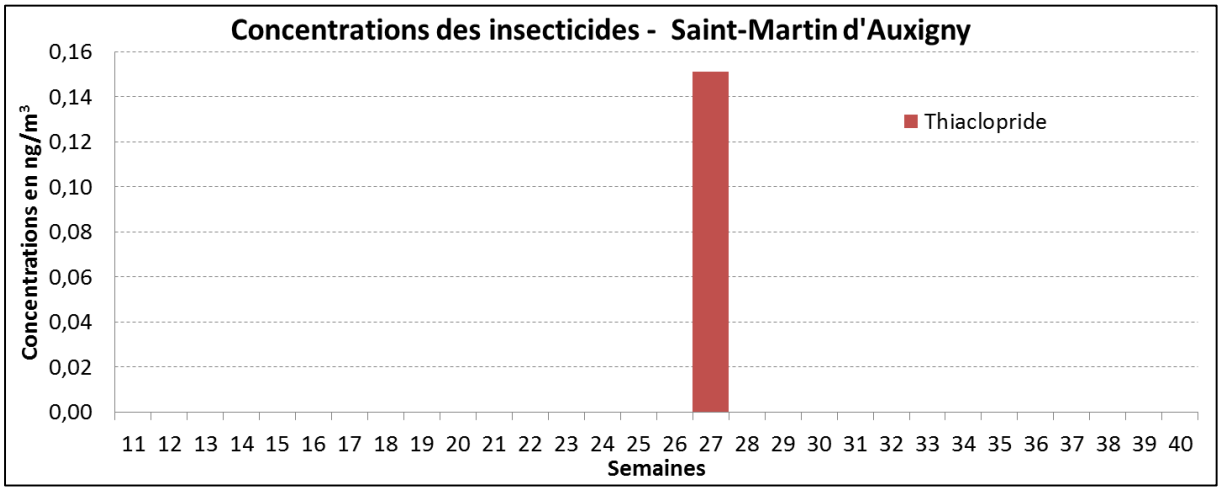

Figure 36 : Concentrations en insecticides sur Saint-Martin d'Auxigny en 2015

e) Saint-Aignan

Du 9 mars au 5 octobre 2015, sur le site rural de Saint-Aignan, 12 pesticides sur 59 recherchés ont été détectés au moins une fois. Le S-métolachlore est le pesticide le plus détecté avec 30% de détection, suivi du cymoxanil avec 27% (tableau 14).

	Pourcentage de détection
S-Métolachlore (H)	30%
Cymoxanil (F)	27%
Pendiméthaline (H)	17%
Cyprodinil (F)	7%
Métazachlore (H)	7%
Chlorpyrifos-méthyl (I)	3%
Diméthénamide (H)	3%
Fenpropimorphe (F)	3%
Folpel (F)	3%
Lindane (I)	3%
Prosulfocarbe (H)	3%
Spiroxamine (F)	3%

H : Herbicide ; F : Fongicide ; I : insecticide

Tableau 14 : Pourcentage de détection à Saint-Aignan (du 9 mars au 5 octobre 2015)

D'un point de vue quantitatif, la charge totale en pesticides était plus importante au cours de la semaine 40, notamment à cause des concentrations importantes en prosulfocarbe. Cet herbicide enregistre la concentration maximale observée sur le site de Saint-Aignan : 4 ng/m^3 (tableau 15). L'apparition de ce composé, avec une forte concentration, démontre à nouveau la présence de composés différents dans l'air à l'automne avec des niveaux parfois plus importants que ceux mesurés au printemps. Cette nouvelle observation justifie le besoin d'une campagne complémentaire pour redéfinir le profil saisonnier des concentrations en pesticides dans l'air.

Parmi les composés interdits à l'utilisation et recherchés, seul le lindane a été observé sur le site de Saint-Aignan en 2015. Ce pesticide revient cette année avec une fréquence d'apparition et des concentrations très faibles (tableau 15).

Le site de Saint-Aignan se différencie des autres sites par la présence, dans l'air, de la cymoxanil (tableau 15 et figure 37). En effet, cette substance active a été observée régulièrement de la mi-mai à début août 2015. Ce fongicide est utilisé contre le mildiou. Or les vignes, qui constituent une des principales cultures aux alentours du point de mesure, sont régulièrement attaquées par cette maladie.

Concentrations en ng/m³	Chlorpyrifos-méthyl	Cymoxanil	Cyprodinil	Diméthénamide	Fenpropimorphe	Folpel	Lindane	Métazachlore *	S-Métolachlore *	Pendiméthaline *	Prosulfocarbe	Spiroxamine
semaine 11										0,2		
semaine 12												
semaine 13										0,2		
semaine 14												
semaine 15												
semaine 16					0,2				0,2			0,3
semaine 17			0,5						1,0	0,9		
semaine 18									0,2	0,4		
semaine 19									0,2			
semaine 20									0,3			
semaine 21		0,1							0,2			
semaine 22												
semaine 23		0,2							0,3			
semaine 24	0,6	0,2							1,2			
semaine 25		0,2	0,3				0,2		0,3			
semaine 26												
semaine 27		0,1				1,6						
semaine 28		0,3										
semaine 29												
semaine 30												
semaine 31		0,2										
semaine 32		0,2										
semaine 33												
semaine 34												
semaine 35				0,2				0,2				
semaine 36								0,4				
semaine 37												
semaine 38												
semaine 39												
semaine 40										0,2	4,0	
Moyenne	0,6	0,2	0,4	0,2	0,2	1,6	0,2	0,3	0,4	0,4	4,0	0,3
Maximum	0,6	0,3	0,5	0,2	0,2	1,6	0,2	0,4	1,2	0,9	4,0	0,3

** : pesticide observé sur l'ensemble des sites.*

Tableau 15 : Concentrations en pesticides à Saint-Aignan (du 9 mars au 5 octobre 2015)

A l'inverse de l'année dernière, les concentrations d'herbicides ont été plus importantes que celles des fongicides et des insecticides. La variété des molécules observées est comparable entre les fongicides (5 substances actives mesurées) et les herbicides (5 substances actives mesurées) (figures 37 et 38).

Seuls deux insecticides sont observés sur le site de Saint-Aignan : le lindane et le chlorpyrifos-méthyl. Ce dernier est notamment utilisé dans les vignes.

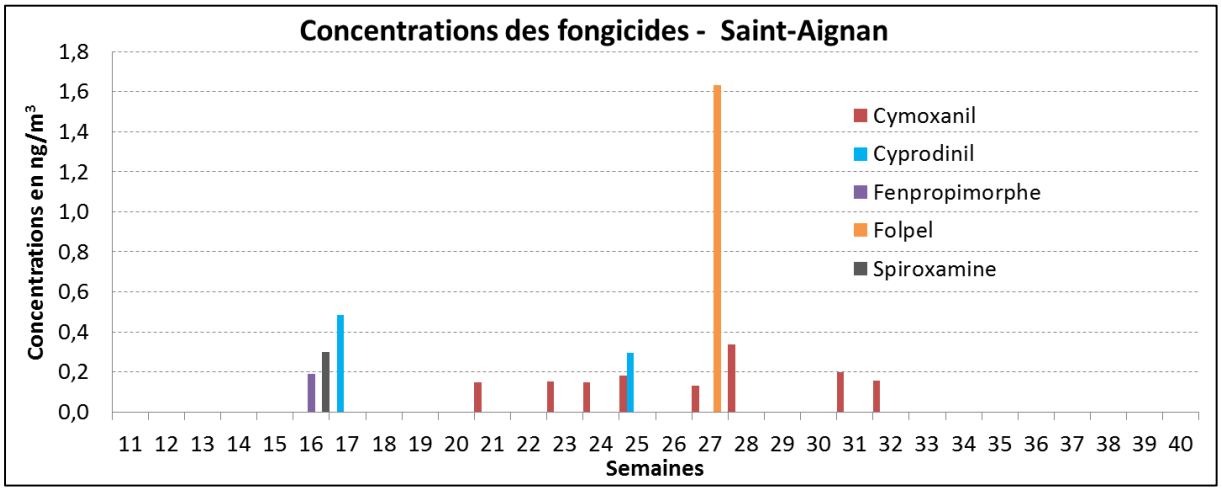

Figure 37 : Concentrations en fongicides sur Saint-Aignan en 2015

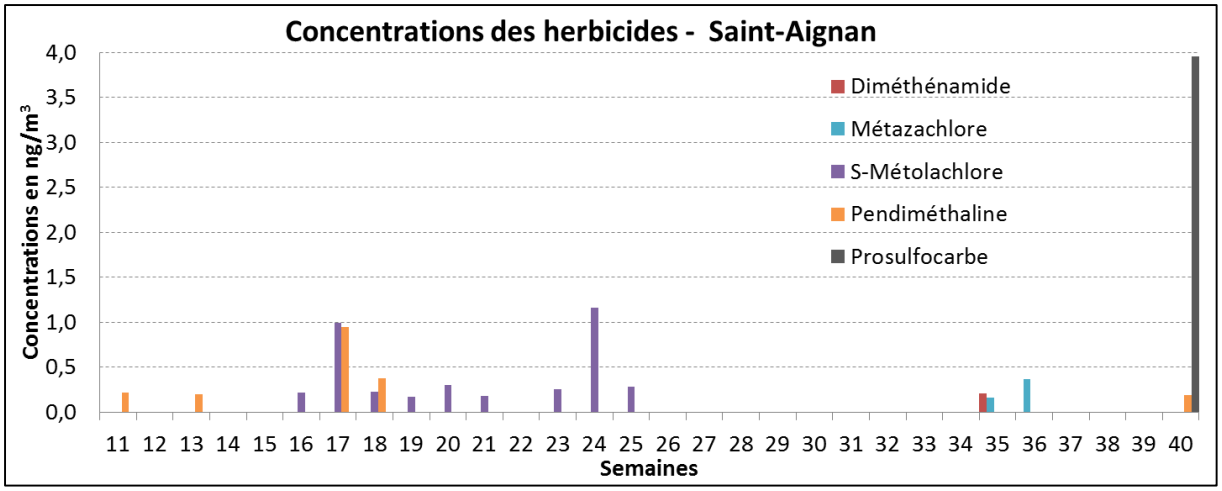

Figure 38 : Concentrations en herbicides sur Saint-Aignan en 2015

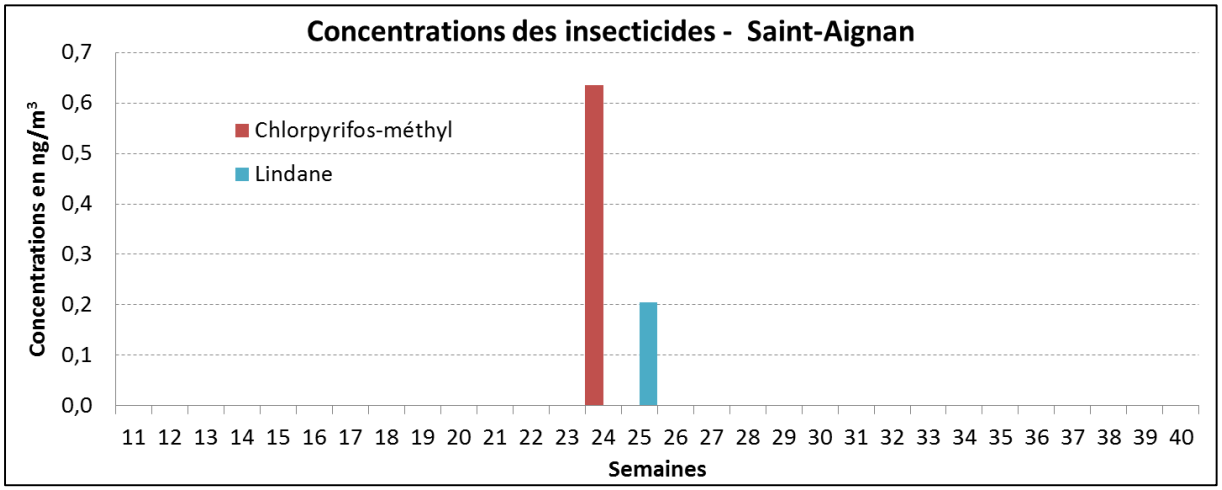

Figure 39 : Concentrations en insecticides sur Saint-Aignan en 2015

Conclusion

Au cours de la campagne de 2015, 59 pesticides ont été suivis durant 30 semaines (9 mars à 5 octobre 2015) pour les sites d'Orléans, de Tours, de Saint-Matin-d'Auxigny et de Saint-Aignan. Sur le site de Oysonville, la campagne de surveillance s'est prolongée jusqu'au 16 novembre 2015. Au total, 25 pesticides (8 fongicides, 13 herbicides et 4 insecticides) ont été détectés au moins à une reprise sur l'un des sites de mesures.
A période comparable, le nombre de molécules est relativement stable depuis 2012. Toutefois, contrairement aux années précédentes, les herbicides ont été globalement plus nombreux que les fongicides. La pluviométrie plus faible que la normale sur les mois de mars, juin et juillet 2015, a sans doute permis de limiter les traitements fongiques sur les cultures.
Quantitativement, pour une période comparable, les concentrations en pesticides dans l'air sont en baisse vis-à-vis de 2014 et parmi les niveaux les plus faibles depuis 2006.

En termes de molécules détectées, 3 substances actives sont communes aux 5 sites de mesures durant l'année 2015 : le métazachlore, le S-métolachlore et la pendiméthaline. Ces deux derniers pesticides sont systématiquement observés sur l'ensemble des sites de mesures et ce depuis le début de la surveillance en région Centre-Val de Loire.

Sur les 8 molécules proscrites à l'utilisation, seul le lindane a été observé. Cet insecticide interdit depuis 1998, est régulièrement retrouvé dans l'atmosphère. Les niveaux de lindane observés cette année sont inférieurs à ceux de 2014 mais du même ordre de grandeur que ceux de 2011 à 2013.

Pour faire suite à la campagne 2014, Lig'Air a de nouveau étendu sa campagne de surveillance pour couvrir une partie de l'automne 2015. Cette série plus longue de mesures, aura permis de mettre en évidence un nouveau comportement des pesticides dans l'atmosphère caractérisé par un maximum printanier et un second automnale. La période estivale, quant à elle, est marquée par un minimum. Certaines substances actives observées à partir de la fin de l'été sont différentes de celles mesurées au printemps. Ceci a pour conséquence directe une augmentation du nombre de molécules observées dans l'air. Pour cette campagne, la période la plus chargée en pesticides dans l'atmosphère fut l'automne. Cette observation suggère une évolution du comportement annuel des pesticides dans l'atmosphère.

Pour l'année 2016, la période de surveillance va de nouveau évoluer afin d'approcher les variations saisonnières des pesticides dans l'air. Cette évolution concernera dans un premier temps le site rural de Oysonville ainsi que le site urbain d'Orléans où les mesures seront réalisées dans la mesure du possible sur une année complète. Afin d'éviter les problèmes techniques rencontrés ces deux dernières années, ce dernier site sera déménagé vers un autre site localisé dans l'agglomération orléanaise.

Comme pour chaque année, la liste des molécules recherchées sera optimisée en éliminant les molécules non retrouvées ces dernières années.

Table des tableaux

Tableau 1 : Sites de mesure des pesticides pour l'année 2015 5
Tableau 2 : Liste des pesticides suivis en 2015 8
Tableau 3 : Nombre de détections et cumul des concentrations des pesticides suivant les sites de mesure (année 2015) 9
Tableau 4 : Concentrations maximales détectées à partir de la semaine 27 sur l'ensemble des sites surveillés .. 17
Tableau 5 : Evolutions annuelles de l'indice PHYTO par site et par an (période identique : semaines 15 à 26) 23
Tableau 6 : Pourcentage de détection à Tours (du 9 mars au 5 octobre 2015) 24
Tableau 7 : Concentrations en pesticides à Tours (du 9 mars au 5 octobre 2015) 25
Tableau 8 : Pourcentage de détection à Orléans (du 9 mars au 5 octobre 2015) 27
Tableau 9 : Concentrations en pesticides à Orléans (du 9 mars au 5 octobre 2015) 28
Tableau 10 : Pourcentage de détection à Oysonville (du 9 mars au 16 novembre 2015) 30
Tableau 11 : Concentrations en pesticides à Oysonville (du 9 mars au 16 novembre 2015) 32
Tableau 12 : Pourcentage de détection à Saint Martin d'Auxigny (du 9 mars au 5 octobre 2015) 34
Tableau 13 : Concentrations en pesticides à Saint-Martin d'Auxigny (du 9 mars au 5 octobre 2015) 35
Tableau 14 : Pourcentage de détection à Saint-Aignan (du 9 mars au 5 octobre 2015) 37
Tableau 15 : Concentrations en pesticides à Saint-Aignan (du 9 mars au 5 octobre 2015) 38

Table des figures

Figure 1 : Principe de mesure des pesticides 5
Figure 2 : Sites de mesures de pesticides sur la région Centre-Val de Loire en 2015 (Source :RPG) 6
Figure 3 : Cumuls mensuels des précipitations de mars à octobre 2015 en région Centre-Val de Loire (Source : Météo France) 6
Figure 4 : Schéma du devenir des pesticides épandus (source : Lig'Air/Le Toit à Vaches) 7
Figure 5 : Fréquence de détection du chlorothalonil 10
Figure 6 : Fréquence de détection de la pendiméthaline 11
Figure 7 : Concentrations en pendiméthaline sur les différents sites du 09/03/15 au 16/11/15 11
Figure 8 : Fréquence de détection du S-métolachlore 12
Figure 9 : Concentrations en S-métolachlore sur les différents sites du 09/03/15 au 16/11/15 12
Figure 10 : Fréquence de détection du métazachlore 13
Figure 11 : Concentrations en métazachlore sur les différents sites du 09/03/15 au 16/11/15 13
Figure 12 : Concentrations en prosulfocarbe sur les différents sites du 09/03/15 au 16/11/15 14
Figure 13 : Fréquence de détection de la cyprodinil 14
Figure 14 : Concentrations en cyprodinil de la semaine 11 à 40 en 2015 sur les 5 sites de surveillance en région Centre-Val de Loire 15
Figure 15 : Moyenne des charges totales en pesticides sur l'ensemble des sites des semaines 15 à 26 de 2006 à 2015 15
Figure 16 : Base 100 (année de référence 2006) sur la charge moyenne de 2006 à 2015 sur la région Centre-Val de Loire 16
Figure 17 : Nombre de composés observés sur l'ensemble des sites des semaines 15 à 26 de 2006 à 2015 16
Figure 18 : Périodes de prélèvement des pesticides dans l'air de 2001 à 2015 18
Figure 19 : Nombre moyen de pesticides observés par semaine de 2001 à 2015 19
Figure 20 : Concentrations moyennes en pesticides observés par semaine de 2001 à 2015 19
Figure 21 : Evolution des charges en pesticides sur les sites surveillés en 2015 20
Figure 22 : Cumul moyen par famille de produit phytosanitaire sur les sites surveillés en 2015 21
Figure 23 : Evolution hebdomadaire du nombre de molécules observées sur les cinq sites de mesures en 2015 22
Figure 24 : Evolutions hebdomadaires de l'indice PHYTO sur les cinq sites de mesures en 2015 23
Figure 25 : Concentrations en fongicides sur Tours en 2015 26
Figure 26 : Concentrations en herbicides sur Tours en 2015 26
Figure 27 : Concentrations en insecticides sur Tours en 2015 26
Figure 28 : Concentrations en fongicides sur Orléans en 2015 29
Figure 29 : Concentrations en herbicides sur Orléans en 2015 29
Figure 30 : Concentrations en insecticides sur Orléans en 2015 29
Figure 31 : Concentrations en fongicides sur Oysonville en 2015 33
Figure 32 : Concentrations en herbicides sur Oysonville en 2015 33
Figure 33 : Concentrations en insecticides sur Oysonville en 2015 33
Figure 34 : Concentrations en fongicides sur Saint-Martin d'Auxigny en 2015 36

Figure 35 : Concentrations en herbicides sur Saint-Martin d'Auxigny en 2015 36
Figure 36 : Concentrations en insecticides sur Saint-Martin d'Auxigny en 2015 36
Figure 37 : Concentrations en fongicides sur Saint-Aignan en 2015 39
Figure 38 : Concentrations en herbicides sur Saint-Aignan en 2015 39
Figure 39 : Concentrations en insecticides sur Saint-Aignan en 2015 39