

Contamination de l'air par les produits phytosanitaires

région Centre-Val de Loire

Année 2016

Version finale

Mai 2017

Lig'Air

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

Sommaire

Sommaire	1
Avertissement	2
Introduction et particularité de la campagne 2016	3
I - Méthode de mesure utilisée	5
II – Période et sites de mesures	5
II-1 Sites de mesures.....	5
II-1 Période de prélèvement	6
II-2 Les conditions météorologiques.....	6
III - Liste des pesticides suivis en 2016	8
IV – Résultats de l'année 2016	9
IV-1 Bilan global	9
IV-2- Variation interannuelle	12
IV-3 Les différents indicateurs en région Centre-Val de Loire.....	13
a) Charge totale en équivalent pesticide.....	13
b) Le nombre de pesticides détectés.....	15
c) L'indice PHYTO	16
IV-4 Zoom sur les résultats par site de mesures.....	17
a) <i>Orléans – Saint-Jean</i>	17
b) <i>Oysonville</i>	21
c) <i>Saint-Martin-d'Auxigny</i>	24
d) <i>Tours-La Bruyère</i>	27
Conclusion	30
Table des tableaux	32
Table des figures	32
Annexes	33
Annexe 1 : Evolution du nombre de substances actives mesurées et du cumul des concentrations par site (des semaines 16 à 25).	33
Annexe 2 : Etude RePP'Air	35

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 événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou l'utilisation des informations faites par un tiers.

Introduction et particularité de la campagne 2016

Depuis le début des années 2000, Lig'Air s'est intéressé à la problématique des produits phytosanitaires dans l'air.

La surveillance des produits phytosanitaires dans l'air n'est actuellement pas réglementée au niveau national. Toutefois dans le cadre du Plan Régional Santé Environnement (PRSE), Lig'Air s'est engagé à suivre les principaux pesticides dans l'air ambiant et a mis en place une surveillance annuelle à partir de 2006 sur plusieurs points de mesures de la région.

L'année 2016 est une année d'amélioration des connaissances sur la variation temporelle des pesticides dans l'air. En effet, les résultats des deux dernières campagnes de mesure ont montré la présence de pesticides à des niveaux relativement importants en dehors des périodes habituellement étudiées et recommandées par l'Anses (de la semaine 12 à la semaine 38 (*Recommandations et perspectives pour une surveillance nationale de la contamination de l'air par les pesticides, ANSES – Octobre 2010*)). Ces résultats ont mis en relief le besoin de réévaluer le profil saisonnier de la présence des pesticides dans l'air. Autrement dit, le comportement des pesticides dans l'atmosphère a évolué ces dernières années avec le retrait et la mise sur le marché de certaines substances actives ainsi qu'avec l'évolution des pratiques culturales. La période optimale pour la surveillance des pesticides dans l'air, ne semble plus être celle définie précédemment. Approcher la nouvelle variation saisonnière des pesticides dans l'air et optimiser ainsi leur surveillance était l'un des objectifs de la campagne 2016. Pour ce faire, la surveillance des pesticides sur les sites de Oysonville et sur celui d'Orléans-Saint-Jean a été menée sur toute l'année 2016.

D'autre part, suite à l'évolution des pratiques culturales, l'emplacement du site de Saint-Aignan ne semble plus jouer son rôle de site représentatif de la viticulture. Par conséquent le site de Saint-Aignan n'a pas été étudié lors de cette campagne de mesure et l'année 2016 a été consacrée à la recherche d'un site plus représentatif de la viticulture. Un site à Bourgueil est pressenti pour jouer ce rôle.

Enfin, suite à des problèmes techniques récurrents survenus ces dernières années sur le site urbain d'Orléans (causant l'arrêt inopiné du préleveur et donc l'invalidation de plusieurs prélèvements), le site urbain d'Orléans a été transféré, tout en restant dans Orléans métropole, à Saint-Jean-de-Braye.

Ainsi, au cours de cette année 2016, quatre sites de mesures, à savoir deux sites en zone agricole (Oysonville au cœur des grandes cultures, Saint-Martin-d'Auxigny en zone arboricole) et deux sites en zone non agricole (Orléans et Tours) ont permis de suivre 65 pesticides (24 herbicides, 19 insecticides et 22 fongicides).

Le présent rapport fait état des résultats de mesures pour l'année 2016 en proposant en premier lieu une synthèse régionale. Une comparaison des 4 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 par les produits phytosanitaires. 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, et non par inhalation.

Les données récoltées par Lig'Air lors de ces campagnes de mesures, alimentent une base de données nationale, mise à la disposition des professionnels de la santé et en particulier de l'Anses.

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, d'Orléans Métropole, de Tours Métropole Val de Loire et du Conseil Départemental du Cher.

I - Méthode de mesure utilisée

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

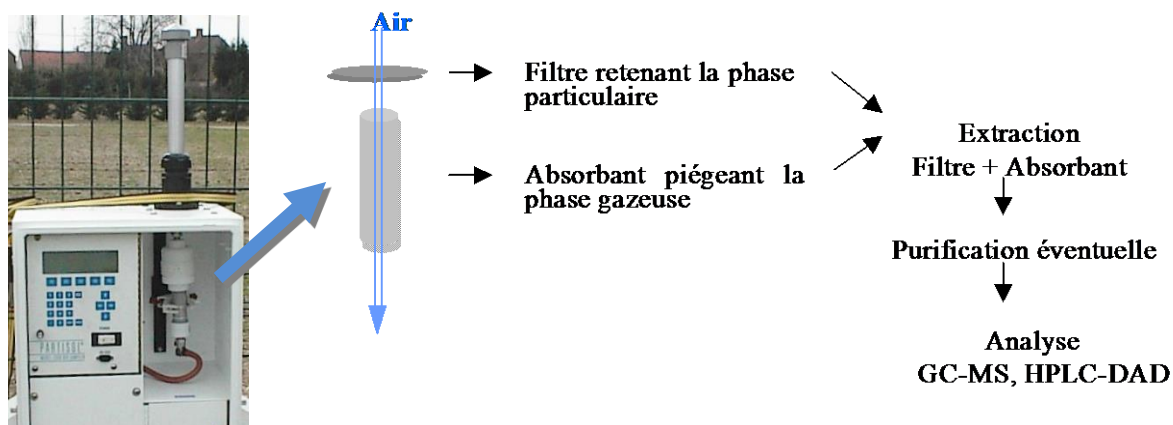


Figure 1 : Principe de mesure des pesticides

II – Période et sites de mesures

II-1 Sites de mesures

La campagne 2016 s'est déroulée sur 4 sites de surveillance en région Centre-Val de Loire. Comparativement aux années précédentes, plusieurs changements sont à noter :

- ✓ Le point de prélèvement sur le site de Saint-Aignan a été fermé. L'année 2016 a été consacrée à la recherche d'un nouveau site en zone viticole sur la région.
- ✓ Suite à des soucis récurrents d'alimentation sur le site d'Orléans, la mesure sur l'agglomération orléanaise se fera désormais à Saint-Jean-de-Braye (site utilisé dans le cadre de la surveillance des polluants réglementés depuis 1998), en zone résidentielle pavillonnaire, à l'est de l'agglomération.
- ✓ Enfin sur la commune de Saint-Martin-d'Auxigny, des travaux importants se sont déroulés à proximité immédiate du point de prélèvement de l'avenue de la République. Avec l'aide de la mairie, le site a été déplacé, tout en restant dans le village, à la rue basse de l'église pour cette campagne 2016.

La typologie des sites de mesure ainsi que leur localisation sont présentées respectivement dans le tableau 1 et la figure 2.

Sites	Typologie	Cultures avoisinantes proches	Cultures éloignées
Orléans-Saint-Jean (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

Tableau 1 : Sites de mesure des pesticides pour l'année 2016

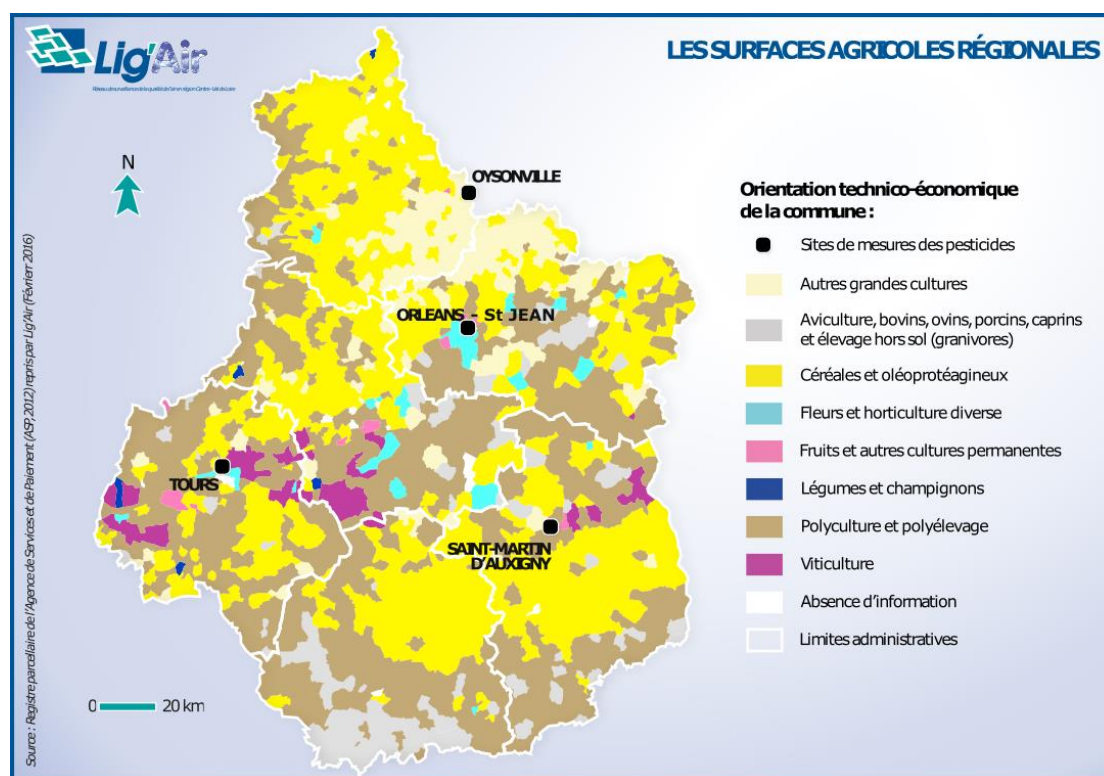


Figure 2 : Sites de mesures de pesticides sur la région Centre-Val de Loire en 2016 (Source : RPG)

II-1 Période de prélèvement

En 2016, le suivi des pesticides a été réalisé du 21 mars au 19 septembre (soit de la semaine 12 à la semaine 37) pour les sites de Saint-Martin-d'Auxigny et de Tours. La période de prélèvements est conforme aux recommandations de l'ANSES¹.

Suite à la campagne 2015, les sites de Oysonville et de Orléans-Saint-Jean ont été surveillés sur la quasi-totalité de l'année 2016. L'objectif était de mettre en évidence l'évolution des profils saisonniers. Sur ces sites, la campagne de surveillance s'est donc déroulée du 15 février 2016 au 2 janvier 2017 (semaine 7 à 52).

Au total, **142 prélèvements hebdomadaires** ont été réalisés sur les 4 sites étudiés.

II-2 Les conditions météorologiques

La campagne 2016 ayant couvert l'ensemble de l'année 2016, le point météorologique suivant synthétise les conditions observées tout au long de l'année (tableau 2). Ce bilan est issu des observations de Météo-France.

Pour résumer, de manière globale sur la région Centre-Val de Loire, le premier semestre 2016 est très pluvieux (les premiers trimestres 2016 est parmi les plus arrosés depuis un siècle sur la région), en-dessous des normales de températures et peu ensoleillé. A l'inverse, la seconde moitié de l'année 2016 est extrêmement sèche et les températures sont proches des normales de saison.

Toutefois les précipitations sont parfois très hétérogènes sur la région. La figure 3 présente les précipitations enregistrées à proximité des points de surveillance.

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

Janvier 2016	Ce début d'année 2016 fut doux (excédent de +1,8°C en température moyenne à l'échelle de la région) et pluvieux (précipitations supérieures à 2 fois la normale).
Février 2016	Février 2016 est un mois très pluvieux avec des précipitations plus importantes au sud de la région. Les nombreuses perturbations limitent l'ensoleillement mais apportent de la douceur (excédent moyen de +1,5°C), peu de gel et quelques coups de vent.
Mars 2016	La pluviométrie est encore forte en mars 2016. Les températures sont plus fraîches qu'à la normale (déficit de -1,5°C) avec des gelées localement plus sévères qu'entre décembre et février.
Avril 2016	Le mois d'avril 2016 fut frais (déficit de -0,6°C) et mal ensoleillé. Les précipitations ne sont pas homogènes sur la région : le Sud-Est est très excédentaire, alors que l'Ouest est déficitaire.
Mai 2016	Des records de pluie ont été mesurés en mai 2016. Les précipitations atteignent 2 ou 3 fois la normale et se concentrent sur les derniers jours du mois. Elles ont provoqué de graves inondations, en particulier sur le Loiret.
Juin 2016	Le mois de juin 2016 est pluvieux, très peu ensoleillé avec des températures maximales fraîches.
Juillet 2016	Juillet 2016 fut très sec. L'ensoleillement est excédentaire et les températures proches des normales.
Août 2016	Un temps extrêmement sec et chaud caractérise le mois d'août 2016.
Septembre 2016	Septembre 2016 présente un caractère estival. Le déficit pluviométrique est important notamment dans le sud de la région. Les températures sont plus élevées que la normale.
Octobre 2016	Les précipitations sont toujours inférieures à la normale (déficit pluviométrique de 53%), en octobre 2016. Le temps fut ensoleillé et frais, avec une première vague de gelées.
Novembre 2016	Novembre 2016 est globalement assez bien arrosé et ensoleillé. Les températures sont contrastées avec des périodes bien marquées de froid ou de douceur.
Décembre 2016	L'année 2016 se termine avec un temps sec (déficit de 69%), frais et bien ensoleillé.

Tableau 2 : conditions météorologiques de l'année 2016 (Source : Météo-France)

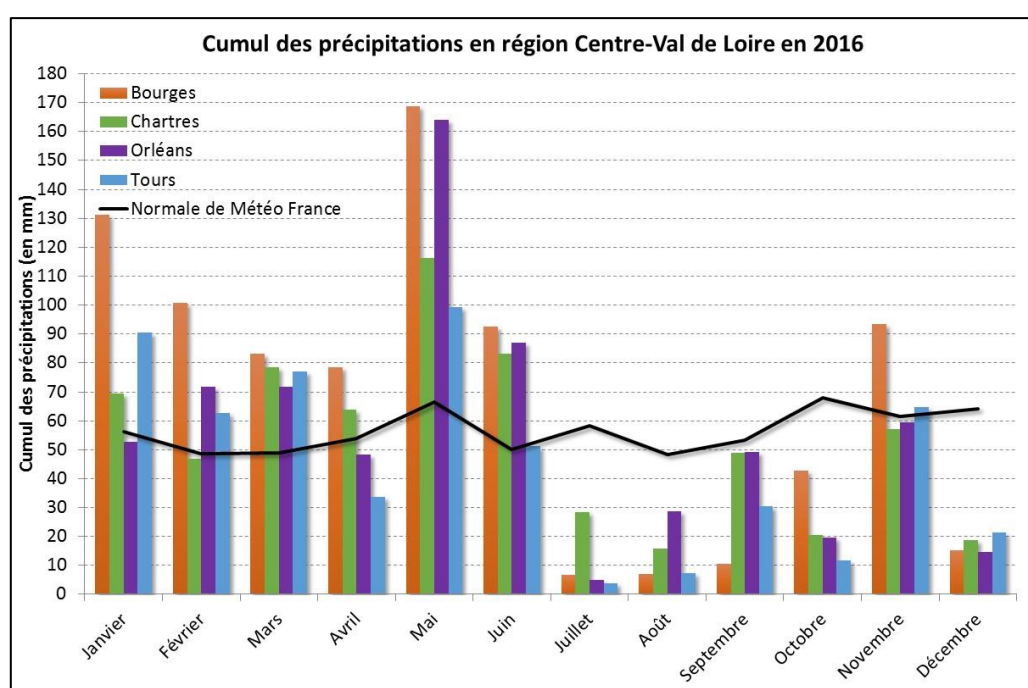


Figure 3 : Cumuls mensuels des précipitations en 2016 en région Centre-Val de Loire (Source : Météo France)

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 en amont.

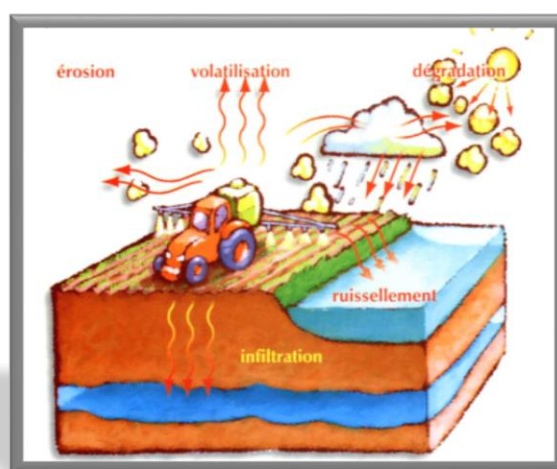


Figure 4 : Schéma du devenir des pesticides épanchés (source : Lig'Air/Le Toit à Vaches)

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 2016

Il existe plus de 1 300 substances actives différentes référencées dans la base européenne des pesticides (www.ec.europa.eu). Ce nombre évolue car chaque année 15 à 20 nouvelles substances actives sont créées. En conséquence, chaque année, Lig'Air réactualise sa 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.

La liste des pesticides recherchés en 2016 est présentée dans le tableau 3. Elle est constituée de 65 pesticides (24 herbicides, 19 insecticides et 22 fongicides) dont 7 substances actives interdites à l'utilisation (en rouge dans le tableau 3).

La liste 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
Boscalid	2,4-D	Acétamipride
Captane	2,4-MCPA	Chlorpyrifos-éthyl
Chlorothalonil	Acétochlore	Chlorpyrifos-méthyl
Cymoxanil	Aclonifen	Clothianidine
Cyprodinil	Atrazine	Cyfluthrine
Difénoconazole	Chlorpropham	Cyperméthrine
Diméthomorphe	Chlortoluron	Deltaméthrine
Diphénylamine	Clomazone	Ethoprophos
Epoxiconazole	Diclofop méthyl	Flufénoxuron
Fenpropidine	Diflufénicanil	Imidaclopride
Fenpropimorphe	Diméthénamide	Indoxacarbe
Fluazinam	Ethofumesate	Lambda-cyhalothrine
Folpel	Métamitron	Lindane
Krésoxim-méthyl	Métazachlore	Parathion méthyl
Metconazole	Métolachlore (S)	Phosmet
Procymidone	Napropamide	Pyrimicarbe
Pyriméthanil	Oryzalin	Pyriproxifène
Quinoxyfen	Oxadiazon	Thiaclopride
Spiroxamine	Pendiméthaline	Thiaméthoxam
Tébuconazole	Propyzamide	
Thiophanate-méthyl	Prosulfocarbe	
Trifloxystrobine	Terbuthylazine	
	Triallate	

Nom : molécules interdites à l'utilisation

Tableau 3 : Liste des pesticides suivis en 2016

IV – Résultats de l'année 2016

IV-1 Bilan global

L'ensemble des résultats traités dans cette partie résulte des données obtenues pendant l'ensemble de la campagne de surveillance sur les 4 sites. Pour rappel, cette période de mesure correspond à la quasi-totalité de l'année 2016 pour les sites d'Orléans-Saint-Jean et Oysonville. Elle correspond au printemps et à l'été 2016 pour les sites de Saint-Martin-d'Auxigny et Tours (cf chapitre II-1 période de prélèvement).

Cette campagne de mesure a permis la détection de 28 pesticides (9 fongicides, 15 herbicides et 4 insecticides) dans l'air ambiant soit près de 43% des molécules recherchées (tableau 4). Parmi ces 28 substances actives, 6 d'entre elles sont communes à l'ensemble des sites (molécules sur fond vert, tableau 4). Il s'agit des produits phytosanitaires suivants :

- chlorothalonil (fongicide),
- chlorpyrifos éthyl (insecticide),
- cyprodinil (fongicide),
- lindane (insecticide),
- S-métolachlore (herbicide),
- pendiméthaline (herbicide).

Plus de 50% des substances actives quantifiées sont de la famille des herbicides. De plus les concentrations les plus importantes mesurées lors de cette campagne, sont à attribuer à cette famille de pesticides.

Pesticides	Orléans-Saint-Jean	Oysonville	Saint-Martin-d'Auxigny	Tours
	Nb de détections / cumul des concentrations (ng/m ³)			
Aclonifén (H)		1 / 1,1		
Chlorothalonil (F)	3 / 10,8	6 / 11,1	1 / 6,6	2 / 1,3
Chlorpropham (H)		4 / 2,7		
Chlorpyrifos ethyl (I)	1 / 0,4	6 / 2,4	1 / 0,3	1 / 0,8
Chlorpyrifos methyl (I)				1 / 0,2
Chlortoluron (H)		2 / 0,3		
Clomazone (H)		2 / 1,1		
Cyhalothrine-lambda (I)		1 / 0,2		
Cyprodinil (F)	2 / 0,3	4 / 1,6	3 / 1,0	1 / 0,2
Difénoconazole (F)		1 / 0,6		
Diflufenicanil (H)		1 / 0,2		
Diméthénamide (DMTA) (H)	1 / 0,3	5 / 2,3		
Ethofumesate (H)		2 / 0,3		
Fenpropidine (F)	5 / 1,7	8 / 13,8		
Fenpropimorphe (F)		5 / 1,9	1 / 0,1	
Fluazinam (F)		2 / 0,4		1 / 0,2
Krésoxim-méthyl (F)				1 / 0,3
Lindane (I)	5 / 0,8	1 / 0,2	8 / 1,4	2 / 0,3
Metamitron (H)	1 / 0,3	1 / 0,2		
Métazachlore (H)	2 / 0,4	5 / 3,3		
S-Metolachlor (H)	7 / 2,9	6 / 2,8	5 / 1,4	6 / 2,4
Oxadiazon (H)			1 / 0,2	1 / 0,2
Pendimethaline (H)	19 / 25,5	26 / 79,8	8 / 5,5	7 / 2,6
Procymidone (F)				1 / 0,2
Propyzamide (H)	3 / 0,5	5 / 3,9		
Prosulfocarbe (H)	14 / 34,9	17 / 33,1		
Spiroxamine (F)		2 / 0,3		
Tri-allate (H)	3 / 0,8	8 / 1,8		

Nom : molécule interdite à l'utilisation

Tableau 4 : Nombre de détections et cumul des concentrations des pesticides suivant les sites de mesure (année 2016)

Le nombre de pesticides détectés varie d'un site à l'autre. Sur le site de Oysonville, site rural de proximité, une très grande variété de molécules a été observée. Plus de 35% des molécules recherchées, soit 24, ont été observées sur ce site. De plus, c'est sur ce site de mesure que les niveaux sont les plus importants.

Parmi les 7 molécules recherchées et proscrites à l'utilisation (en rouge dans le tableau 4), 2 composés interdits ont été quantifiés : le lindane et la procymidone. Cette dernière n'a été observée que sur un prélèvement et à faible concentration. Le lindane a, en revanche, été mesuré sur l'ensemble des sites de mesure.

Parmi les 28 substances actives détectées en 2016, les 5 molécules les plus souvent observées dans l'air sont la pendiméthaline (herbicide), le prosulfocarbe (herbicide), le S-métolachlore (herbicide), le lindane (insecticide), le chlorothalonil (fongicide). Ce top 5 varie peu depuis plusieurs années. Ces substances actives sont quantifiées tous les ans et quasiment sur tous les sites surveillés.

- La pendiméthaline est la substance active la plus fréquemment rencontrée dans l'air. Cet herbicide est observé en zones urbaine et rurale, au printemps et à l'automne (cf. paragraphes Orléans-Saint-Jean et Oysonville). En terme quantitatif, c'est le deuxième composé le plus important.
La pendiméthaline est un herbicide de prélevée 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.
- Le prosulfocarbe est un herbicide qui a été principalement observé à partir de fin septembre sur les sites d'Orléans-Saint-Jean et Oysonville (cf. paragraphes Orléans-Saint-Jean et Oysonville). Il est donc logique de ne pas retrouver ce composé sur Tours et Saint-Martin-d'Auxigny, les mesures ayant été stoppées le 19 septembre sur ces 2 sites. La présence très importante (tant en quantité qu'en fréquence d'observation) de cette molécule dans l'air à la fin de l'été et durant l'automne confirme une tendance observée en 2015. Un allongement de la campagne de surveillance sur l'ensemble des sites permettra de confirmer ce profil saisonnier.
Le prosulfocarbe enregistre les concentrations les plus importantes de la campagne 2016 avec un pic à 91 ng/m³ à Oysonville semaine 50 (cf. paragraphe Oysonville).
- Depuis 2006, le S-métolachlore est l'un des composés les plus observés. En 2016, il a été observé sur l'ensemble des sites. Tout comme l'année dernière, le S-métolachlore est principalement observé entre avril et juin. Ceci correspond à sa principale période d'utilisation : désherbage sélectif du maïs en prélevée. A partir de fin juin, cet herbicide n'a plus été observé. La persistance environnementale de cette substance active dans l'atmosphère est par conséquent faible (par de rémanence).
- Le lindane, insecticide interdit depuis 1998, fait partie des molécules les plus détectées dans l'air. En 2015, sa fréquence d'apparition était faible (une ou deux observations par site) avec des concentrations peu élevées. En 2016, le lindane est observé sur tous les sites surveillés mais le plus souvent sur le site rural de Saint-Martin-d'Auxigny et sur le site urbain d'Orléans-Saint-Jean.
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 observés sur nos sites d'une année à l'autre.

- Le chlorothalonil est également l'un des pesticides les plus souvent observés dans l'air de la région Centre-Val de Loire depuis le début de la surveillance. Pour cette campagne 2016, il a été observé sur les 4 sites surveillés mais avec des concentrations et des fréquences d'apparitions très variables.

IV-2- Variation interannuelle

Afin de réaliser une comparaison sur les pesticides mesurés dans l'air ambiant d'une année à l'autre, les statistiques de ce chapitre sont issues des mesures faites des semaines 15 à 26 (période commune à l'ensemble des sites de 2006 à 2016).

Les concentrations mesurées en 2016 sont stables par rapport à celles de la campagne de 2015 et se retrouvent avec un cumul moyen comparable à celles de 2012 et 2013 (figure 5). Pour 2016, les herbicides représentent près de 60% des concentrations en pesticides mesurés sur cette période commune. Ils représentent la famille de pesticides la plus importante cette année.

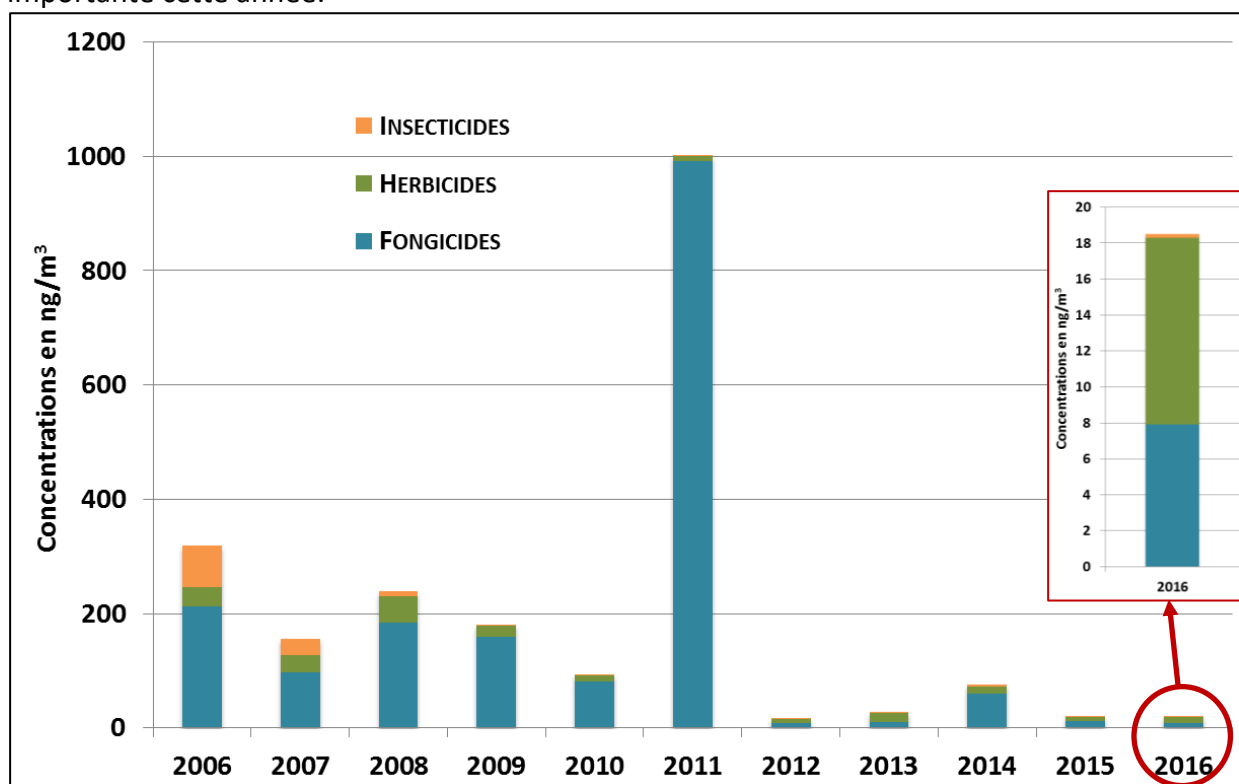


Figure 5 : Moyenne des charges totales en pesticides sur l'ensemble des sites des semaines 15 à 26 de 2006 à 2016

Pour la période commune considérée (semaine 15 à 26), l'année 2016 est marquée par la stabilité du nombre de molécules observées (figure 6). Le nombre d'herbicides et de fongicides quantifiés est le même sur cette période. Au total, 17 composés différents ont été observés sur cette période commune.

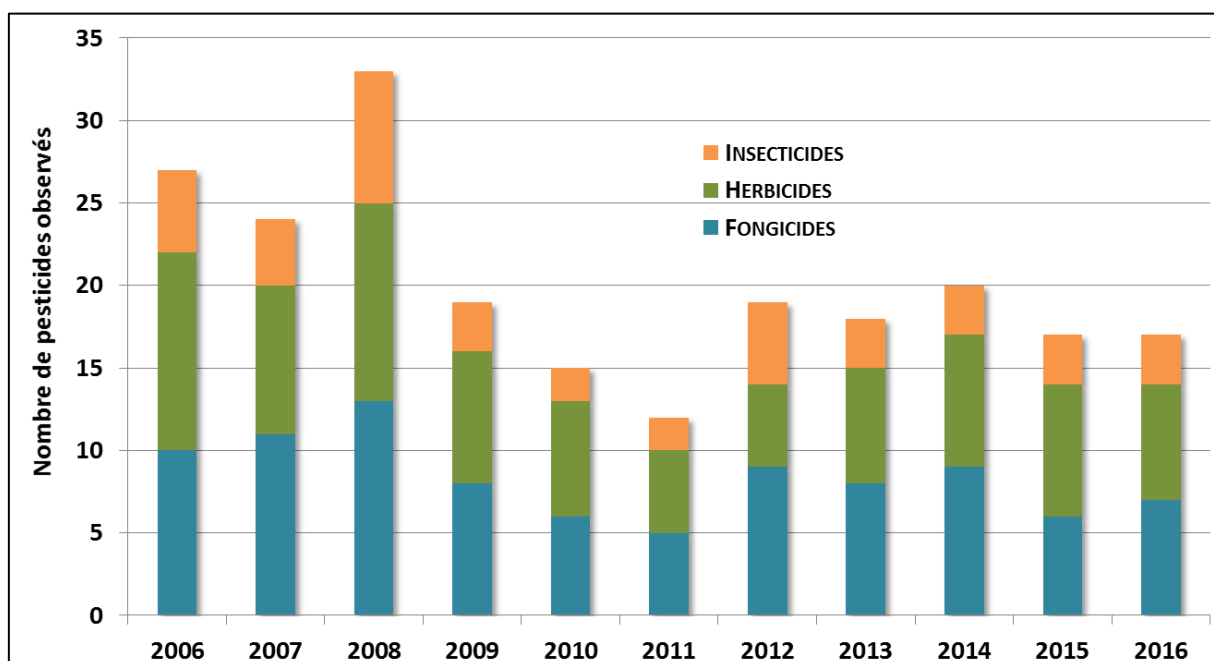


Figure 6 : Nombre de composés observés sur l'ensemble des sites des semaines 15 à 26 de 2006 à 2016

Remarques :

- sur l'ensemble de la campagne de 2016, le nombre total de pesticides observés, tous sites confondus, est de 28 substances actives différentes observées.
- en annexe sont regroupés les graphiques pour chacun des sites contenant l'évolution de 2006 à 2016 en nombre de substances quantifiées et en cumul des concentrations mesurées pour une période commune entre chaque année (semaines 15 à 26).

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

Plusieurs indicateurs ont été utilisés pour l'exploitation des résultats de 2016 afin de comparer les sites. Cette comparaison est rendue possible du fait que les mêmes pesticides sont mesurés sur chaque site (liste commune aux 4 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 .

$$\text{Charge}_{\text{totale}} = \sum_{i=1}^n C_i$$

La figure 7 présente la variation hebdomadaire du cumul des concentrations en pesticides lors de la campagne 2016 de surveillance. Pour rappel, les sites de Tours et de Saint-Martin-d'Auxigny n'ont été surveillés que de la semaine 12 à 37.

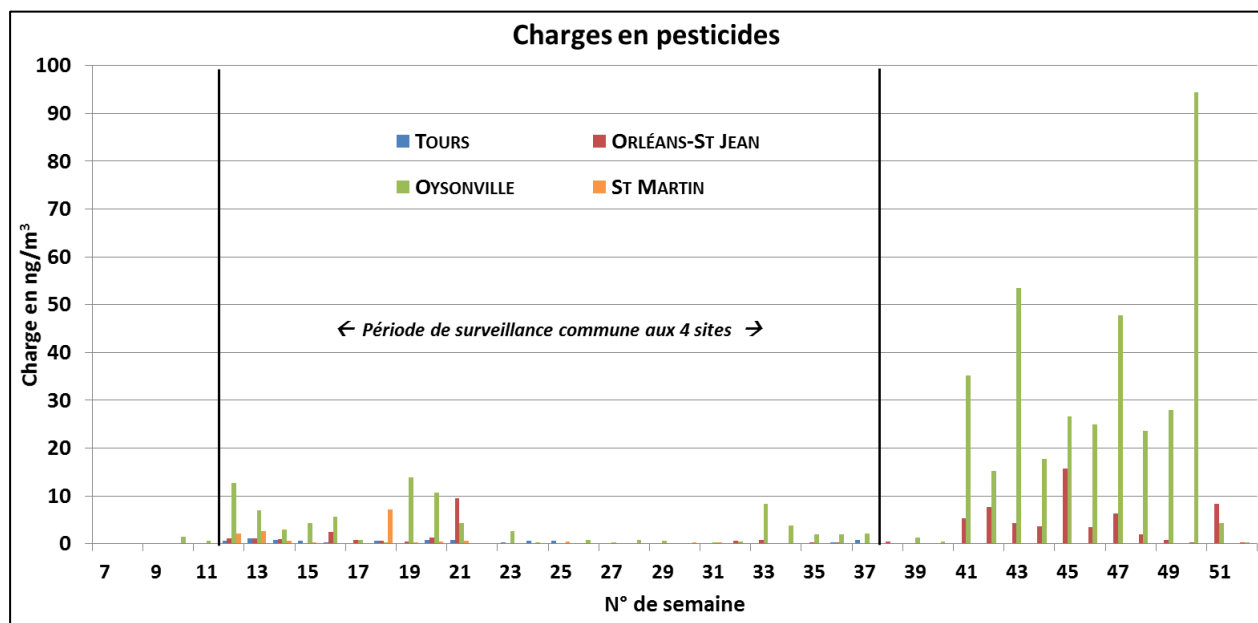


Figure 7 : Evolution des charges en pesticides sur les sites surveillés en 2016

Tout comme en 2015, on observe 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. A l'inverse, le site de Tours enregistre des concentrations très faibles et proches des limites de quantification.

En 2014 et 2015, Lig'Air a pu étendre sa période de surveillance sur quelques sites jusqu'en fin d'été et début d'automne. Le bilan de cette prolongation avait conduit à une remise en cause du profil saisonnier de présence des produits phytosanitaires dans l'air ambiant. En conséquence, en 2016, 2 sites ont été surveillés sur la quasi-totalité de l'année, l'un en zone urbaine (Orléans-Saint-Jean), l'autre en zone rurale (Oysonville).

Comme le montre la figure 8, la présence des produits phytosanitaires dans l'air ambiant semble désormais se décomposer en 2 périodes distinctes : le printemps et l'automne, avec des niveaux beaucoup plus importants en automne. L'hiver et une partie de l'été (de juillet à mi-août) enregistrent les niveaux les plus bas.

Ce nouveau profil saisonnier confirme les tendances pressenties ces dernières années en région Centre-Val de Loire et dans d'autres régions de France (Grand-Est, Nouvelle Aquitaine,...) et s'applique aussi bien en zone urbaine que rurale.

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 8).

Les fongicides ne sont observés que sur la première moitié de l'année. Les niveaux importants observés à l'automne sont à imputer aux herbicides.

Enfin les insecticides, dont les substances actives sont les moins observées, sont mesurés généralement en été.

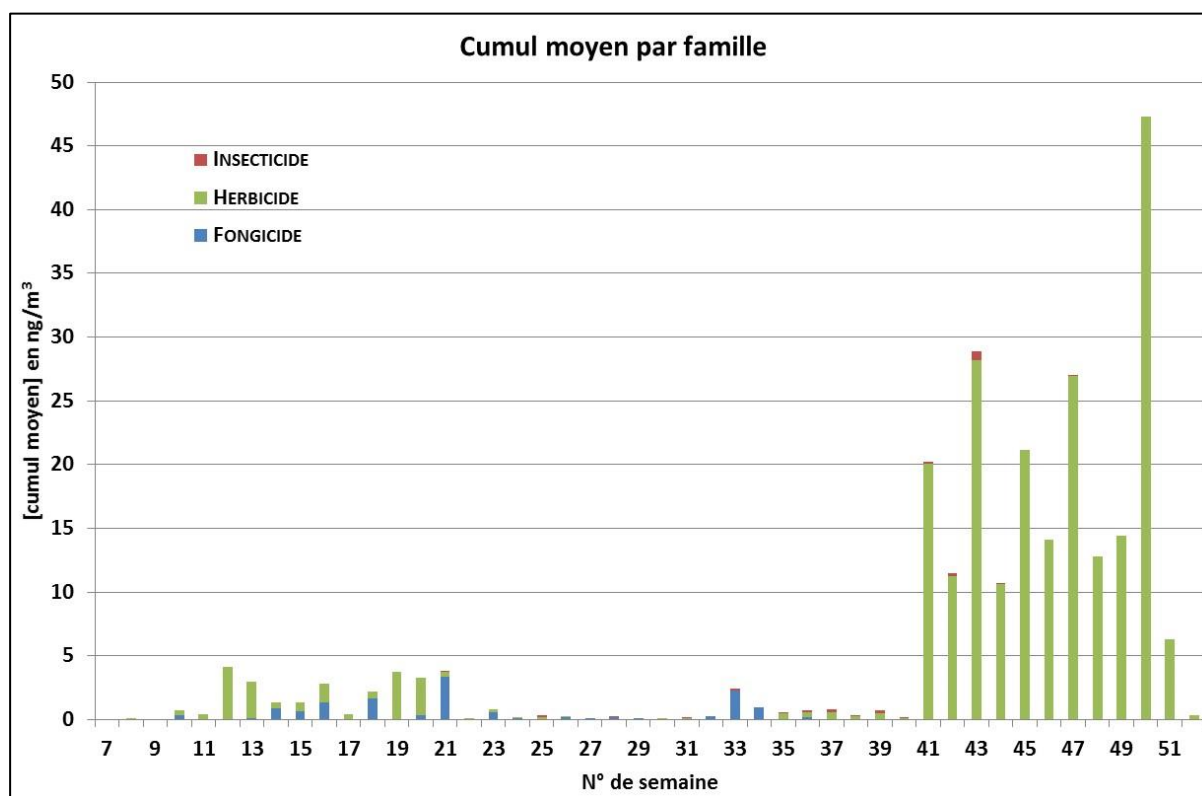


Figure 8 : Cumul moyen par famille de produits phytosanitaires sur les quatre sites surveillés en 2016

Les conditions météorologique du printemps 2016 ont été très particulières (cf. II-2 Conditions météorologiques). Les précipitations très importantes ont certainement eu des conséquences tant en terme de traitement (développement de problèmes fongiques, traitements limités par les conditions météorologiques et/ou de terrain,...) qu'en terme de présence de pesticides dans l'air (la pluie « lessivant » l'atmosphère).

Les futures campagnes de surveillance permettront de vérifier que les niveaux moyens en automne sont très largement ou non supérieurs à ceux mesurés au printemps.

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 9 représente l'évolution hebdomadaire en 2016 du nombre de pesticides détectés sur les 4 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. Sur un même prélèvement, il y a eu jusqu'à 8 molécules différentes (semaine 16 à Orléans-Saint-Jean et Oysonville).

Tout comme pour la charge en pesticides, le printemps et l'automne sont favorables à une variété plus importante de substances actives dans l'air que pour le reste de l'année. Toutefois à l'inverse du cumul, le printemps semble être la période où la variété de pesticides dans l'air est la plus importante. Autrement dit, on trouve, dans l'air ambiant, au printemps, un cocktail plus important de pesticides mais avec des niveaux moins importants qu'à l'automne.

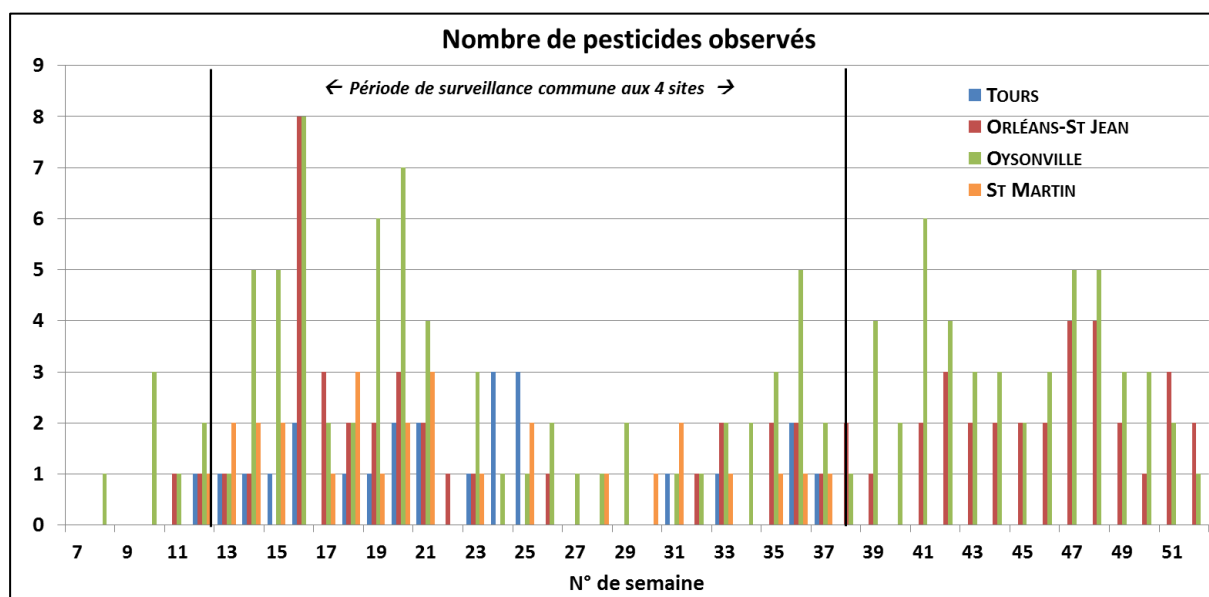


Figure 9 : Evolution hebdomadaire du nombre de molécules observées sur les quatre sites de mesures en 2016

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 la liste de pesticides ciblant l'ensemble des cultures à l'échelle régionale, 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 .

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

- Où
- n** = nombre de pesticides suivis par Lig'Air (n=65, Cf. tableau 2).
 - 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.

La DJA de « référence » est celle de l'ethoprophos, substance parmi les plus toxiques des 65 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 celui du composé i, est sans unité et ≤ 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 T_i. Mais à ce jour, aucun paramètre pertinent et surtout disponible pour l'ensemble des substances actives n'est utilisable.

La figure 10 représente l'évolution hebdomadaire en 2016 de l'indice PHYTO sur les 4 sites de mesures.

Le site de Oysonville présente des indices supérieurs aux autres sites, le nombre de pesticides observés et leurs quantités étant plus importants dans l'atmosphère autour de ce site. A l'inverse, l'indice phyto sur Tours est très faible (proche de zéro), les concentrations en produits phytosanitaires observées sur ce site étant très faibles.

A partir de la semaine 40, le prosulfocarbe est responsable, à plus de 95%, des indices élevés calculés à Oysonville et Orléans-Saint-Jean. Les concentrations importantes de cette molécule dans l'air à l'automne et la DJA très faible (donc une toxicité élevée) de cette substance active expliquent la forte augmentation de l'indice phyto à partir d'octobre 2016.

Les indices phyto 2016 (figure 10) illustrent l'importance d'une surveillance étendue à l'automne.

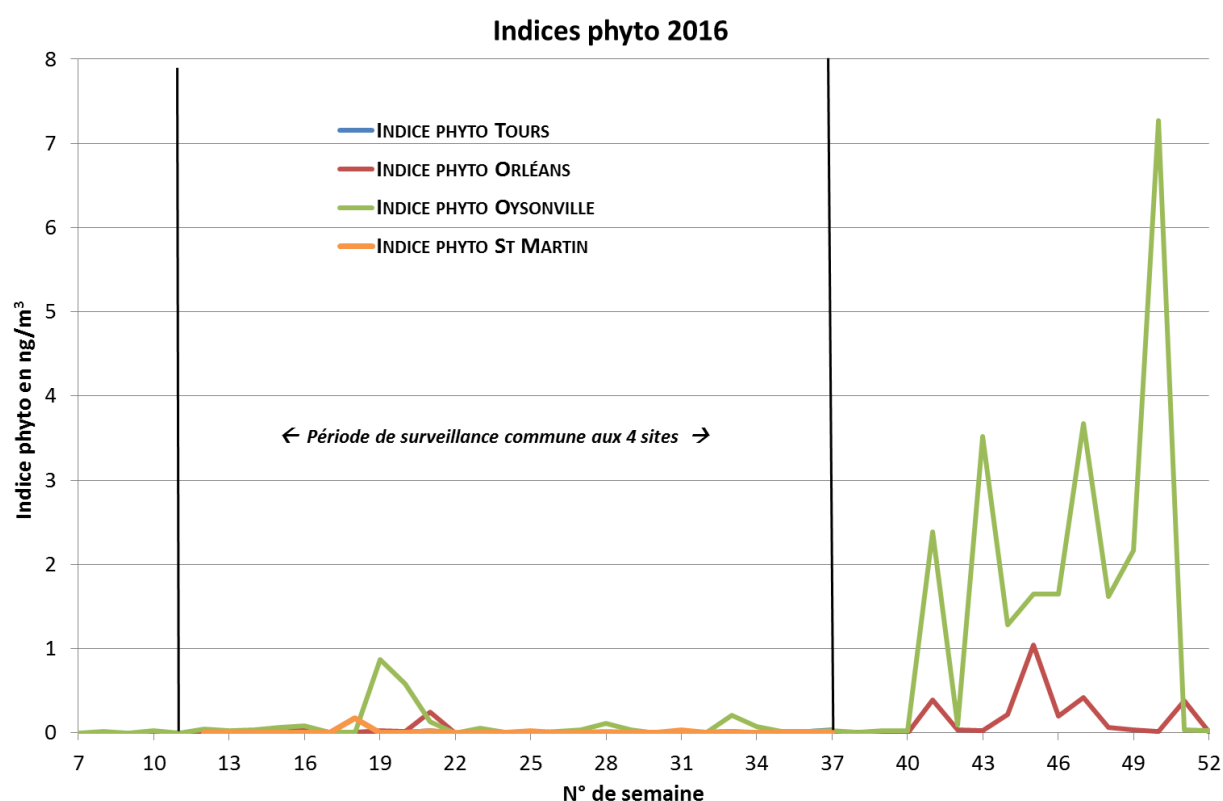


Figure 10 : Evolutions hebdomadaires de l'indice PHYTO sur les quatre sites de mesures en 2016

IV-4 Zoom sur les résultats par site de mesures

a) Orléans – Saint-Jean

Le site d'Orléans-Saint-Jean a été suivi du 15 février 2016 au 2 janvier 2017. Ce suivi très complet avait pour objectif de mettre à jour les profils saisonniers des pesticides dans le compartiment aérien en zone urbaine.

Le Tableau 5 présente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site d'Orléans-Saint-Jean. Durant la campagne de mesures, 13 pesticides sur 65 recherchés ont été détectés au moins à une reprise.

La pendiméthaline est le pesticide le plus détecté avec une fréquence d'apparition de 41%, suivi du prosulfocarbe avec 30%.

	Pourcentage de détection
Pendiméthaline (H)	41%
Prosulfocarbe (H)	30%
S-Métolachlore (H)	15%
Fenpropidine (F)	11%
Lindane (I)	11%
Chlorothalonil (F)	7%
Métazachlore (H)	7%
Propyzamide (H)	7%
Triallate (H)	7%
Cyprodinil (F)	4%
Chlorpyrifos-éthyl (I)	2%
Diméthénamide (H)	2%
Metamitron (H)	2%

H : Herbicide ; F : Fongicide ; I : insecticide

Tableau 5 : Pourcentage de détection à Orléans-Saint-Jean (du 15 février 2016 au 2 janvier 2017)

Le tableau 6 réunit les concentrations hebdomadaires des pesticides détectés sur le site d'Orléans-Saint-Jean durant la campagne de mesures.

Le plus grand nombre de pesticides (8 molécules) a été observé durant la semaine 16, soit au printemps. Par contre, c'est en octobre que la charge totale en pesticides dans l'air est la plus importante (semaine 45).

La pendiméthaline est la molécule la plus souvent observée pour cette campagne 2016. Mais le composé ayant eu les concentrations les plus importantes est le prosulfocarbe. Ce dernier enregistre un maximum à 12,9 ng/m³, semaine 45 (début novembre 2016).

Parmi les composés interdits à l'utilisation et recherchés, seul le lindane a été observé sur le site d'Orléans-Saint-Jean en 2016. Ce pesticide est observé sur tous les sites pour cette année avec des concentrations faibles. Contrairement aux années précédentes, il a été observé durant la fin de l'été. Comme évoqué dans le chapitre IV-2 Bilan global, la présence de ce composé interdit depuis de nombreuses années est sans doute liée aux travaux de la terre associés à des conditions météorologiques favorables.

Certaines substances ne sont retrouvées dans l'atmosphère qu'au printemps (par exemple le fongicide chlorothalonil), d'autres qu'à partir de la fin de l'été (comme l'herbicide métazachlore). Enfin certaines molécules sont observées au printemps comme en automne (les herbicides pendiméthaline et prosulfocarbe).

Tout en étant en zone urbaine, la présence dans le compartiment aérien de ces pesticides est corrélée aux périodes d'utilisation de ces produits phytosanitaires sur le territoire agricole.

La disparition de ces molécules en dehors des périodes de traitements démontre une faible persistance environnementale dans l'atmosphère.

Concentrations en ng/m ³	Chlorothalonil *	Chlorpyrifos-éthyl*	Cyprodinil *	Diméthénamide	Fenpropiidine	Lindane *	Metamitron	Métazachlore	S-Métolachlore *	Pendiméthaline *	Propyzamide	Prosofocarbe	Triallate
semaine 7	Prélèvement invalidé												
semaine 8													
semaine 9													
semaine 10													
semaine 11										0,2			
semaine 12										1,2			
semaine 13										1,1			
semaine 14	0,9												
semaine 15													
semaine 16	0,6		0,1		0,1		0,3		0,8	0,3		0,1	0,1
semaine 17			0,1						0,4	0,3			
semaine 18					0,2				0,4				
semaine 19										0,1		0,3	
semaine 20									0,8	0,3		0,2	
semaine 21	9,3								0,1				
semaine 22										0,2			
semaine 23									0,1				
semaine 24													
semaine 25													
semaine 26									0,2				
semaine 27													
semaine 28													
semaine 29													
semaine 30													
semaine 31													
semaine 32					0,5								
semaine 33					0,7	0,2							
semaine 34													
semaine 35						0,2		0,2					
semaine 36					0,2	0,2							
semaine 37						0,2							
semaine 38				0,3				0,2					
semaine 39						0,2							
semaine 40													
semaine 41										0,4		4,9	
semaine 42								0,2		7,4		0,1	
semaine 43		0,4								4,0			
semaine 44										0,9		2,7	
semaine 45										2,8		12,9	
semaine 46										0,9		2,5	
semaine 47										0,6	0,1	5,1	0,5
semaine 48										0,9	0,2	0,6	0,2
semaine 49										0,4		0,4	
semaine 50												0,2	
semaine 51										3,5	0,2	4,6	
semaine 52										0,2		0,1	
Moyenne	3,6	0,4	0,1	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	1,3	0,2	2,5	0,3
Maximum	9,3	0,4	0,1	0,3	0,7	0,2	0,3	0,2	0,8	7,4	0,2	12,9	0,5

* : pesticide observé sur l'ensemble des sites.

Tableau 6 : Concentrations en pesticides à Orléans-Saint-Jean (du 15 février 2016 au 2 janvier 2017)

Sur Orléans-Saint-Jean, les herbicides sont les pesticides majoritaires dans l'air ambiant (figures 11, 12 et 13). Cette famille enregistre les concentrations hebdomadaires les plus élevées, 12,9 ng/m³ au cours de la semaine 45 dû à la présence de prosulfocarbe (tableau 6 et figure 12). Les fongicides et insecticides quantifiés sur ce site ont été moins nombreux quantitativement et qualitativement que la famille des herbicides.

Les fongicides ont été principalement observés au printemps et notamment le chlorothalonil, composé systématiquement mesuré depuis 2006 en région Centre-Val de Loire.

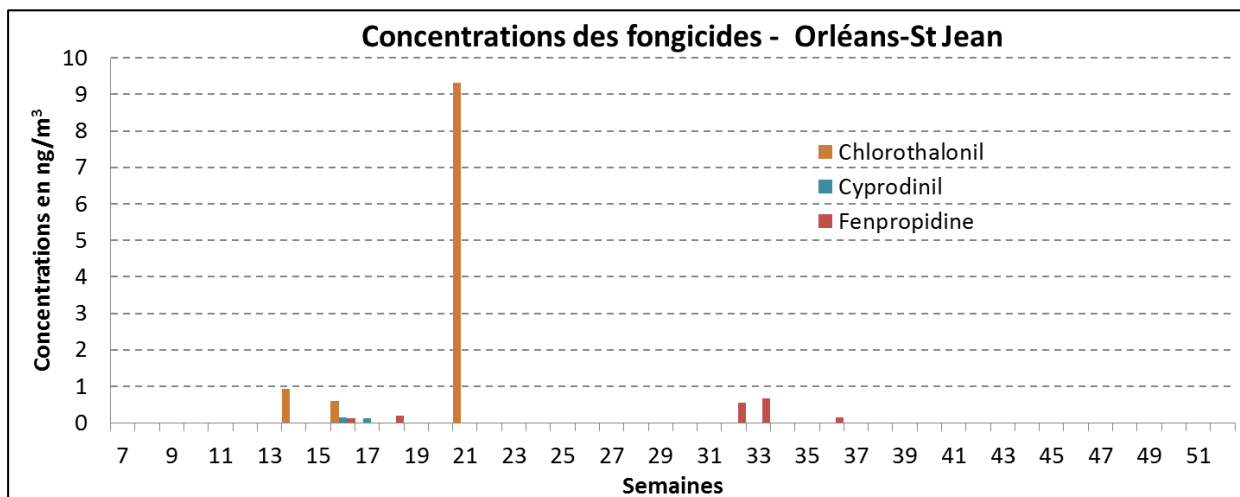


Figure 11 : Concentrations en fongicides à Orléans-Saint-Jean en 2016

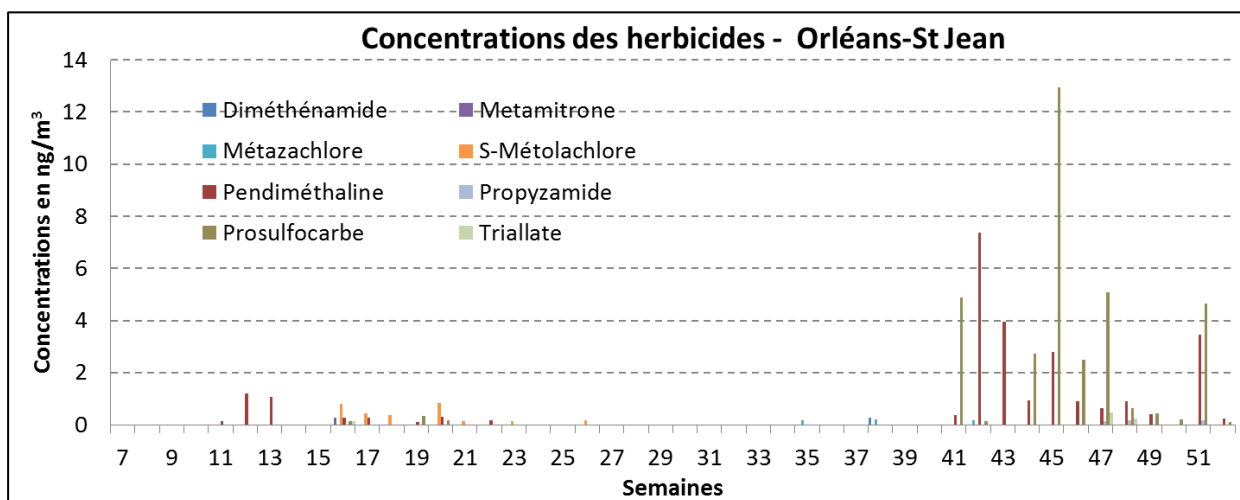


Figure 12 : Concentrations en herbicides à Orléans-Saint-Jean en 2016

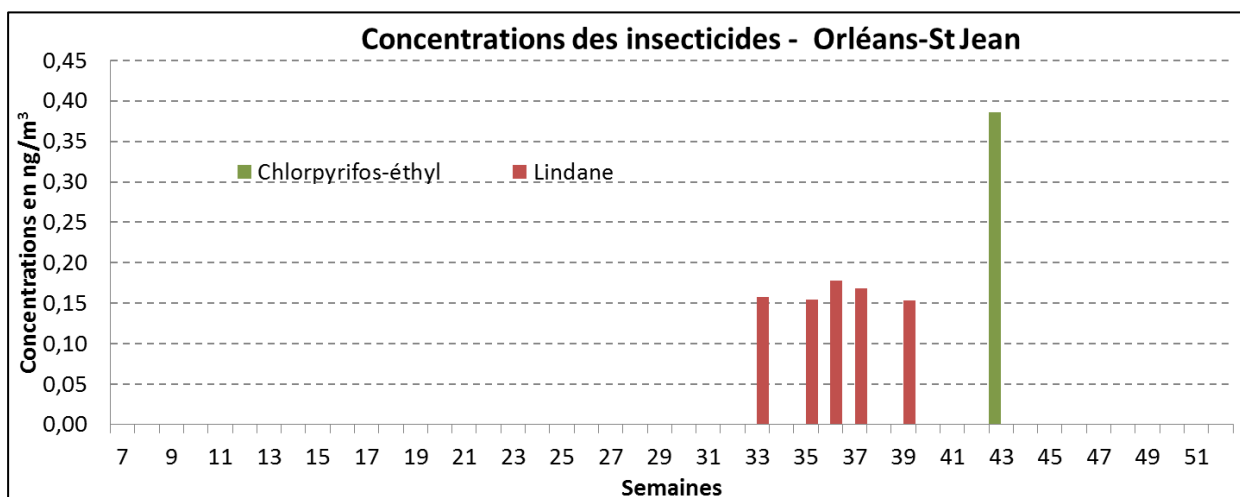


Figure 13 : Concentrations en insecticides à Orléans-Saint-Jean en 2016

Tout comme les années précédentes, on constate que l'air urbain n'est pas exempt de produits phytosanitaires. La campagne 2016 confirme les constatations des dernières études, avec deux périodes importantes de présence dans l'air :

- le printemps, caractérisé par un nombre important de molécules différentes et des concentrations variables d'un composé à l'autre ;
- l'automne, avec une variété de substances actives moins importante et appartenant très majoritairement à la famille des herbicides et des concentrations mesurées beaucoup plus élevées que le reste de l'année.

b) Oysonville

Tout comme le site d'Orléans-Saint-Jean, le site de Oysonville a été suivi du 15 février 2016 au 2 janvier 2017. Ce suivi très complet avait pour objectif de mettre à jour les profils saisonniers des pesticides dans le compartiment aérien en zone rurale.

Du 15 février 2016 au 2 janvier 2017, 24 pesticides sur 65 recherchés ont été détectés au moins une fois. C'est sur ce site rural de proximité 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 57%. Le prosulfocarbe est le second composé le plus détecté (37%). C'est cet herbicide qui enregistre les concentrations les plus importantes pour 2016, tous sites confondus avec une concentration maximale à 90,5 ng/m³ à la mi-décembre (tableaux 7 et 8).

	Pourcentage de détection
Pendiméthaline (H)	57%
Prosulfocarbe (H)	37%
Fenpropidine (F)	17%
Triallate (H)	17%
Chlorothalonil (F)	13%
Chlorpyrifos-éthyl (I)	13%
S-Métolachlore (H)	13%
Diméthénamide (H)	11%
Fenpropimorphe (F)	11%
Métazachlore (H)	11%
Propyzamide (H)	11%
Chlorpropham (H)	9%
Cyprodinil (F)	9%
Chlortoluron (H)	4%
Clomazone (H)	4%
Ethofumesate (H)	4%
Fluazinam (F)	4%
Spiroxamine (F)	4%
Aclonifen (H)	2%
Cyhalothrine-lambda (I)	2%
Difénoconazole (F)	2%
Diflufénicanil (H)	2%
Lindane (I)	2%
Metamitron (H)	2%

H : Herbicide ; F : Fongicide ; I : insecticide

Tableau 7 : Pourcentage de détection à Oysonville (du 15 février 2016 au 2 janvier 2017)

C'est durant la semaine 20 (mi-mai 2016) 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 50 à cause du prosulfocarbe (tableau 8).

Concernant les composés interdits à l'utilisation recherchés au cours de cette campagne, seul le lindane a été observé à une reprise et avec une concentration faible sur le site de Oysonville.

Certaines substances actives n'ont été observées que sur le site de Oysonville : l'aclonifen (H), le chlorpropham (H), le chlortoluron (H), le clomazone (H), la cyhalothrine-lambda (I), le difénoconazole (F), le diflufenicanil (H), l'éthofumesate (H) et la spiroxamine (F). Pour rappel, ce site est installé en zone de grandes cultures à moins de 100 m de champs. Cette typologie explique la grande variété de molécules observées.

Le prosulfocarbe a été observé sur deux périodes bien distinctes : le printemps (semaines 8 à 20), puis à l'automne (à partir de la semaine 39) avec des niveaux, en moyenne, 5 fois plus importants (figure 15). C'est le cas également de la pendiméthaline qui, comme sur tous les autres sites, est quantifiée jusqu'en juin. 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 chlorpyrophos éthyl, le chlortoluron, le clomazone, le diméthénamide, le métazachlore, la propyzamide et le triallate ne sont quantifiés qu'à partir de la fin août (tableau 8 et figure 15). Ils appartiennent quasiment tous à la famille des herbicides. Parmi les molécules observées à partir de la semaine 36 (septembre 2016), plus de 62% sont des herbicides sur Oysonville.

Tout comme sur le site urbain d'Orléans-Saint-Jean, certaines substances ne sont donc observées qu'au printemps (par exemple le chlorothalonil), d'autres à partir de la fin de l'été (le métazachlore) et enfin certaines au printemps et à l'automne (comme les herbicides pendiméthaline et prosulfocarbe). La présence dans le compartiment aérien de ces pesticides est corrélée aux périodes d'utilisation de ces produits phytosanitaires sur le territoire agricole.

Les périodes estivale et hivernale sont caractérisées par des niveaux plus faibles et un nombre moins important de pesticides dans l'atmosphère. Toutefois les mesures faites durant ces périodes ne sont pas vierges de pesticides.

La réalisation d'une surveillance sur le site rural de Oysonville sur l'année 2016 a permis de valider les nouveaux profils saisonniers de présence des pesticides dans l'air.

Cette saisonnalité, confirmée par le site urbain d'Orléans-Saint-Jean, se résume en deux périodes :

- le printemps, caractérisé par un nombre important de molécules différentes et des concentrations variables d'un composé à l'autre ;
- l'automne, avec une variété de substances actives moins importante et appartenant très majoritairement à la famille des herbicides et des concentrations mesurées sont beaucoup plus élevées que le reste de l'année.

Concentrations en ng/m ³	Aclonifen	Chlorothalonil *	Chlorpropham	Chlorpyrifos- ethyl	Chlorotoluron	Clomazone	Cyhalothrine- lambdab	Cyprodinil *	Difénoconazole	Diflufenicanil	Diméthénamide	Ethofumesate	Fenpropridine	Fenproprymorfe	Fluazinam	Lindane *	Metamitron	Métazachlore	S-Métolachlore *	Pendiméthaline *	Propyzamide	Prosulfocarbe	Spiroxamine	Triallate
semaine 7																								
semaine 8																							0,2	
semaine 9																								
semaine 10									0,6											0,8				0,1
semaine 11																				0,6				
semaine 12	1,1																			12				
semaine 13																				7,0				
semaine 14		0,9						0,4					0,1							1,5				0,1
semaine 15		1,6						0,3											0,3	1,5				0,6
semaine 16		2,1						0,7				0,2					0,2		0,9	1,2			0,2	0,3
semaine 17																			0,2	0,6				
semaine 18																			0,2					0,1
semaine 19			1,4									0,1	0,1							1,5		11		0,2
semaine 20			0,8					0,3					0,8						1,1	0,7		6,8	0,2	
semaine 21		3,6	0,2											0,3						0,3				
semaine 22																								
semaine 23		2,2																	0,2	0,2				
semaine 24			0,3																					
semaine 25																				0,2				
semaine 26		0,7																		0,1				
semaine 27														0,2										
semaine 28														0,9										
semaine 29													0,3	0,2										
semaine 30																								
semaine 31															0,2									
semaine 32														0,5										
semaine 33														8,1	0,3									
semaine 34														3,6	0,1									
semaine 35						0,4					0,7								0,8					
semaine 36						0,7					0,3		0,3						0,4	0,2				
semaine 37											0,8								1,4					
semaine 38																0,2								
semaine 39				0,3							0,4								0,5				0,1	
semaine 40				0,2																			0,3	
semaine 41				0,3	0,1						0,2								0,2	5,0			29	
semaine 42				0,5						0,2										14			0,3	
semaine 43				1,1																9,3			43	
semaine 44				0,1																	1,8		46	
semaine 45																				6,2			20	
semaine 46																				4,3	0,2		20	
semaine 47							0,2													1,4	0,5	46		0,2
semaine 48					0,1															2,1	1,7	20		0,1
semaine 49																				0,4	0,6	27		
semaine 50																				3,0	0,9	91		
semaine 51																				4,0		0,3		
semaine 52																							0,3	
Moyenne	1,1	1,8	0,7	0,4	0,1	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,5	0,1	1,7	0,4	0,2	0,2	0,2	0,7	0,5	3,1	0,8	20	0,2	0,2
Maximum	1,1	3,6	1,4	1,1	0,1	0,7	0,2	0,7	0,6	0,2	0,8	0,2	8,1	0,9	0,2	0,2	0,2	1,4	1,1	14	1,7	91	0,2	0,6

* : pesticide observé sur l'ensemble des sites.

Tableau 8 : Concentrations en pesticides à Oysonville (15 février 2016 au 2 janvier 2017)

La famille des herbicides est, pour cette campagne 2016, la plus présente en termes de molécules et de concentrations dans l'air (figures 14, 15 et 16). Les fongicides, dont le chlorothalonil, ont été majoritairement observés de mars à août 2016. Quant aux herbicides, ils ont été quantifiés dans l'air très majoritairement au printemps et à l'automne 2016.

Les insecticides observés à Oysonville étaient présents dans le compartiment aérien exclusivement à l'automne (figure 16).

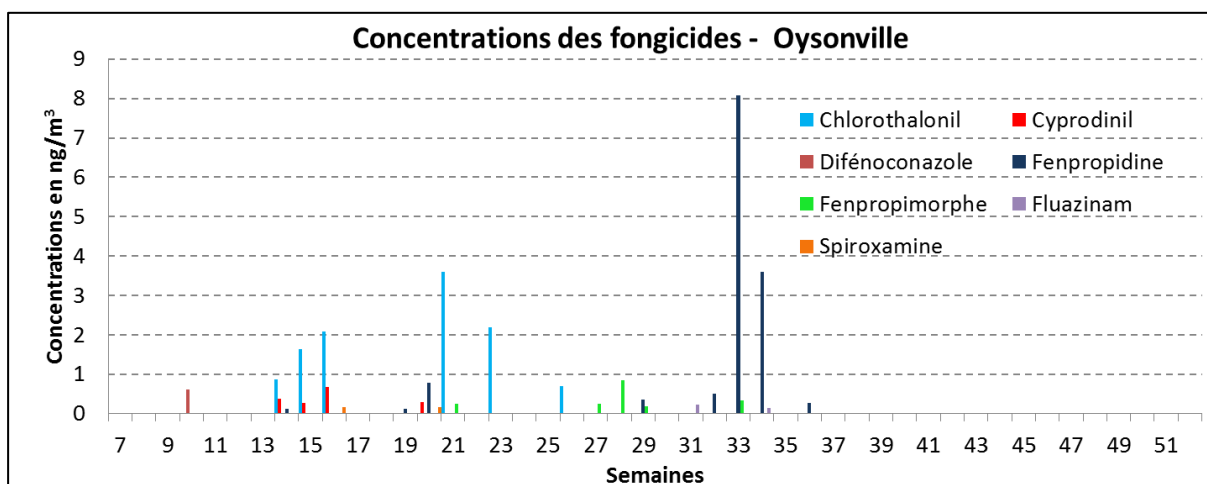


Figure 14 : Concentrations en fongicides à Oysonville en 2016

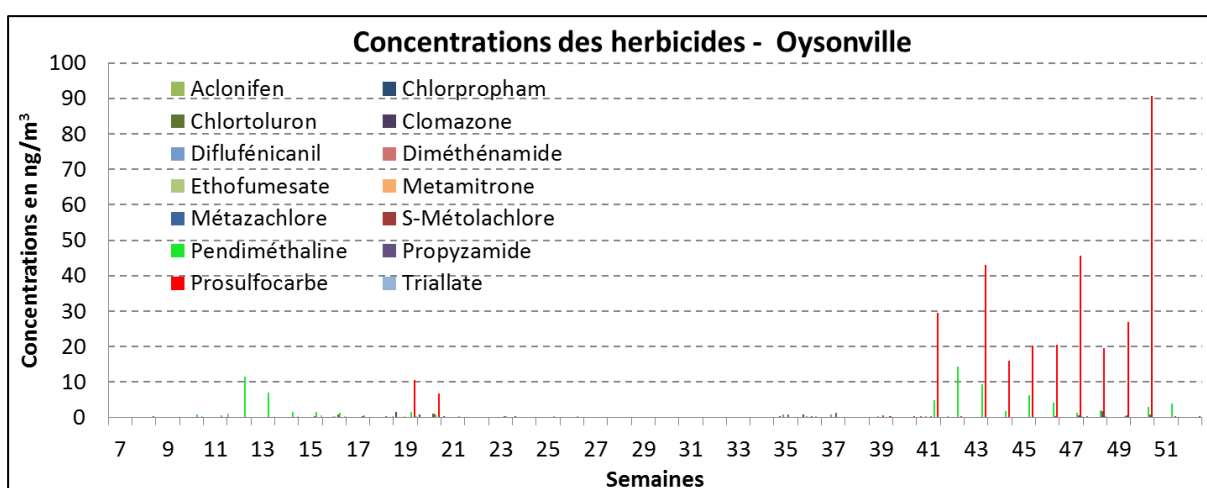


Figure 15 : Concentrations en herbicides à Oysonville en 2016

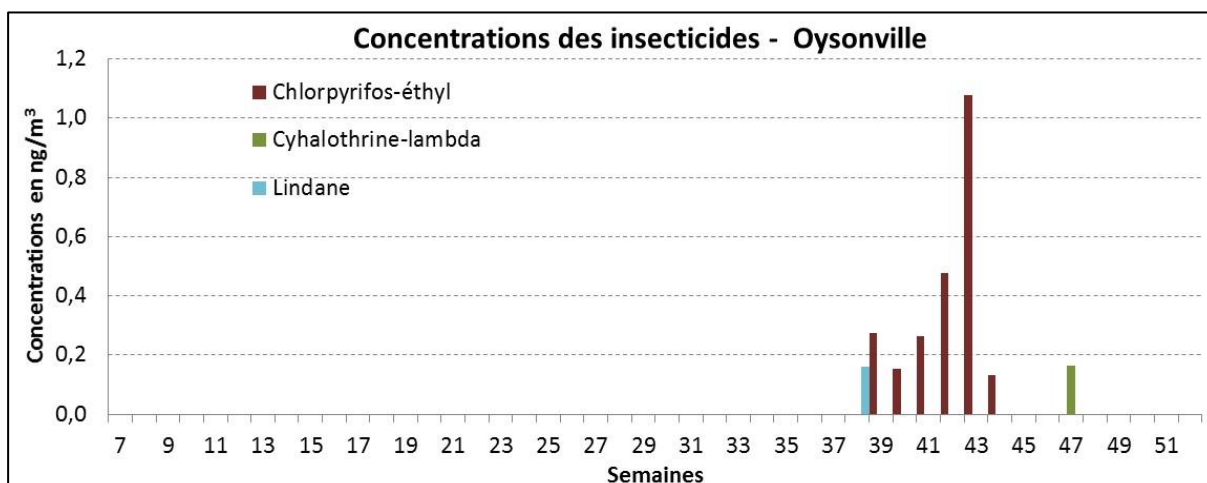


Figure 16 : Concentrations en insecticides à Oysonville en 2016

c) Saint-Martin-d'Auxigny

Durant la campagne de mesures, sur le site rural de Saint-Martin-d'Auxigny, 8 pesticides sur 65 recherchés ont été détectés au moins une fois. La pendiméthaline et le lindane sont les pesticides les plus détectés (17% de détection) (tableau 9).

	Pourcentage de détection
Pendiméthaline (H)	17%
Lindane (I)	17%
S-métolachlore (H)	11%
Cyprodinil (F)	7%
Chlorothalonil (F)	2%
Chlorpyrifos-éthyl (I)	2%
Fenpropimorphe (F)	2%
Oxadiazon (H)	2%

H : Herbicide ; F : Fongicide ; I : insecticide

Tableau 9 : Pourcentage de détection à Saint-Martin-d'Auxigny (du 21 mars au 19 septembre 2016)

Le tableau 10 indique les concentrations hebdomadaires des pesticides détectés durant la campagne de mesures.

Les semaines 18 et 21 correspondent aux semaines où il a été détecté le plus grand nombre de pesticides (3 molécules).

La concentration la plus importante a été mesurée semaine 18 pour le chlorothalonil avec 6,6 ng/m³, fongicide très couramment observé depuis 2006.

Concentrations en ng/m ³	Chlorothalonil *	Chlorpyrifos-éthyl *	Cyprodinil *	Fenpropimorphe	Lindane *	S-Métolachlore *	Oxadiazon	Pendiméthaline *
semaine 12								2,1
semaine 13			0,5					2,1
semaine 14			0,3					0,3
semaine 15			0,1					0,1
semaine 16	Prélèvement invalidé							
semaine 17								0,2
semaine 18	6,6					0,4		0,3
semaine 19								0,3
semaine 20						0,2		0,2
semaine 21				0,1	0,1	0,4		
semaine 22								
semaine 23						0,2		
semaine 24								
semaine 25		0,3			0,2			
semaine 26								
semaine 27								
semaine 28					0,2			
semaine 29								
semaine 30						0,2		
semaine 31					0,2		0,2	
semaine 32								
semaine 33					0,2			
semaine 34								
semaine 35					0,2			
semaine 36					0,2			
semaine 37					0,2			
Moyenne	6,6	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	0,2	0,7
Maximum	6,6	0,3	1,0	0,1	1,4	1,4	0,2	5,5

* : pesticide observé sur l'ensemble des sites.

Tableau 10 : Concentrations en pesticides à Saint-Martin d'Auxigny (du 21 mars au 19 septembre 2016)

Les 3 familles de pesticides étaient équitablement représentées au cours de cette campagne 2016 sur le site de Saint-Martin-d'Auxigny : 3 fongicides, 3 herbicides et 2 insecticides.

Classiquement, les fongicides ne sont plus présents dans l'air à partir de la fin du printemps (Figure 17).

Les herbicides sont observés majoritairement au printemps (Figure 18). Mais au regard des conclusions établies précédemment (chapitres IV-1 et IV-4 a et b), on peut émettre l'hypothèse que les concentrations des herbicides auraient ré-augmenté si la campagne s'était prolongée sur le site de Saint-Martin-d'Auxigny.

Concernant les insecticides, le lindane, composé interdit à l'utilisation depuis 1998, est prédominant. Il a été observé sur les 4 sites surveillés en 2016, en région Centre-Val de Loire. Mais c'est sur le site de Saint-Martin-d'Auxigny qu'il a été le plus souvent quantifié. Les concentrations sont toutes inférieures à 1 ng/m³ (Figure 19).

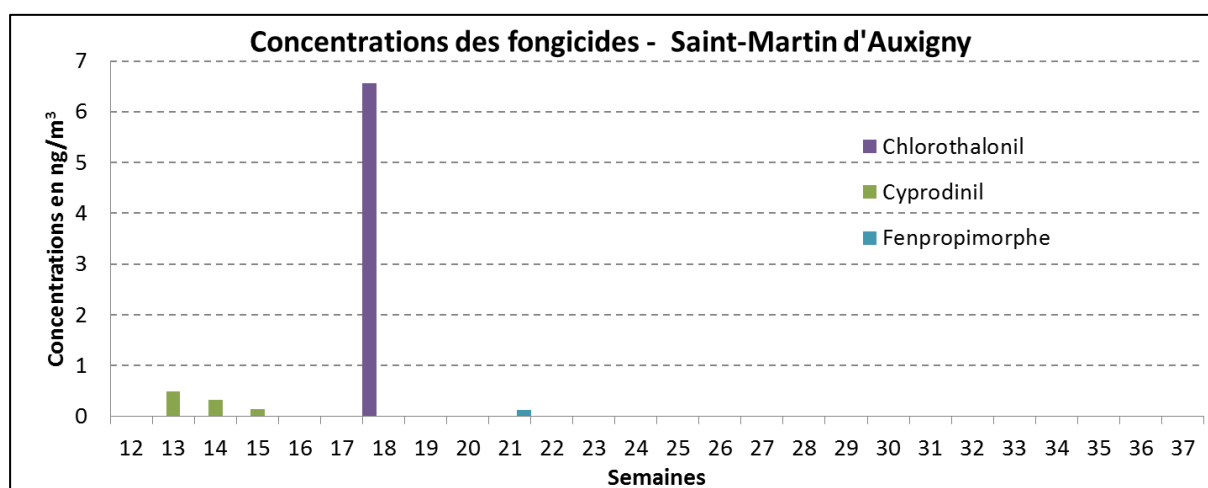


Figure 17 : Concentrations en fongicides à Saint-Martin-d'Auxigny en 2016

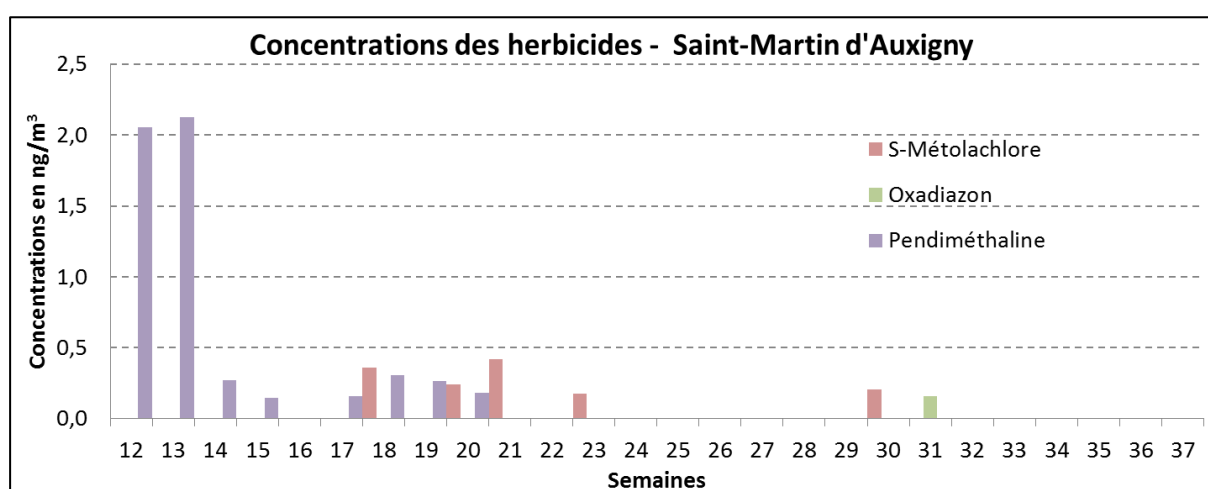


Figure 18 : Concentrations en herbicides à Saint-Martin-d'Auxigny en 2016

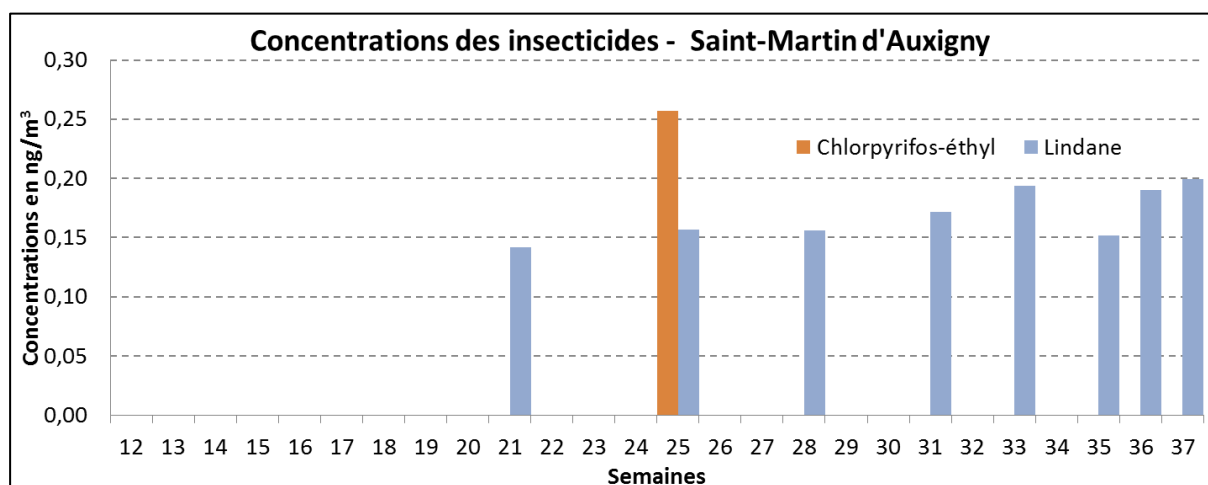


Figure 19 : Concentrations en insecticides à Saint-Martin-d'Auxigny en 2016

d) Tours-La Bruyère

Durant la campagne de mesures, 11 pesticides sur les 65 recherchés ont été détectés au moins une fois sur le site urbain de Tours.

La pendiméthaline est le pesticide le plus détecté avec une fréquence d'apparition de 15%. Puis vient le S-métolachlore, avec une fréquence d'apparition de 13% (tableau 11).

	Pourcentage de détection
Pendiméthaline (H)	15%
S-Métolachlore (H)	13%
Chlorothalonil (F)	4%
Lindane (I)	4%
Chlorpyrifos-éthyl (I)	2%
Chlorpyrifos-méthyl (I)	2%
Cyprodinil (F)	2%
Fluazinam(F)	2%
Krésoxim-méthyl (F)	2%
Oxadiazon (H)	2%
Procymidone (F)	2%

H : Herbicide ; F : Fongicide ; I : insecticide

Tableau 11 : Pourcentage de détection à Tours (du 21 mars au 19 septembre 2016)

Le tableau 12 représente les concentrations hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Tours.

Il a été détecté au maximum 3 pesticides différents sur une semaine (semaines 24 et 25).

Le pesticide le plus souvent mesuré à Tours et dont les concentrations ont été les plus importantes est la pendiméthaline. La concentration la plus élevée sur le site de Tours pour la campagne de surveillance de 2016, revient à cet herbicide avec une valeur de 1,1 ng/m³.

Globalement les concentrations des pesticides dépassent rarement 1 ng/m³.

On retrouve le comportement saisonnier évoqué dans le chapitre IV-1 Bilan global pour la pendiméthaline et le s-métolachlore. En effet, ces pesticides sont détectés au printemps puis disparaissent des prélèvements dès la fin juin 2016.

Concentrations en ng/m ³	Chlorothalonil *	Chlorpyrifos-éthyl *	Chlorpyrifos-méthyl	Cyprodinil *	Fluazinam	Lindane *	Krésoxim-méthyl	S-Métolachlore *	Oxadiazon	Pendiméthaline *	Procyridone
semaine 12										0,6	
semaine 13										1,1	
semaine 14	0,7										
semaine 15	0,6										
semaine 16				0,2						0,2	
semaine 17											
semaine 18								0,5			
semaine 19										0,2	
semaine 20								0,5		0,3	
semaine 21								0,6			0,1
semaine 22											
semaine 23								0,3			
semaine 24							0,3	0,2		0,1	
semaine 25			0,2					0,3		0,2	
semaine 26											
semaine 27											
semaine 28											
semaine 29											
semaine 30											
semaine 31									0,1		
semaine 32											
semaine 33						0,2					
semaine 34											
semaine 35											
semaine 36					0,2	0,1					
semaine 37		0,8									
Moyenne	0,7	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,1	0,4	0,1
Maximum	0,7	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,6	0,1	1,1	0,1

* : pesticide observé sur l'ensemble des sites.

Tableau 12 : Concentrations en pesticides à Tours (du 21 mars au 19 septembre 2016)

Les trois figures suivantes (figures 20, 21 et 22) 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. Parmi ces fongicides, une substance active interdite à l'utilisation a même été observée : la procymidone.

Les herbicides, quant à eux, sont majoritairement observés jusqu'en semaine 26.

Sur le site urbain de Tours, trois insecticides ont été observés : le lindane qui est interdit d'utilisation depuis 1998, le chlorpyrifos-éthyl et le chlorpyrifos-méthyl, insecticides à large spectre utilisés en arboriculture et viticulture.

La charge totale en pesticides dans l'air pendant cette campagne 2016 est très faible sur le site de Tours-La Bruyère et correspond aux niveaux les plus faibles enregistrés sur ce site depuis 2006 (cf. annexe 1). Toutefois, on constate, comme pour le site urbain d'Orléans-Saint-Jean, que la présence des pesticides dans l'air est étroitement liée aux périodes d'épandage sur le territoire agricole.

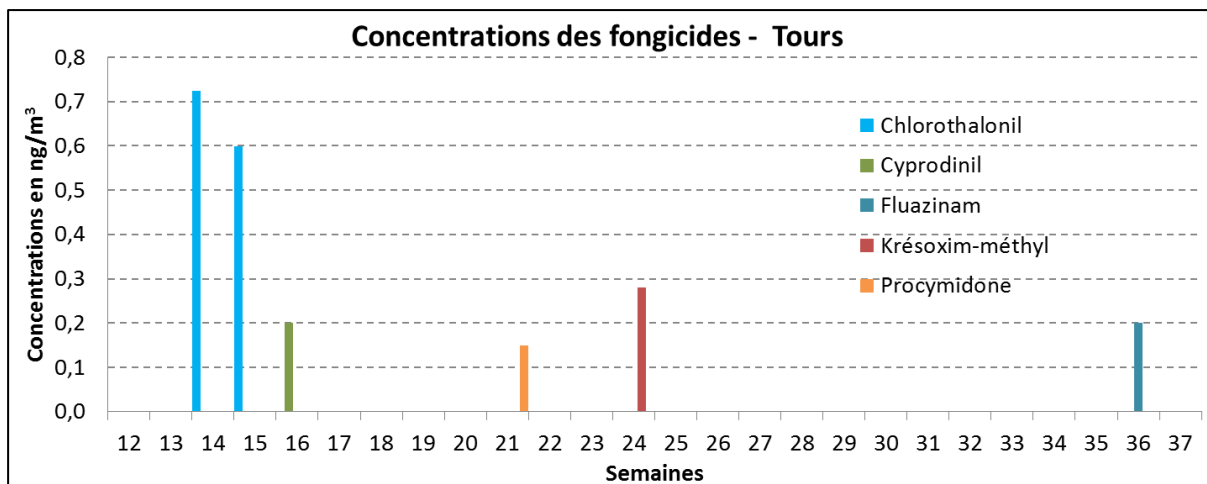


Figure 20 : Concentrations en fongicides à Tours en 2016

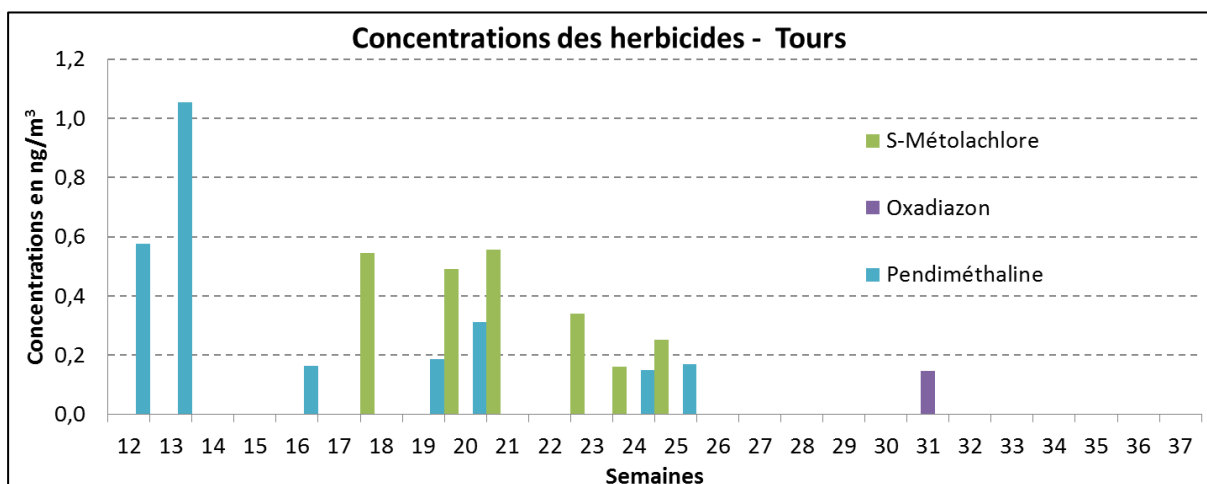


Figure 21 : Concentrations en herbicides à Tours en 2016

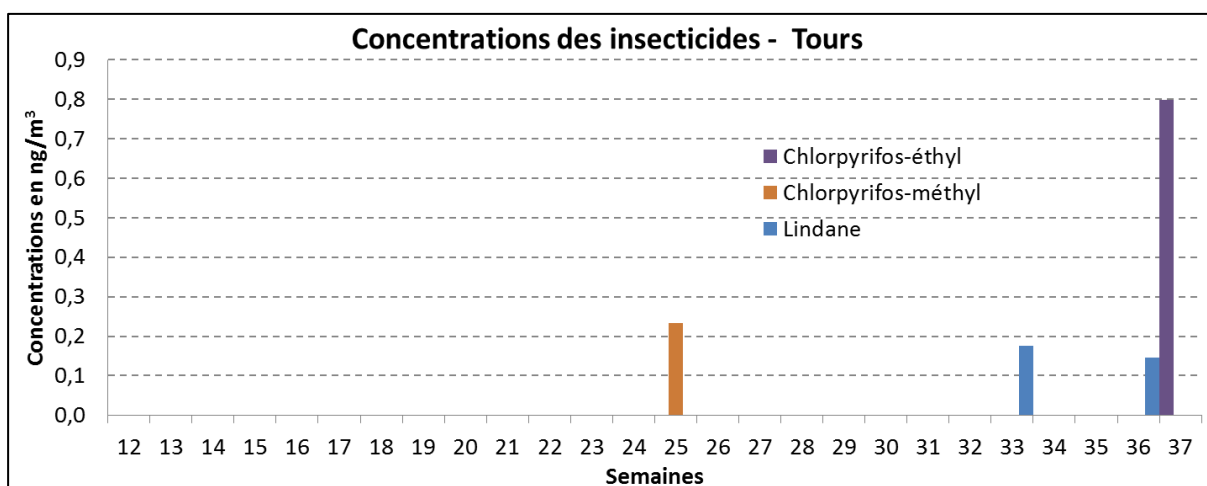


Figure 22 : Concentrations en insecticides à Tours en 2016

Conclusion

Au cours de cette campagne de surveillance 2016, 65 pesticides ont été recherchés. Au total, 28 pesticides (9 fongicides, 15 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. Les herbicides ont été globalement plus nombreux que les fongicides.

Quantitativement, pour une période comparable, les concentrations en pesticides dans l'air sont stables depuis 2015 et parmi les niveaux les plus faibles depuis 2006.

En termes de molécules détectées, 6 substances actives sont communes aux 4 sites de mesures durant l'année 2016 : le chlorothalonil, le chlorpyrifos éthyl, la cyprodinil, le lindane, le S-métolachlore et la pendiméthaline. Ces pesticides sont systématiquement observés sur au moins un des sites de mesures et ce depuis le début de la surveillance en région Centre-Val de Loire.

Sur les 7 molécules proscrites à l'utilisation, le lindane et la procymidone ont été observés. Le lindane, 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 et de 2015.

Suite aux conclusions des campagnes de 2014 et 2015, la campagne de 2016 avait un objectif spécifique : mettre à jour les variations temporelles des pesticides dans l'air. Pour ce faire, les sites de Oysonville (site rural) et d'Orléans-Saint-Jean (site urbain) ont été surveillés du 15 février 2016 au 2 janvier 2017 (les sites de Tours et de Saint-Martin-d'Auxigny ont, quant à eux, été surveillés du 21 mars au 19 septembre 2016).

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 automnal. Les périodes estivale et hivernale, quant à elles, sont marquées par un minimum quantitatif et qualitatif. Certaines substances actives observées à partir de la fin de l'été sont différentes de celles mesurées au printemps. Le printemps reste la période de l'année où l'on observe une grande variété de molécules différentes dans l'atmosphère.

Quantitativement, la période la plus chargée en pesticides fut l'automne et notamment à cause des concentrations importantes en herbicides.

Enfin il a été démontré que ce nouveau profil saisonnier est observé aussi bien en zone rurale qu'en zone urbaine même si les niveaux ont été relativement plus importants sur le site à proximité de grandes cultures de Oysonville.

En conséquence, la campagne 2017 sera une nouvelle année d'évaluation avec une évolution de la période de surveillance. Afin de la définir, Lig'Air prendra en compte les nouveaux profils saisonniers mais également les pratiques agricoles spécifiques à certaines cultures et les contraintes budgétaires.

De plus, en 2017, un nouveau site en zone viticole sera installé à Bourgueil (Indre-et-Loire). Il remplacera le site de Saint-Aignan (Loir-et-Cher). Sur ce site, la période de surveillance sera

aussi adaptée à ces différents critères et ne sera pas forcément identique aux sites influencés par les grandes cultures par exemple.

Enfin, Lig'Air participera de 2017 à 2021 à l'étude RePP'Air "Réduction des Produits Phytosanitaires dans l'Air". Cette étude est pilotée par la chambre régionale d'agriculture Grand-Est. RePP'Air vise à affiner la compréhension des phénomènes impliqués dans les transferts de produits phytosanitaires vers le compartiment aérien et intégrer cette question dans le conseil auprès des agriculteurs (cf. annexe 2 : RePP'Air). Pour la région Centre-Val de Loire, le site de Saint-Martin-d'Auxigny intégrera cette étude.

Table des tableaux

Tableau 1 : Sites de mesure des pesticides pour l'année 2016.....	5
Tableau 2 : conditions météorologiques de l'année 2016 (Source : Météo-France)	7
Tableau 3 : Liste des pesticides suivis en 2016.....	9
Tableau 4 : Nombre de détections et cumul des concentrations des pesticides suivant les sites de mesure (année 2016)	10
Tableau 5 : Pourcentage de détection à Orléans-Saint-Jean (du 15 février 2016 au 2 janvier 2017)	18
Tableau 6 : Concentrations en pesticides à Orléans-Saint-Jean (du 15 février 2016 au 2 janvier 2017).....	19
Tableau 7 : Pourcentage de détection à Oysonville (du 15 février 2016 au 2 janvier 2017)	21
Tableau 8 : Concentrations en pesticides à Oysonville (15 février 2016 au 2 janvier 2017)	23
Tableau 9 : Pourcentage de détection à Saint-Martin-d'Auxigny (du 21 mars au 19 septembre 2016)	25
Tableau 10 : Concentrations en pesticides à Saint-Martin d'Auxigny (du 21 mars au 19 septembre 2016).....	25
Tableau 11 : Pourcentage de détection à Tours (du 21 mars au 19 septembre 2016).....	27
Tableau 12 : Concentrations en pesticides à Tours (du 21 mars au 19 septembre 2016)	28

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 2016 (Source : RPG).....	6
Figure 3 : Cumuls mensuels des précipitations en 2016 en région Centre-Val de Loire (Source : Météo France) ...	7
Figure 4 : Schéma du devenir des pesticides épandus (source : Lig'Air/Le Toit à Vaches)	8
Figure 5 : Moyenne des charges totales en pesticides sur l'ensemble des sites des semaines 15 à 26 de 2006 à 2016	12
Figure 6 : Nombre de composés observés sur l'ensemble des sites des semaines 15 à 26 de 2006 à 2016.....	13
Figure 7 : Evolution des charges en pesticides sur les sites surveillés en 2016.....	14
Figure 8 : Cumul moyen par famille de produits phytosanitaires sur les quatre sites surveillés en 2016	15
Figure 9 : Evolution hebdomadaire du nombre de molécules observées sur les quatre sites de mesures en 2016	16
Figure 10 : Evolutions hebdomadaires de l'indice PHYTO sur les quatre sites de mesures en 2016	17
Figure 11 : Concentrations en fongicides à Orléans-Saint-Jean en 2016	20
Figure 12 : Concentrations en herbicides à Orléans-Saint-Jean en 2016	20
Figure 13 : Concentrations en insecticides à Orléans-Saint-Jean en 2016	20
Figure 14 : Concentrations en fongicides à Oysonville en 2016	24
Figure 15 : Concentrations en herbicides à Oysonville en 2016	24
Figure 16 : Concentrations en insecticides à Oysonville en 2016	24
Figure 17 : Concentrations en fongicides à Saint-Martin-d'Auxigny en 2016	26
Figure 18 : Concentrations en herbicides à Saint-Martin-d'Auxigny en 2016	26
Figure 19 : Concentrations en insecticides à Saint-Martin-d'Auxigny en 2016	27
Figure 20 : Concentrations en fongicides à Tours en 2016.....	29
Figure 21 : Concentrations en herbicides à Tours en 2016.....	29
Figure 22 : Concentrations en insecticides à Tours en 2016.....	29
Figure 23 : Evolution du nombre de SA observées et de la charge totale en pesticides à Tours-La Bruyère de 2006 à 2016	33
Figure 24 : Evolution du nombre de SA observées et de la charge totale en pesticides à Oysonville de 2006 à 2016	34
Figure 25 : Evolution du nombre de SA observées et de la charge totale en pesticides à Orléans-Saint-Jean de 2006 à 2016	34
Figure 26 : Evolution du nombre de SA observées et de la charge totale en pesticides à Saint-Martin-d'Auxigny de 2006 à 2016.....	34

Annexes

Annexe 1: Evolution du nombre de substances actives mesurées et du cumul des concentrations par site (des semaines 16 à 25).

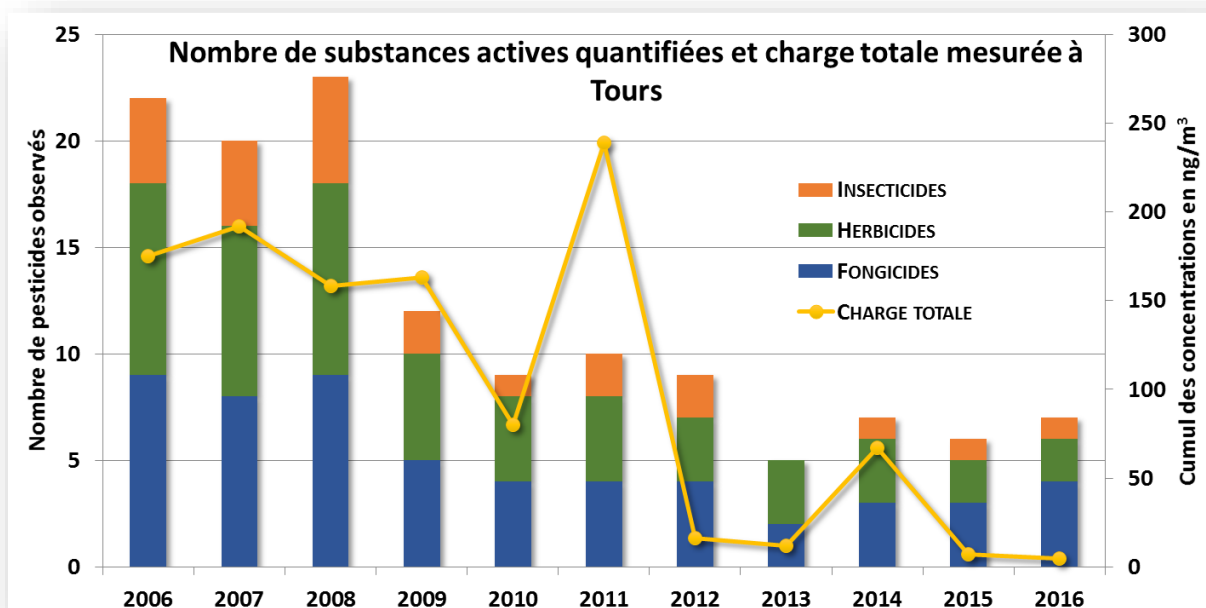


Figure 23 : Evolution du nombre de SA observées et de la charge totale en pesticides à Tours-La Bruyère de 2006 à 2016

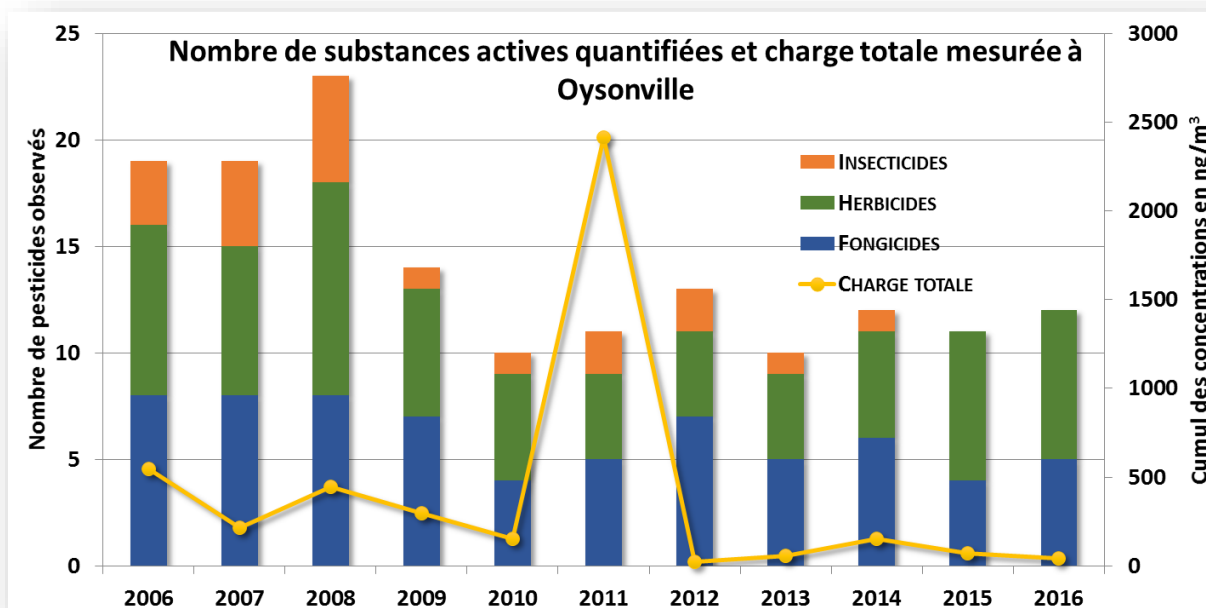


Figure 24 : Evolution du nombre de SA observées et de la charge totale en pesticides à Oysonville de 2006 à 2016

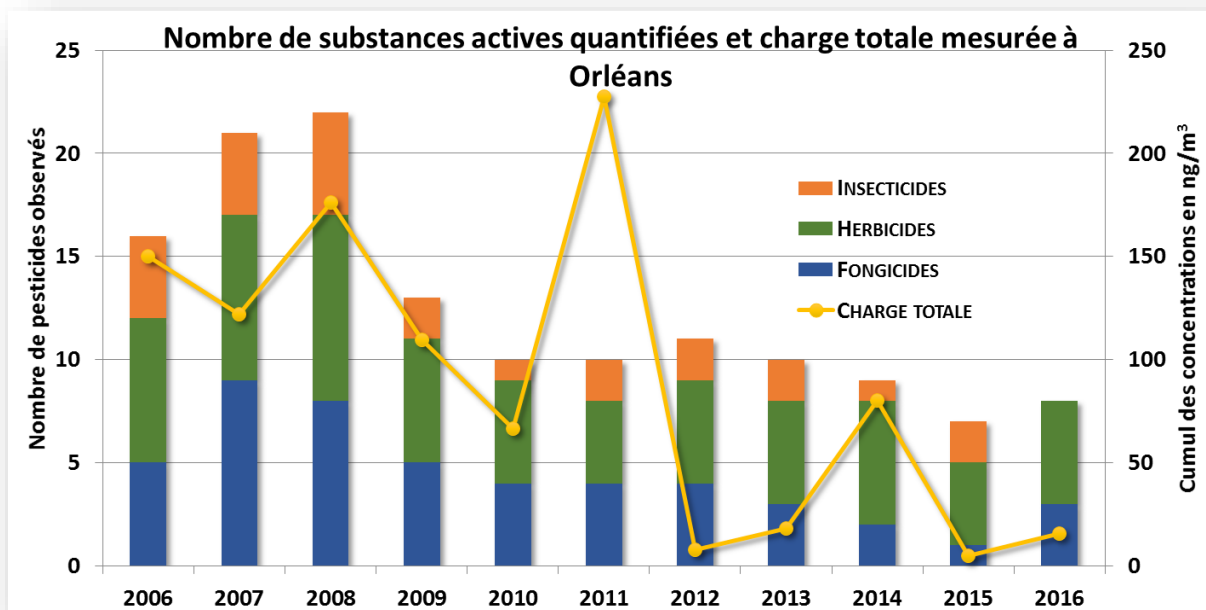


Figure 25 : Evolution du nombre de SA observées et de la charge totale en pesticides à Orléans-Saint-Jean de 2006 à 2016

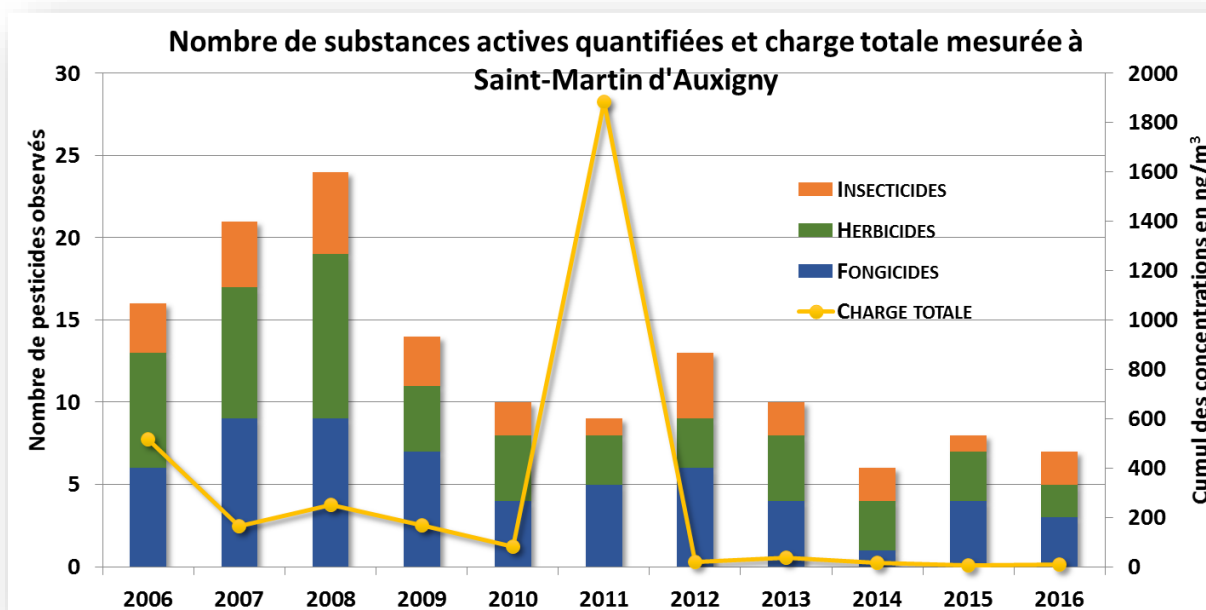


Figure 26 : Evolution du nombre de SA observées et de la charge totale en pesticides à Saint-Martin-d'Auxigny de 2006 à 2016

Annexe 2 : Etude RePP'Air

