



Surveillance de la qualité de l'air en région Centre

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

Année 2011

Rapport final

Mars 2012

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

3 rue du Carbone - 45 100 ORLEANS

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

Sommaire

Avertissement	3
Introduction et cadre de l'étude	4
I Méthode de mesure utilisée	4
II Sites de mesures	4
III Liste des pesticides suivis	5
IV Résultats de l'année 2010	6
IV-1 Synthèse régionale	6
IV-2 Zoom sur les résultats par site de mesures	10
IV-2-1 Tours « la Bruyère »	10
IV-2-2 Orléans « Faubourg Bannier »	12
IV-2-3 Oysonville	14
IV-2-4 Saint Martin d'Auxigny	16
IV-2-5 Saint Aignan	18
IV-3 Comparaison des résultats entre les cinq sites de mesures	20
IV-3-1 Cumul hebdomadaire des concentrations	21
IV-3-2 Nombre de pesticides détectés par semaine	22
IV-3-3 L'indice PHYTO	23
Conclusion	25
Bibliographie	26

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. Il ne peut être reproduit, en tout ou partie, sans l'autorisation écrite 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 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.

Au cours de cette année 2011, 62 pesticides (20 herbicides, 18 insecticides, 24 fongicides) sur les cinq sites de mesures, à savoir trois sites en zone agricole (Oysonville au cœur des grandes cultures, Saint-Martin d'Auxigny en zone arboricole et Saint-Aignan à proximité de vignobles) et deux sites en zone non agricole (Orléans et Tours).

Les mesures des pesticides sont financées par l'ARS¹, la région Centre, les agglomérations de Tours et Orléans, les conseils généraux du Loiret, du Cher et du Loir-et-Cher. En 2011, dans le cadre du plan Ecophyto 2018, l'ONEMA² a participé au financement du suivi des pesticides. Grâce à cette contribution, la période de mesure a été augmentée de 4 semaines. Elle s'est étalée du 6 avril au 10 août 2011. Le présent rapport fait état des résultats de mesures pour l'année 2011 en proposant tout d'abord une synthèse régionale et ensuite un bilan par site de mesures. Enfin une comparaison des 5 sites de mesures est effectuée grâce à la construction d'indicateurs de suivi (cumul hebdomadaire des concentrations, nombre de pesticides détectés par semaine, indice PHYTO hebdomadaire).

I - Méthode de mesure utilisée

La méthode de prélèvement est celle mise au point par Lig'Air qui s'inspire des méthodes américaines EPA TO-10 et TO-04 [1, 2] mais également des normes AFNOR NFX 43-058 et 43-059. Les méthodes de prélèvement, de mesure et d'analyses sont détaillées dans les rapports antérieurs de Lig'Air [3, 4, 5].

II – Période et Sites de mesures

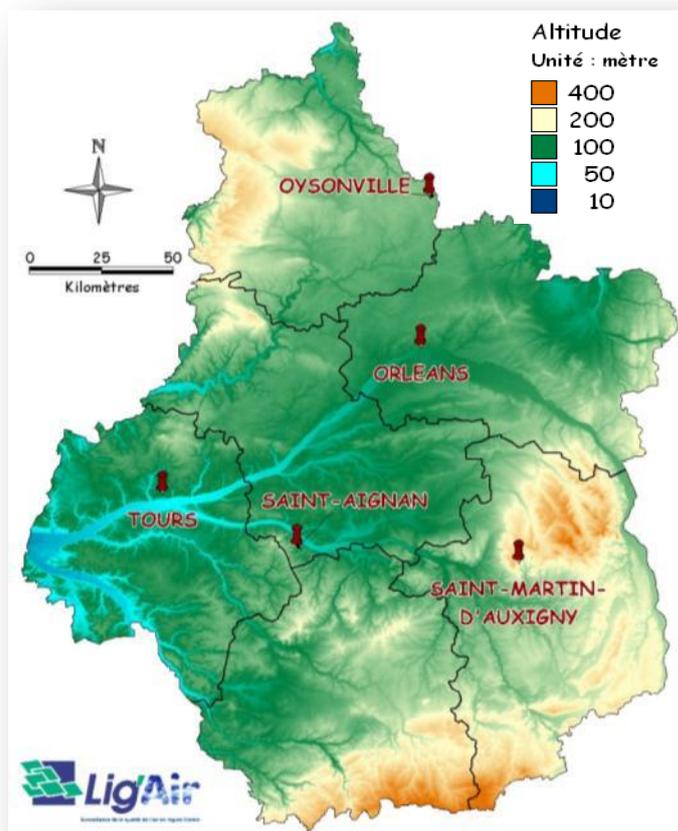
Le rapport ANSES (17) recommande un suivi des pesticides plus dense entre les semaines 12 à 38 et un suivi plus relâché de la semaine 38 à la semaine 12. Afin d'avoir un suivi des pesticides objectif en rapport avec les moyens financiers disponibles, Lig'Air mène ses campagnes de mesures entre les semaines 12 à 38 (périodes d'épandage). En 2011, le suivi des pesticides a été réalisé du 6 avril 2011 au 10 août 2011 (de la semaine 14 à la semaine 31). Au total 18 prélèvements ont été réalisés sur chacun des 5 sites étudiés. La typologie des sites étudiés ainsi que leurs localisations sont présentés respectivement dans tableau 1 et carte 1.

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

Tableau 1 : sites de mesure des pesticides pour l'année 2011

¹ Agence Régionale de Santé

² Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques



Carte 1 : sites de mesures de pesticides sur la région Centre en 2011 (Source : IGN)

III - Liste des pesticides suivis en 2011

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'ils se volatilisent relativement facilement. Il est évident qu'il n'y a que peu d'intérêt à surveiller dans l'air ambiant des molécules qui n'ont qu'une très faible capacité à se volatiliser.

Chaque année, Lig'Air établit une liste de molécules à surveiller dans l'air ambiant. Cette liste tient compte de l'historique des mesures des années précédentes, des paramètres physico-chimiques des molécules (volatilisation) ainsi que d'autres critères tels que l'utilisation en région Centre, mais aussi leur utilisation et observation dans les régions avoisinantes à la région Centre. Enfin la liste régionale annuelle contient les pesticides constituant la liste socle nationale. Le tableau 2 recense les molécules de la liste annuelle régionale.

Il est à noter par ailleurs que les pesticides ne sont pas réglementés dans l'air ambiant.

Actions	Substances actives	Actions	Substances actives
I	44' DDD	I	Flufenoxuron
I	44' DDE	H	Flurochloridone
H	Acetochlore	F	Folpel
H	Aclonifen	I	Hexythiazox
I	A-endosulfan	F	Iprodione
H	Alachlore	F	Iprovalicarbe
F	Azoxystrobine	F	Kresoxim_methyl
I	Beta cyfluthrine	I	Lindane
F	Captane	H	Mecoprop
F	Chlorothalonil	H	Metazachlore
I	Chlorpyriphos ethyl	H	S-S-métolachlore
I	Chlorpyriphos-methyl	F	Myclobutanil
I	Cyfluthrine (I+II+III)	H	Oryzalin
F	Cymoxanil	H	Oxadiazon
F	Cyprodinil	H	Oxyfluorfe
I	Deltamethrine	H	Pendimethaline
I	Diazinon	I	Phosmet
H	Dichlobenil	F	Procymidone
H	Diclofop-methyl	H	Propachlore
H	Diflufenicanil	I	Propargite
H	Dimethenamide	H	Prosulfocarbe
F	Dimetomorphe (somme I + II)	F	Pyrimethanil
F	Diphenylamine	I	Pyrimicarbe
F	Epoxiconazole	I	Pyriproxifene
H	Ethofumesate	F	Spiroxamine
I	Ethoprophos	I	Tebufenpyrad
F	Fenhexamide	F	Thiabendazole
F	Fenpropidine	F	Tolyfluanide
F	Fenpropimorphe	H	Triallate
F	Fluazinam	F	Trifloxystrobine
F	Fludioxonil	H	Trifluraline

Tableau 2 : liste des pesticides suivis en 2011

Au total, sur les 62 pesticides (20 herbicides, 18 insecticides, 24 fongicides) suivis par Lig'Air, 12 substances actives ne sont plus utilisées théoriquement en 2011 (en rouge dans le tableau 2).

IV – Résultats de l'année 2011

IV-1- Synthèse régionale

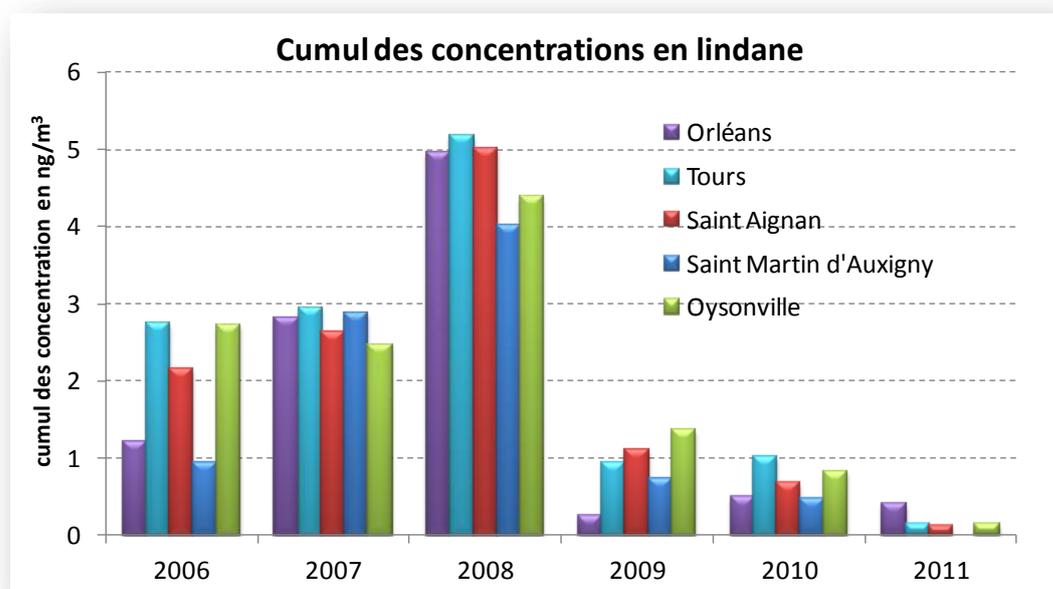
Les campagnes de mesure réalisées durant l'année 2011, ont permis la détection de 12 pesticides dans l'air ambiant (tableau 3). Parmi ces 12 molécules, 8 d'entre elles sont communes à l'ensemble des sites (molécules sur fond vert tableau 3). D'une manière générale, une dizaine de pesticides ont été observés sur chaque site et de façon indépendante de sa typologie.

Pesticides	Orléans	Oysonville	Saint Aignan	Saint Martin d'Auxigny	Tours la Bruyère
Acetochlore	4	4	3	4	3
Chlorothalonile	9	11	10	11	9
Chlorpyriphos ethyl	3	2	3	11	3
Cyprodinile	1	2	3	3	
Fenpropimorphe	3	8	1	1	2
Folpel	3	1	1	1	1
Lindane	2	1	1		2
S-Métolachlore	7	5	5	5	6
Oxadiazon	10			1	1
Pendiméthaline	4	6	2	1	4
Prosulfocarbe		2			
Spiroxamine	4	5	5	5	5
Nombre de pesticides Observés	11	11	10	10	10

Tableau 3 : nombre de détection des pesticides suivant les sites de mesure ainsi que le nombre des pesticides observés par site (année 2011)

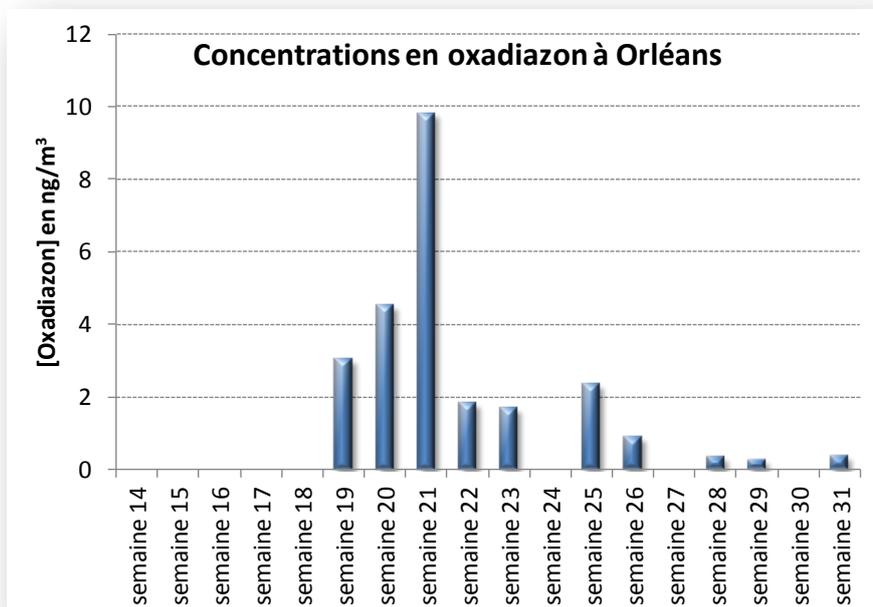
Le nombre de pesticides détectés cette année est en baisse par rapport à l'année précédente (12 en 2011 contre 15 en 2010). Il confirme ainsi la tendance à la baisse déjà en 2010 par rapport aux années précédentes.

L'année 2011, est la première année durant laquelle la trifluraline n'a pas été observée. Elle a été détectée pour la dernière fois en 2010 sur le site de Oysonville. L'année 2011 est aussi la seule année depuis le début de la surveillance au cours de laquelle, le lindane n'a pas été détecté sur l'ensemble des sites. La présence du lindane En termes de concentration et en % de détection n'a pas cessé de décroître depuis l'année 2009 sur l'ensemble des sites surveillés pour aboutir à une non-détection de ce pesticide sur le site de Saint Martin d'Auxigny en 2011 (graphe 1). La décroissance du lindane En termes de pourcentage de détection et de concentration se confirme encore cette année sur les autres sites.



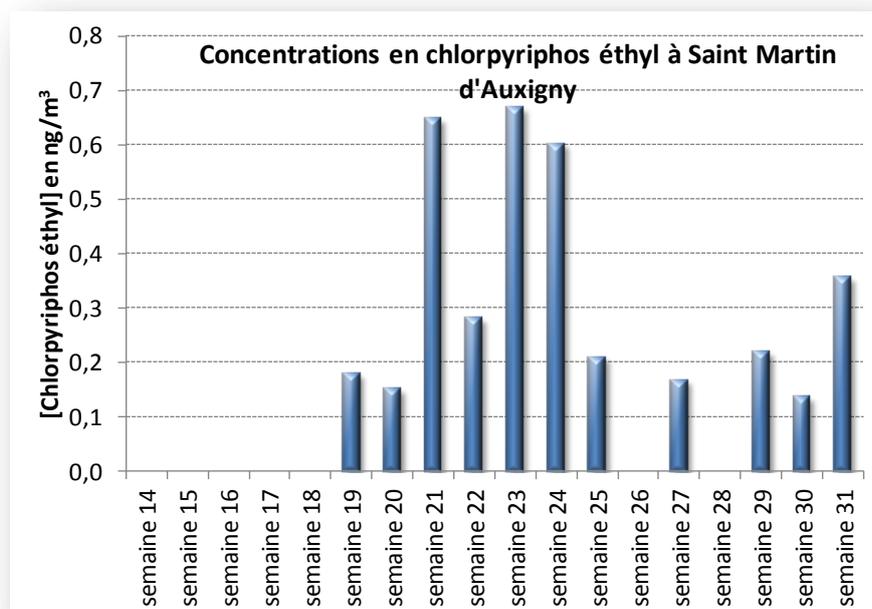
Grappe 1 : cumul des concentrations en lindane de 2006 à 2011 sur les 5 sites de surveillance en région Centre.

La campagne 2011 a été marquée aussi par la détection de l'herbicide oxadiazon. Ce pesticide est la principale molécule détectée sur le site d'Orléans avec plus de 50% de détection. Sur ce site il a été détecté à partir de la semaine 19 jusqu'à la semaine 31 (graphe 2). Sa présence a été aussi notée sur les sites de Tours la Bruyère et de Saint Martin d'Auxigny, mais avec une moindre fréquence que sur le site orléanais.



Graphe 2 : concentrations en oxadiazon mesurées en 2011 sur le site d'Orléans.

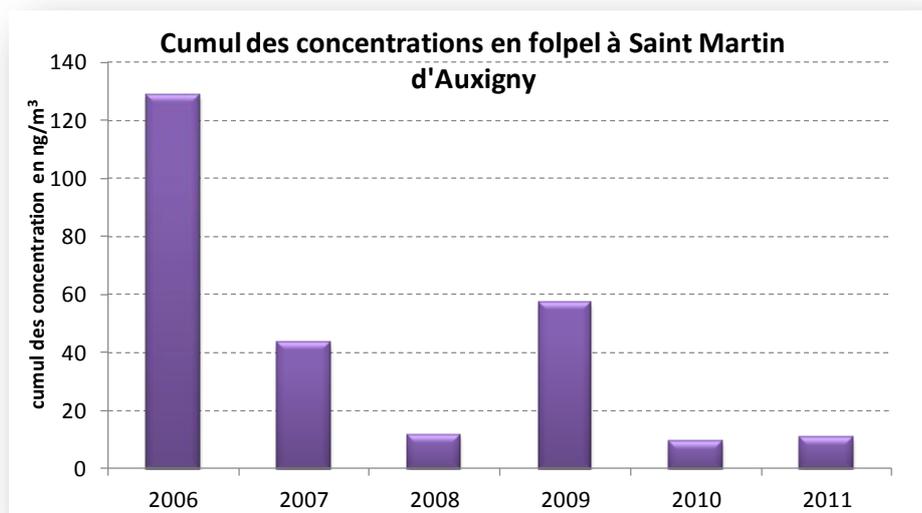
Le chlorpyrifos-éthyle, insecticide utilisé dans le traitement des vignes et des arbres fruitiers a marqué sa forte présence sur le site de Saint-Martin d'Auxigny (site arboricole) avec plus de 60% de détection (graphe 3). Sur ce site, il a été détecté à partir de la semaine 19 jusqu'à la semaine 31. Avec l'oxadiazon, ils sont les deux seules substances actives détectées durant la semaine 31. Sa présence sur les autres sites a été aussi notée avec un pourcentage de détection entre 11 et 17%.



Graphe 3 : concentrations en chlorpyrifos éthyl mesurées en 2011 sur le site de Saint-Martin d'Auxigny.

La spiroxamine, fongicide observé durant les années 2008 et 2009 et n'ayant pas été détecté durant la campagne de 2010, a été observée sur l'ensemble des sites avec la même fréquence d'apparition et durant la même période (entre semaine 14 et semaine 18). Il est le troisième pesticide le plus détecté. Après la semaine 18, aucune détection de ce pesticide n'a été observée.

En termes de cumul de concentrations, le folpel arrive en seconde position après le chlorothalonil. Sa présence est notée sur l'ensemble des sites mais avec une faible fréquence de détection (moins de 6% soit une seule détection par site). En comparaison avec les années précédentes, le cumul des concentrations en 2011, reste proche des minima enregistrés depuis le début de la surveillance, comme nous pouvons le constater sur le site de Saint-Martin-Auxigny par exemple (graphe 4)



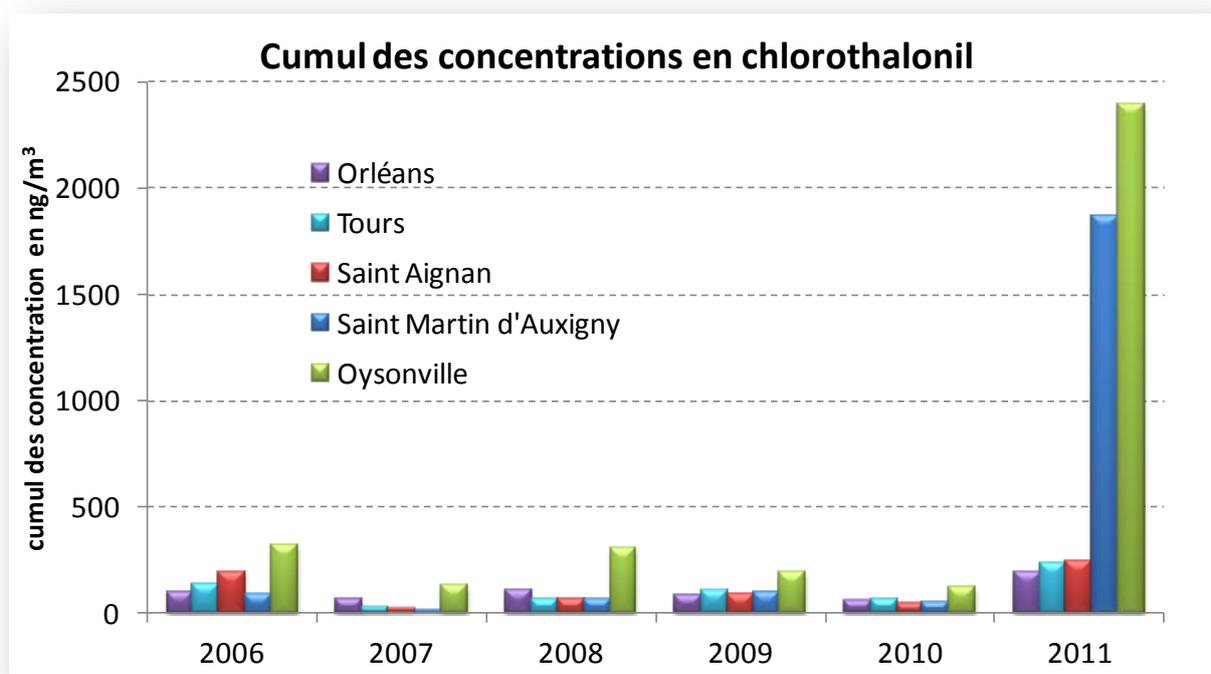
Graph 4 : concentrations en folpel mesurées en 2011 sur le site de Saint-Martin d'Auxigny.

Comme les années précédentes, le chlorothalonil reste le pesticide le plus présent. En termes de fréquence de détection mais aussi en termes de concentrations. Ce fongicide, utilisé aussi bien en grandes cultures qu'en cultures légumières et ornementales est la substance active qui présente les plus fortes concentrations hebdomadaires sur l'ensemble des sites (tableau 4).

	Oysonville	Saint-Martin-d'Auxigny	Saint Aignan	Tours la Bruyère	Orléans
Maximum mesuré (ng/m³)	1 128	1 307	106	123	83
Semaine	23	22	22	22	23

Tableau 4 : concentrations maximales hebdomadaires mesurées en chlorothalonil et semaine concernée

Les niveaux enregistrés durant l'année 2011, de ce pesticide, sont des records. En termes de concentrations hebdomadaire (tableau 4) et en termes de cumul comme nous pouvons le remarquer sur le graphe 5. Les sites de Oysonville et de Saint-Martin-D'auxigny, sont les deux sites les plus touchés avec une augmentation d'environ 600% pour le site de Oysonville et de plus de 2000% pour le site de Saint-Martin d'Auxigny par rapport au cumul de 2006. De plus ces maxima ont été observés sur l'ensemble des sites au cours d'une même période (semaines 22 et 23), c'est-à-dire dans la première moitié du mois de juin 2011.



Graph 5 : cumul des concentrations en chlorothalonil de 2006 à 2011 sur les 5 sites de surveillance en région Centre.

IV-2 Zoom sur les résultats par site de mesures

IV-2-1 Tours la Bruyère

Le tableau 5 présente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Tours la Bruyère du 6 avril au 10 août 2011.

Durant la campagne de mesures, 10 pesticides sur les 62 recherchés ont été détectés au moins une fois. Le chlorothalonil a été observé avec une fréquence d'apparition de 50%. Le S-métolachlore est le pesticide le plus détecté après le chlorothalonil, avec une fréquence d'apparition de 33,3%.

	Pourcentage de détection (en %)
Chlorothalonil	50,0
S-métolachlore	33,3
Spiroxamine	27,8
Pendimethaline	22,2
Acetochlore	16,7
Chlorpyriphos ethyl	16,7
Fenpropimorphe	11,1
Lindane	11,1
Folpel	5,6
Oxadiazon	5,6

Tableau 5 : Pourcentage de détection à Tours (du 6 avril au 10 août 2011)

Le tableau 6 qui représente les concentrations hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Tours montre que les semaines 14 et 17 correspondent aux

semaines où il a été détecté le plus grand nombre de pesticides sur ce site (6 pesticides).

De fin juin à début août 2011, le nombre de pesticides détectés est quasiment nul. Seul l'insecticide chlorpyrifos ethyl a été mesuré la dernière semaine avec une concentration de 0,14 ng/m³.

Concentrations en ng/m ³	Acétochlore *	Chlorothalonil *	Chlorpyrifos ethyl *	Fenpropimorphe *	Folpel *	Lindane	S-métolachlore *	Oxadiazon	Pendiméthaline *	Spiroxamine *
semaine 14	0,19	1,69				0,15	0,25		0,41	0,24
semaine 15		13,43		0,35			0,17			0,18
semaine 16		4,59					0,35			0,17
semaine 17	0,75	16,73		0,3			0,22		0,45	0,22
semaine 18		17,34					0,29			0,22
semaine 19										
semaine 20		13,04								
semaine 21		29,02	0,12			0,14				
semaine 22	0,25	123,53							0,3	
semaine 23		14,45					0,15		0,19	
semaine 24			0,15							
semaine 25					1,4			0,29		
semaine 26										
semaine 27										
semaine 28										
semaine 29										
semaine 30										
semaine 31			0,14							
Moyenne	0,40	25,98	0,13	0,33	1,40	0,15	0,24	0,29	0,34	0,21
Maximum	0,75	123,53	0,15	0,35	1,40	0,15	0,35	0,29	0,45	0,24

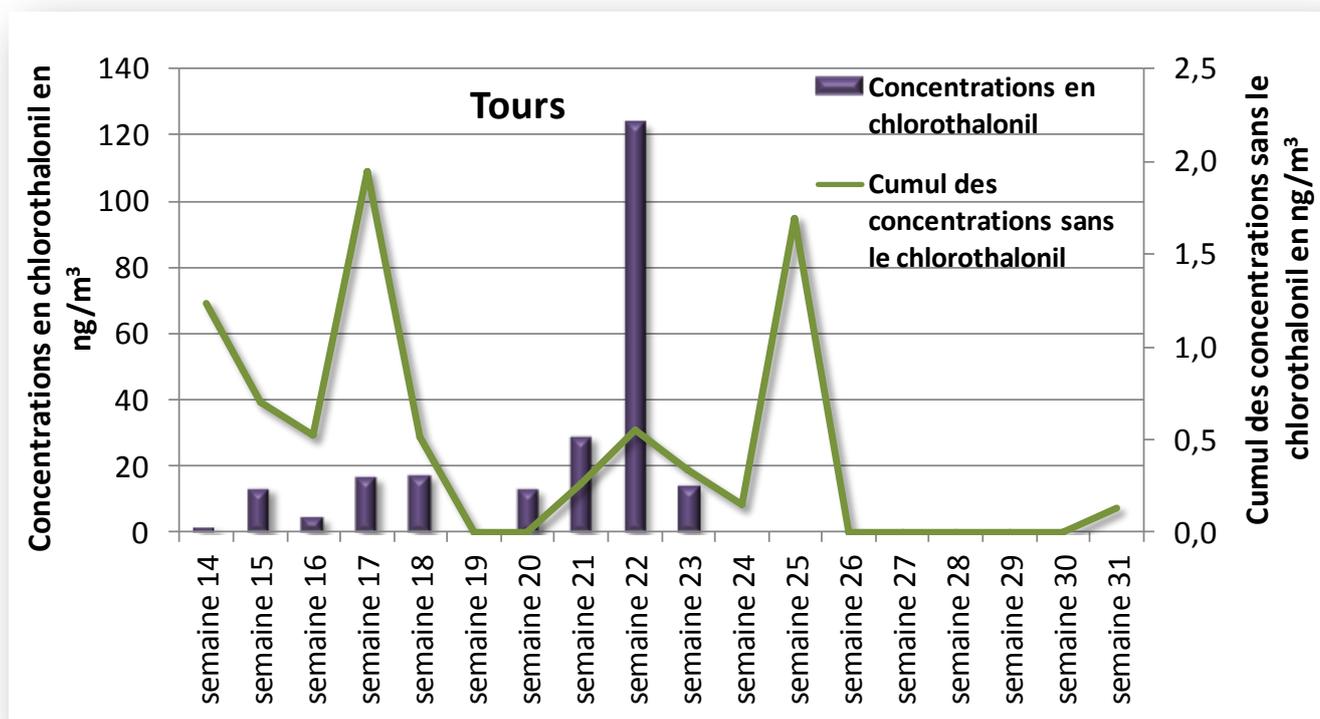
* : pesticide observé sur l'ensemble des sites.

Tableau 6 : concentrations en pesticides à Tours (du 6 avril au 10 août 2011)

Le chlorothalonil est de loin le pesticide qui a présenté le plus de variabilité. En termes de concentration (entre 1,6 et 123,5 ng/m³) sur le site de Tours. Ce pesticide présente les niveaux les plus élevés associés à un pourcentage de détection maximal (tableau 5).

Les concentrations hebdomadaires en chlorothalonil dépassent largement le cumul hebdomadaire des autres pesticides. Le pic de concentration observé la semaine 22 suggère un épandage ou une utilisation proche de cette substance. Il est aussi intéressant de noter la chute rapide des niveaux durant la semaine 23 et la disparition de cette molécule durant les semaines suivantes, suggérant ainsi la faible persistance environnementale de ce pesticide.

Les niveaux totaux de pesticides dans l'air mesurés sur le site de Tours sont dus aux concentrations de chlorothalonil à plus de 90 %.



Graphique 6 : évolutions hebdomadaires des concentrations en chlorothalonil et du cumul des concentrations en pesticides sans chlorothalonil dans l'air ambiant sur le site de Tours (du 6 avril au 10 août 2011)

IV-2-2 Orléans Faubourg Bannier

Le tableau 7 présente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site d'Orléans du 6 avril au 10 août 2011. Durant la campagne de mesures, 11 pesticides sur 62 mesurés ont été détectés au moins à une reprise. L'oxadiazon est le pesticide le plus détecté avec une fréquence d'apparition de 55,6%, juste devant le chlorothalonil (50% de détection) mais avec une concentration maximale nettement inférieure à celle de ce dernier.

	Pourcentage de détection (en %)
Oxadiazon	55,6
Chlorothalonil	50,0
S-métolachlore	38,9
Acetochlore	22,2
Pendimethaline	22,2
Spiroxamine	22,2
Chlorpyriphos ethyl	16,7
Fenpropimorphe	16,7
Folpel	16,7
Lindane	11,1
Cyprodinil	5,6

Tableau 7 : Pourcentage de détection à Orléans (du 6 avril au 5 juillet 2011)

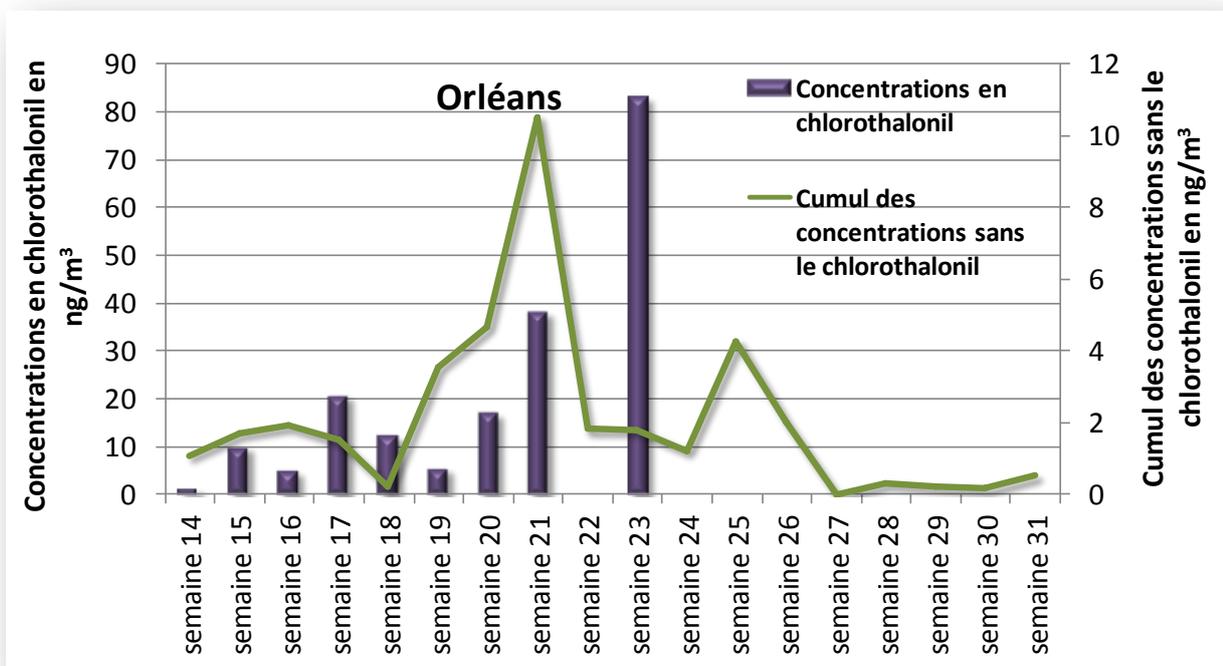
Le tableau 8 représente les concentrations hebdomadaires des pesticides détectés sur le site d'Orléans durant la campagne de mesure. Comme pour le site de Tours, le plus grand nombre de pesticides (7 molécules) a été observé durant la semaine 17.

Concentrations en ng/m ³	Acetochlor *	Chlorothalonil *	Chlorpyrifos ethyl *	Cyprodinil	Fenpropimorphe *	Folpel *	Lindane	S-métolachlore *	Oxadiazon	Pendiméthaline *	Spiroxamine *
semaine 14	0,4	1,26		0,13						0,48	0,22
semaine 15		9,99			0,22					1,31	0,18
semaine 16	1,49	4,99						0,21			0,23
semaine 17	0,25	20,78	0,13		0,22			0,25		0,41	0,25
semaine 18		12,4						0,25			
semaine 19		5,52					0,29	0,24	3,03		
semaine 20		17,12						0,16	4,53		
semaine 21	0,27	38,21	0,21				0,12	0,13	9,79		
semaine 22									1,82		
semaine 23		83,03						0,14	1,67		
semaine 24						1,23					
semaine 25						1,7			2,33	0,25	
semaine 26						1,13			0,87		
semaine 27											
semaine 28									0,33		
semaine 29									0,24		
semaine 30					0,17						
semaine 31			0,17						0,35		
Moyenne	0,60	21,48	0,17	0,13	0,20	1,35	0,2	0,2	2,5	0,61	0,22
Maximum	1,49	83,03	0,21	0,13	0,22	1,70	0,29	0,25	9,79	1,31	0,25

* : pesticide observé sur l'ensemble des sites.

Tableau 8 : concentrations en pesticides à Orléans (du 6 avril au 10 août 2011)

Le chlorothalonil et l'oxadiazon sont les deux pesticides dont les concentrations ont présenté une grande variabilité. Les niveaux les plus élevés sont aussi associés à ces deux pesticides (tableau 8).



Graph 7 : évolutions hebdomadaires des concentrations en chlorothalonil et du cumul des concentrations en pesticides sans chlorothalonil dans l'air ambiant sur le site d'Orléans (du 6 avril au 10 août 2011)

Comme pour le site tourangeau, la présence du chlorothalonil domine largement celles des autres pesticides. En termes de concentration hebdomadaire (graph 7). De la même manière que sur le site tourangeau, les concentrations en chlorothalonil décroissent rapidement juste après l'apparition d'un pic de concentration résultant d'une utilisation proche et témoignant ainsi de la faible persistance de cette substance.

IV-2-3 Oysonville

Le tableau 9 présente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Oysonville du 6 avril au 10 août 2011. Durant la campagne de mesures, 11 pesticides sur 62 recherchés ont été détectés au moins une fois. Le chlorothalonil est le pesticide le plus observé avec une fréquence de détection de 64,7%. Puis viennent le fenpropimorphe et le pendiméthaline avec respectivement 47,1% et 35,3% de détection.

	Pourcentage de détection (en %)
Chlorothalonil	64,7
Fenpropimorphe	47,1
Peimethaline	35,3
S-métolachlore	29,4
Spiroxamine	29,4
Acetochlore	23,5
Chlorpyriphos ethyl	11,8
Cyprodinil	11,8
Prosulfocarbe	11,8
Folpel	5,9
Lindane	5,9

Tableau 9 : Pourcentage de détection à Oysonville (du 6 avril au 10 août 2011)

Le tableau 10 représente les concentrations hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Oysonville durant la campagne de mesure. Comme pour les deux premiers sites, c'est durant la semaine 17 que le nombre maximal de pesticides a été observé (7 molécules).

Suite à un problème technique sur le préleveur, il n'y a pas eu d'échantillonnage de réalisé semaine 24.

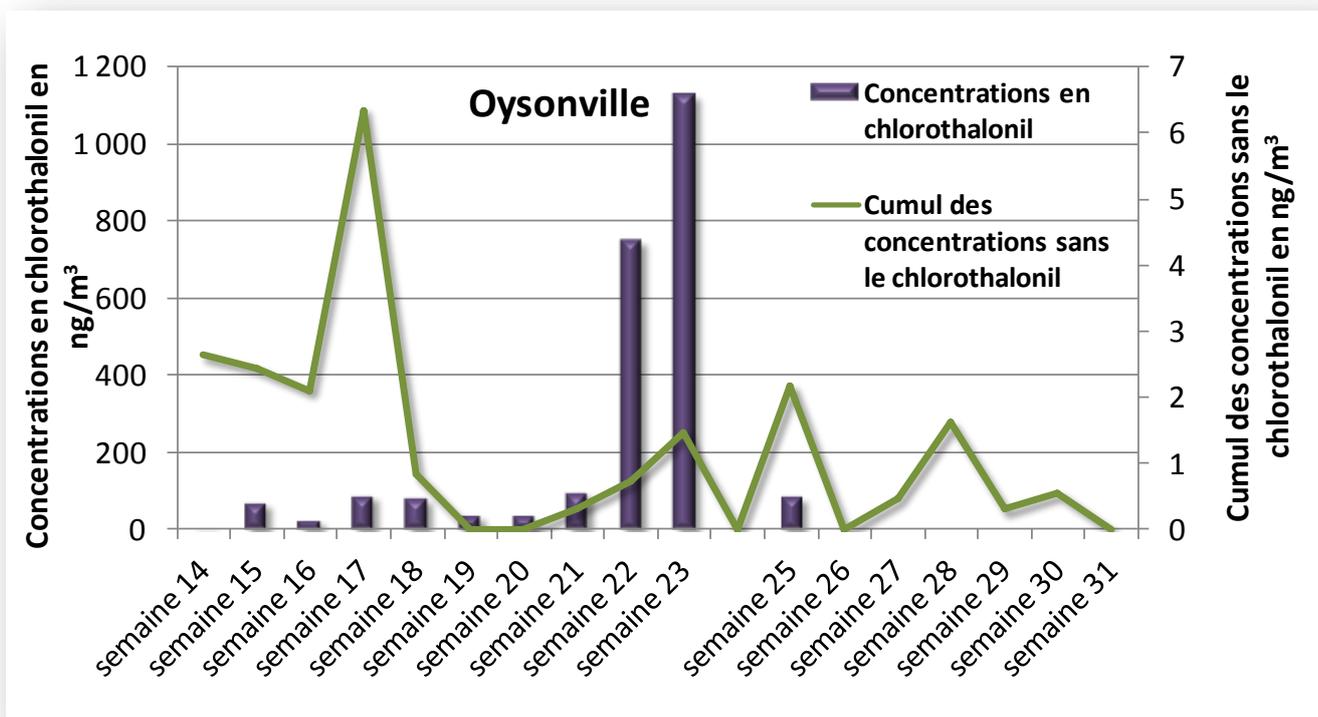
Concentrations en ng/m ³	Acétochlore *	Chlorothalonil *	Chlorpyrifos ethyl *	Cyprodinil	Fenpropimorphe *	Folpel *	Lindane	S-métolachlore *	Pendiméthaline *	Prosulfocarbe	Spiroxamine *
semaine 14		5,85		0,34	0,49				1,45		0,35
semaine 15		69,4			1,18			0,18			1,09
semaine 16	0,89	24,09		0,12				0,35		0,57	0,17
semaine 17	0,35	88,31			1,91			0,2	0,42	3,22	0,24
semaine 18		80,46			0,31		0,14	0,14			0,25
semaine 19		37,32									
semaine 20		35,15									
semaine 21		96,73	0,16						0,16		
semaine 22	0,2	749,87							0,53		
semaine 23	0,34	1 128,38						0,14	0,99		
semaine 24	Prélèvement invalidé										
semaine 25		85,16				2,17					
semaine 26											
semaine 27					0,47						
semaine 28			0,14		1,2				0,27		
semaine 29					0,31						
semaine 30					0,56						
semaine 31											
Moyenne	0,45	218,25	0,15	0,23	0,80	2,17	0,14	0,20	0,64	1,90	0,42
Maximum	0,89	1 128,38	0,16	0,34	1,91	2,17	0,14	0,35	1,45	3,22	1,09

* : pesticide observé sur l'ensemble des sites.

Tableau 10 : concentrations en pesticides à Oysonville (du 6 avril au 10 août 2011)

Le comportement du chlorothalonil sur le site de Oysonville est similaire à ceux observés sur les autres sites. Ses concentrations ont présenté une très grande variabilité d'une semaine à l'autre. Les niveaux les plus élevés en pesticides sont associés à cette molécule. A ce titre et En termes de concentration hebdomadaire, les niveaux en chlorothalonil enregistrés cette année sur le site de Oysonville, sont parmi les plus élevés depuis le début de la mesure des pesticides en région Centre (deuxième position), le maximum étant enregistré à Saint-Martin d'Auxigny. La concentration maximale enregistrée est de 1 128,38 ng/m³ (soit 1,13 µg/m³).

Enfin, comme sur les autres sites, le chlorothalonil disparaît complètement des prélèvements à partir de la semaine 26 (graphe 8).



Graphique 8 : évolutions hebdomadaires des concentrations en chlorothalonil et du cumul des concentrations en pesticides sans chlorothalonil sur le site de Oysonville (du 6 avril au 10 août 2011)

IV-2-4 Saint-Martin d'Auxigny

Le tableau 11 présente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Saint-Martin d'Auxigny du 6 avril au 10 août 2011. Durant la campagne de mesures, 10 pesticides sur 62 recherchés ont été détectés au moins une fois. Le chlorothalonil et le chlorpyrifos éthyl sont les pesticides les plus détectés (61,1% de détection) bien devant le S-métolachlore et la spiroxamine (27,8% de détection). Enfin c'est la première fois depuis le début des mesures de pesticides en région Centre, que le lindane n'a été observé sur aucun prélèvement.

	Pourcentage de détection (en %)
Chlorothalonil	61,1
Chlorpyrifos ethyl	61,1
S-métolachlore	27,8
Spiroxamine	27,8
Acetochlore	22,2
Cyprodinil	16,7
Fenpropimorphe	5,6
Folpel	5,6
Oxadiazon	5,6
Pendimethaline	5,6

Tableau 11 : Pourcentage de détection à Saint Martin d'Auxigny (du 6 avril au 10 août 2011)

Le tableau 12 représente les concentrations hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Saint-Martin d'Auxigny durant la campagne de mesure.

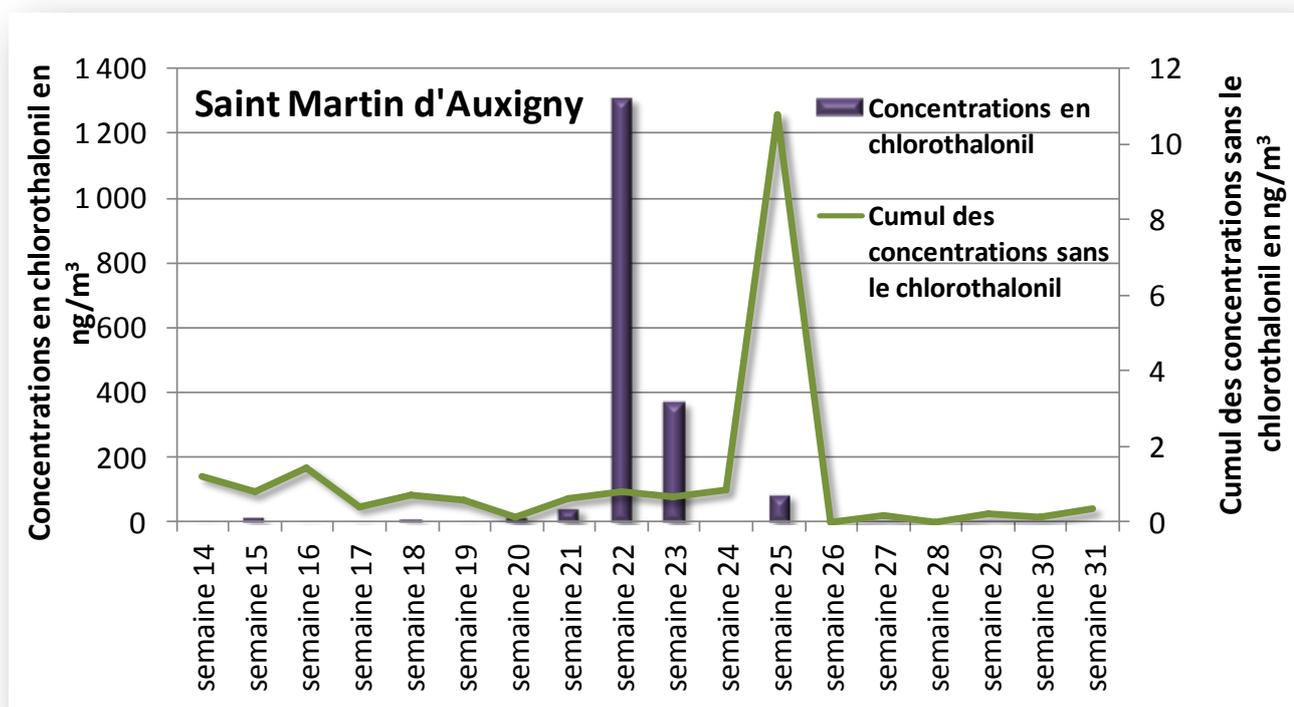
La semaine 16 correspond à la semaine où il a été détecté le plus grand nombre de pesticides (5 molécules).

Concentrations en ng/m ³	Acétochlore *	Chlorothalonil *	Chlorpyrifos ethyl *	Cyprodinil	Fenpropiorphé *	Folpel *	S-métolachlore *	Oxadiazon	Pendiméthaline *	Spiroxamine *
semaine 14		1,82		0,2					0,13	0,9
semaine 15		15		0,28			0,25			0,28
semaine 16	0,52	4,17		0,23			0,46			0,25
semaine 17	0,13	5,66					0,13			0,18
semaine 18		11,35			0,41		0,13			0,19
semaine 19	0,27	1,2	0,18				0,14			
semaine 20		16,74	0,15							
semaine 21		44,27	0,65							
semaine 22	0,52	1 307,46	0,28							
semaine 23		372,77	0,67							
semaine 24			0,6					0,26		
semaine 25		87,47	0,21			10,57				
semaine 26										
semaine 27			0,17							
semaine 28										
semaine 29			0,22							
semaine 30			0,14							
semaine 31			0,36							
Moyenne	0,36	169,81	0,33	0,24	0,41	10,57	0,22	0,26	0,13	0,36
Maximum	0,52	1 307,46	0,67	0,28	0,41	10,57	0,46	0,26	0,13	0,90

* : pesticide observé sur l'ensemble des sites.

Tableau 12 : concentrations en pesticides à Saint-Martin d'Auxigny (du 6 avril au 10 août 2011)

Les concentrations les plus importantes ont été observées semaines 22 et 23 (graphe 9). Semaine 22, la concentration en chlorothalonil était supérieure à 1 µg/m³. Ce niveau correspond au maximum mesuré sur le site depuis le début des mesures de pesticides à Saint-Martin d'Auxigny. Il correspond également au maximum observé sur l'ensemble des sites depuis 2006. Après une constante augmentation des niveaux tout au long du printemps, ce fongicide disparaît des prélèvements dès le début de l'été (fin juin).



Graphique 9 : évolutions hebdomadaires des concentrations en chlorothalonil et du cumul des concentrations en pesticides sur le site de Saint-Martin d'Auxigny (du 6 avril au 10 août 2011)

IV-2-5 Saint-Aignan

Le tableau 13 présente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Saint-Aignan du 6 avril au 10 août 2011. Durant la campagne de mesures, 10 pesticides sur 62 recherchés ont été détectés au moins une fois. Le chlorothalonil est le pesticide le plus détecté avec 55,6% de détection.

	Pourcentage de détection (en %)
Chlorothalonil	55,6
S-métolachlore	27,8
Spiroxamine	27,8
Acetochlore	16,7
Chlorpyrifos ethyl	16,7
Cyprodinil	16,7
Pendimethaline	11,1
Fenpropimorphe	5,6
Folpel	5,6
Lindane	5,6

Tableau 13 : Pourcentage de détection à Saint Aignan (du 6 avril au 10 août 2011)

Le tableau 14 représente les concentrations hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Saint-Aignan durant la campagne de mesure.

Les semaines 16 et 17 correspondent aux semaines où il a été détecté le plus grand nombre de pesticides (5 molécules).

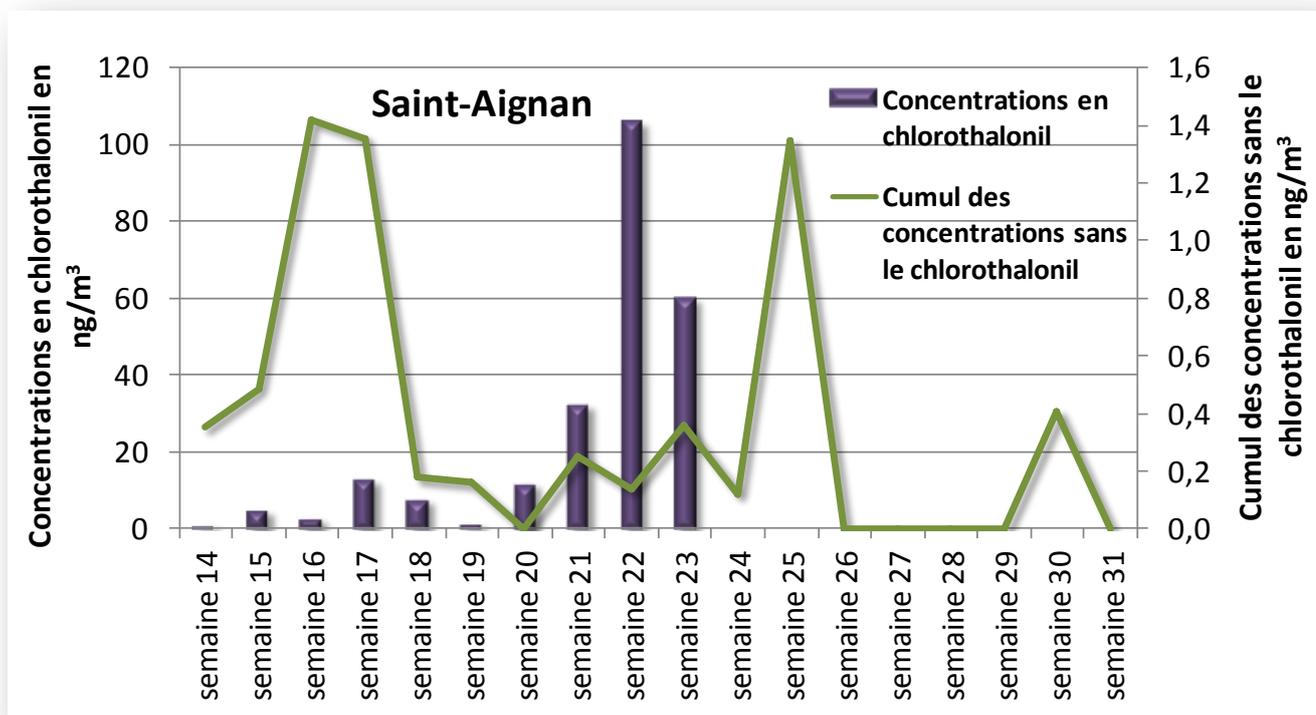
Concentrations en ng/m ³	Acétochlore *	Chlorothalonil *	Chlorpyrifos ethyl *	Cyprodinil	Fenpropimorphe *	Folpel *	Lindane	S-métolachlore *	Pendiméthaline *	Spiroxamine *
semaine 14		1,08							0,15	0,21
semaine 15	0,15	4,94						0,14		0,2
semaine 16	0,69	2,76			0,23			0,33		0,18
semaine 17	0,6	12,93	0,14					0,43		0,19
semaine 18		7,78								0,18
semaine 19		1,49						0,16		
semaine 20		11,88								
semaine 21		32,44	0,13				0,12			
semaine 22		106,13							0,14	
semaine 23		60,19		0,2				0,16		
semaine 24				0,12						
semaine 25						1,35				
semaine 26										
semaine 27										
semaine 28										
semaine 29										
semaine 30			0,25	0,16						
semaine 31										
Moyenne	0,48	24,16	0,17	0,16	0,23	1,35	0,12	0,25	0,15	0,19
Maximum	0,69	106,13	0,14	0,20	0,23	1,35	0,13	0,43	0,15	0,21

* : pesticide observé sur l'ensemble des sites.

Tableau 14 : concentrations en pesticides à Saint-Aignan (du 6 avril au 10 août 2011)

Le chlorothalonil est à nouveau le pesticide dont les concentrations sont les plus importantes, tout comme sur les autres sites surveillés. Ce pesticide, observé jusqu'en mi-juin 2011 enregistre des teneurs nettement supérieures au cumul des concentrations des autres pesticides (graphe 10).

La fin de la saison de prélèvement est caractérisée, tout comme sur les 5 autres sites de surveillance, par une disparition de ce composant dans l'air ambiant laissant supposer une faible persistance dans l'atmosphère de ce pesticide.



Graphique 10 : évolutions hebdomadaires des concentrations en chlorothalonil et du cumul des concentrations en pesticides sans chlorothalonil dans l'air ambiant sur le site de Saint-Aignan (du 6 avril au 10 août 2011)

IV-3 Comparaison des résultats entre les cinq sites de mesures : les différents indicateurs utilisés

Plusieurs indicateurs ont été utilisés pour l'exploitation des résultats de mesures 2011 afin de comparer chaque site entre eux. 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 :

- Le cumul des concentrations.
- Le nombre de pesticides détectés.
- L'indice PHYTO.

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

$$\text{Cumul_concentrations} = \sum_{i=1}^n C_i$$

Le nombre de pesticides détectés : cet indicateur présente l'avantage de regarder la diversité des molécules épanchées (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.

$$\text{Nombre_pesticides_détectés} = i \geq 0 \quad i \leq n$$

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 leurs facteurs d'exposition. Calculé sur une même liste de pesticides ciblant l'ensemble des cultures à l'échelle régionale ou nationale, 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 ng/m³.

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

- Où **n** = nombre de pesticides suivis par Lig'Air (n=62, 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 la plus toxique parmi les 62 composés suivis par Lig'Air, $DJA_{ethoprophos} = 0,0003 \text{ g/kg/jour}$. Le coefficient **T_i**, quotient entre le coefficient de toxicité de l'ethoprophos et celle du composé **i**, est sans unité et il est ≤ 1 .

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

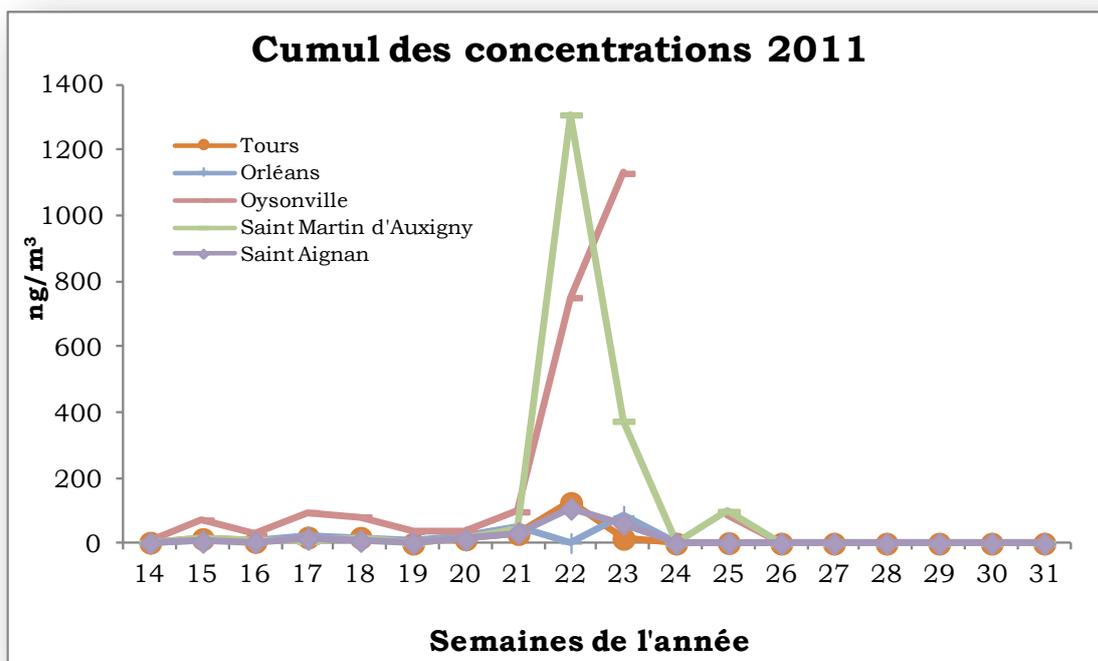
Un coefficient de toxicité plus spécifique à l'inhalation et non à l'ingestion, serait plus approprié au calcul du coefficient **T_i**. Mais à ce jour aucun paramètre pertinent et surtout disponible pour l'ensemble des substances actives n'a été trouvé.

IV-3-1 Cumul hebdomadaire des concentrations

Le graphe 11 représente l'évolution hebdomadaire en 2011 du cumul des concentrations sur les 5 sites de mesures.

Les sites de Saint Martin d'Auxigny et de Oysonville présentent les cumuls les plus importants avec un pic très élevé respectivement les semaines 22 et 23. De telles valeurs sont dues à des concentrations très importantes en chlorothalonil.

Les sites urbains (Orléans et Tours) ainsi que le site rural de Saint-Aignan présentent des évolutions hebdomadaires relativement similaires. Ces sites ont également enregistré une augmentation des concentrations en chlorothalonil au cours des semaines 22 et 23 mais dans une proportion beaucoup moins importantes.



Graphie 11 : évolutions hebdomadaires du cumul des concentrations sur les cinq sites de mesures en 2011

Le tableau 15 présente les évolutions annuelles (semaines 15 à 26 : période commune aux 5 années de mesures) sur les sites de mesures entre 2006 et 2011.

Les niveaux sont en augmentation très nette cette année. La baisse régulière qui avait été constatée et même accentuée en 2010, n'est plus d'actualité. Pour les sites de Saint-Martin d'Auxigny et de Oysonville, le cumul de cette année est de très loin, le maximum enregistré depuis 6 ans. Cette augmentation est à imputer aux fortes concentrations mesurées les semaines 22 et 23 en chlorothalonil.

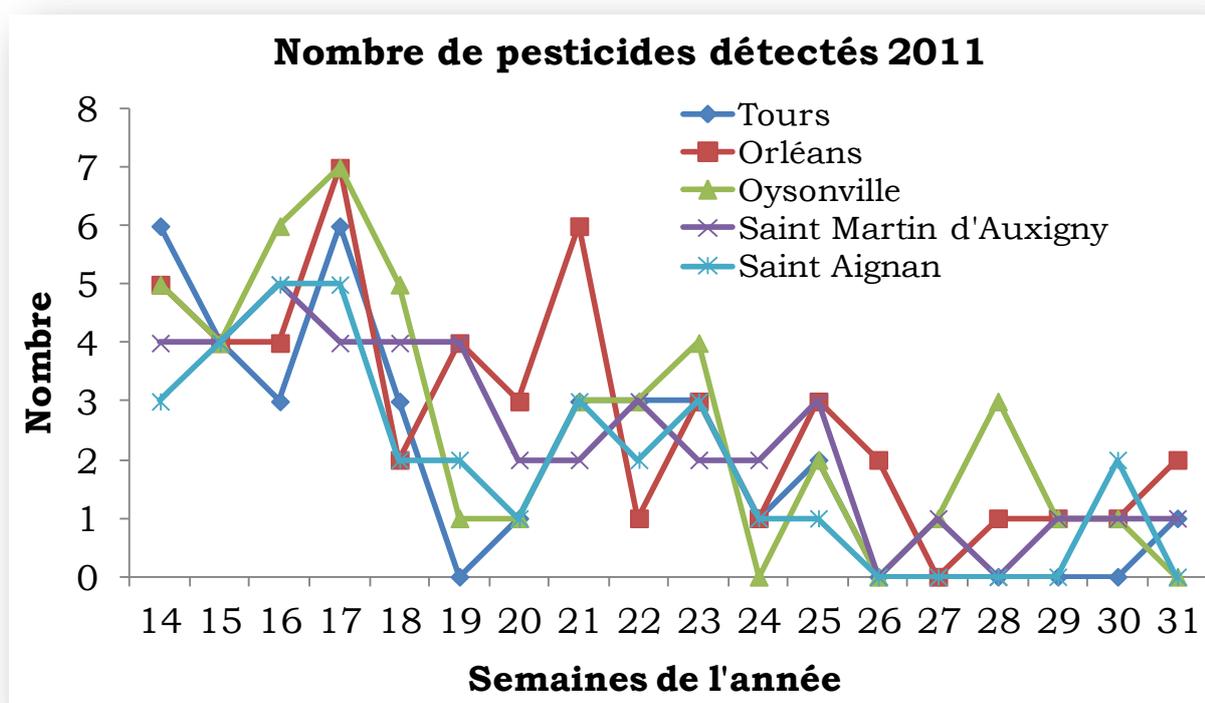
En ng/m ³	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Tours	248	274	250	203	80	239
Orléans	149	118	168	110	66	227
Saint-Martin d'Auxigny	589	227	215	228	80	1 884
Oysonville	535	211	547	376	150	2 411
Saint-Aignan	282	162	266	234	88	246

Tableau 15 : évolutions annuelles du cumul des pesticides par site de mesures (période commune : semaines 15 à 26)

IV-3-2 Nombre de pesticides détectés par semaine

Le graphe 12 représente l'évolution hebdomadaire en 2011 du nombre de pesticides détectés sur les 5 sites de mesures.

Le nombre de pesticides moyen détectés par semaine varie de 0 à 7 suivant les semaines. La période la plus chargée en termes de présence s'étend du début avril à la mi-juin. Au cours de l'été le nombre de pesticides détectés est beaucoup moins important quelque soit la typologie du site.



Graph 12 : évolutions hebdomadaires du nombre de pesticides détectés sur les cinq sites de mesures en 2011

Le tableau 16 présente le nombre de pesticides détectés en moyenne chaque année sur les sites de mesures.

Le nombre moyen de pesticides observés continue à diminuer sur certains sites tels que Tours ou Oysonville et remonte légèrement sur Orléans et Saint-Martin d'Auxigny.

En 2011 le nombre moyen de pesticides détectés a été divisé par deux par rapport à 2006. Pour rappel les pesticides recherchés sont constitués de molécules volatiles. Les pesticides ne faisant pas partie de cette catégorie ne peuvent être détectés dans l'air ambiant.

En nombre	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Tours	8	8	10	5	4	2
Orléans	7	9	11	5	3	3
Saint-Martin d'Auxigny	7	8	10	6	3	3
Oysonville	10	9	12	8	5	3
Saint-Aignan	/	9	10	6	3	2
Nombre total de molécules recherchées	47	50	56	69	51	62

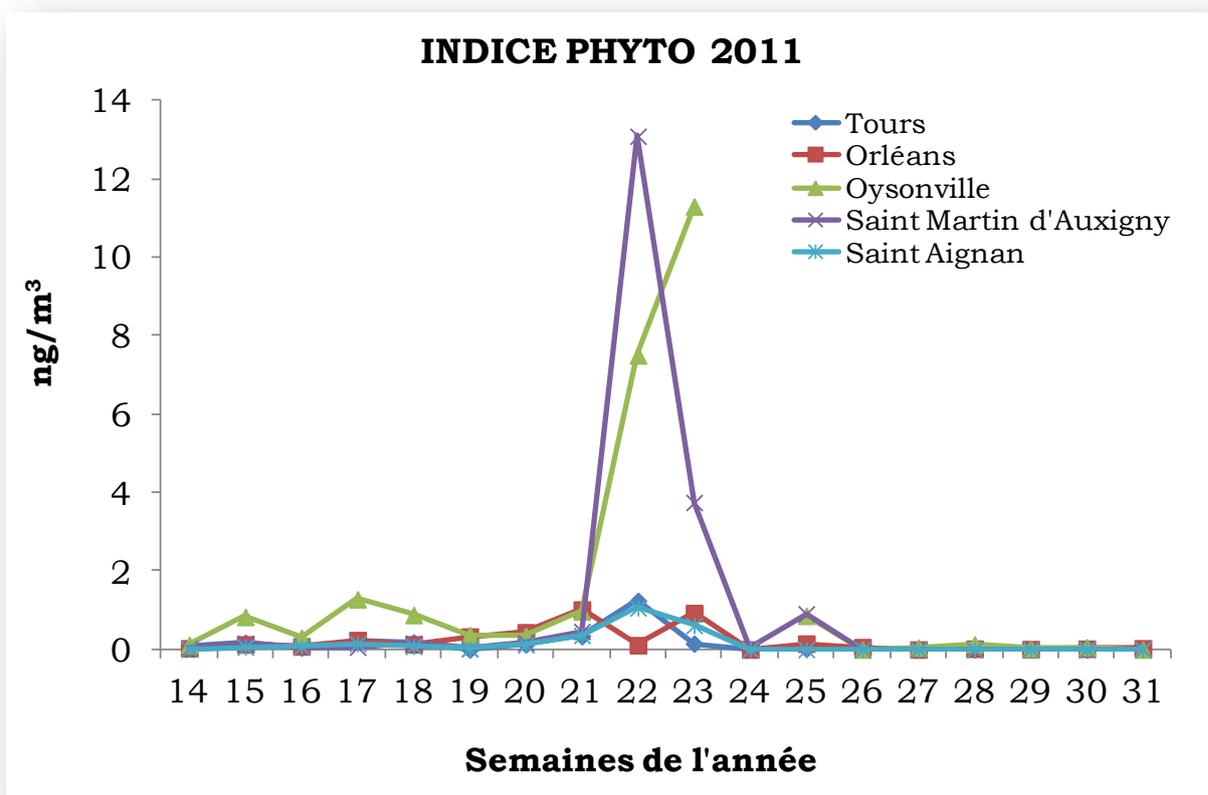
Tableau 16 : évolutions annuelles du nombre moyen de pesticides détectés par site et par an (Période identique : semaines 15 à 26)

IV-3-3 L'indice PHYTO

Le graphe 18 représente l'évolution hebdomadaire en 2011 de l'indice PHYTO sur les 5 sites de mesures.

Les variations hebdomadaires de l'indice PHYTO se corrèlent bien avec le cumul des concentrations. Le site de Oysonville présente l'indice PHYTO le plus élevé pratiquement durant chaque semaine de prélèvement.

L'indice PHYTO de Saint-Martin d'Auxigny et Oysonville atteignent des niveaux encore jamais rencontrés dus aux concentrations très élevées en chlorothalonil.



Graph 18 : évolutions hebdomadaires de l'indice PHYTO sur les cinq sites de mesures en 2011

Le tableau 17 présente l'évolution annuelle de l'indice PHYTO sur les sites de mesures depuis 2006.

La baisse très nette observée l'année dernière n'est plus d'actualité pour 2011. L'indice PHYTO moyen est en augmentation sur l'ensemble des sites. Pour Oysonville, l'indice de cette année correspond à l'indice maximal depuis 2006.

En ng/m ³	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Tours	0,51	0,94	0,53	0,17	0,10	0,21
Orléans	1,04	0,64	0,6	0,12	0,09	0,30
Saint-Martin d'Auxigny	2,37	0,72	1,12	0,21	0,08	1,57
Oysonville	1,16	0,71	1,13	0,41	0,26	2,24
Saint-Aignan	/	0,58	0,49	0,16	0,07	0,21

Tableau 17 : évolutions annuelles de l'indice PHYTO par site et par an (période identique : semaines 15 à 26)

Conclusion

L'année 2011 a été la sixième année de surveillance de pesticides dans l'air ambiant sur les cinq sites de mesures permanents.

Ainsi, 62 pesticides ont été suivis durant 18 semaines en 2011 (avril à début août). Au total, 12 pesticides (4 fongicides, 5 herbicides et 3 insecticides) ont été détectés au moins à une reprise sur l'un des sites de mesures. D'une manière générale, le nombre de pesticides observés est en diminution depuis l'année 2006.

En termes de molécules détectées, huit substances actives communes sont retrouvées sur les 5 sites de mesures durant l'année 2011 : il s'agit de l'acétochlore, chlorothalonil, le chlorpyrifos éthyl, le fenpropimorphe, le folpel, le S-métolachlore, la pendiméthaline et la spiroxamine.

Concernant les molécules proscrites à l'utilisation, parmi celles recherchées, seul le lindane a été observé sur tous les sites sauf Saint-Martin d'Auxigny.

Le chlorothalonil, fongicide au large spectre d'action, s'impose comme la substance active la plus présente dans l'atmosphère. En effet, sur l'ensemble des sites de mesures, sa fréquence de détection est la plus élevée et ses niveaux de concentration sont les plus importants jamais mesurés depuis 2006.

L'année 2011 a été marquée également par la disparition de la trifluraline et de la non-détection du lindane sur un des sites surveillés. Rappelons que ces molécules étaient parmi les plus détectées sur l'ensemble des sites avant 2008.

L'année 2011 est caractérisée par une certaine stabilisation du nombre moyen de pesticides détectés par site. Pour les deux autres indicateurs hebdomadaires, le cumul moyen des concentrations et l'indice PHYTO, ils sont en augmentation très importante les semaines 22 et 23 à cause des concentrations élevées de chlorothalonil.

La liste des pesticides à rechercher est régulièrement mise à jour par Lig'Air. Malgré tout, un travail d'approfondissement sera mené dès le début de l'année 2012 afin de cibler les nouvelles molécules émergentes dans l'air ambiant.

Bibliographie

- [1] Method EPA TO 4, Determination of Pesticides a Polychlorinated Biphenyls in Ambient Air Using High Volume Polyuréthane Foam (PUF) sampling Followed By Gas Chromatographic/MultiDetector US Environmental Protection Agency
- [2] Method EPA TO 10, Determination of Pesticides a Polychlorinated Biphenyls in Ambient Air Using Low Volume Polyuréthane Foam (PUF) sampling Followed By Gas Chromatographic/MultiDetector US Environmental Protection Agency
- [3] Lig'Air, Les pesticides en milieu atmosphérique : Etude en région Centre 2000-2001, novembre 2001
- [4] Lig'Air, Les pesticides en milieu atmosphérique : Etude en région Centre automne 2001, janvier 2002
- [5] Lig'Air, Rapport d'étape : Etude de la contamination de l'air par les produits phytosanitaires, novembre 2002
- [6] Lig'Air, Rapport d'étape : Etude de la contamination par les produits phytosanitaires en région Centre, décembre 2003
- [7] Lig'Air, Contamination de l'air par les pesticides en zone pomicole, mars 2004
- [8] Lig'Air, Rapport final : Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, année 2004, juin 2005
- [9] Lig'Air, Métrologie des produits phytosanitaires dans l'atmosphère ; site de Mareau-aux-Prés ; du 27 juillet au 30 novembre 2004, décembre 2004
- [10] Lig'Air, Rapport final : Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, année 2004, juin 2005
- [11] Lig'Air, Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, Année 2005, décembre 2005
- [12] Lig'Air, Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, Année 2006, mai 2007
- [13] Lig'Air, Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, Année 2007, décembre 2007
- [14] Lig'Air, Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, Année 2007, décembre 2008
- [15] Lig'Air, Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, Année 2009, janvier 2010
- [16] Lig'Air, Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, Année 2010, avril 2011
- [17] ANSES, Recommandations et perspectives pour une surveillance nationale de la contamination de l'air par les pesticides, Octobre 2010