



Surveillance de la qualité de l'air en région Centre

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

**Année 2009**

**Rapport final**

*Janvier 2010*

**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](mailto:ligair@ligair.fr) - Site internet : [www.ligair.fr](http://www.ligair.fr)



# Sommaire

<b>Avertissement</b>	<b>3</b>
<b>Introduction et cadre de l'étude</b>	<b>4</b>
<b>I Méthode de mesure utilisée</b>	<b>4</b>
<b>II Sites de mesures</b>	<b>4</b>
<b>III Liste des pesticides suivis</b>	<b>5</b>
<b>IV Résultats de l'année 2009</b>	<b>6</b>
IV-1 Synthèse régionale	6
IV-2 Zoom sur les résultats par site de mesures	8
IV-2-1 Tours « la Bruyère »	9
IV-2-2 Orléans « Faubourg Bannier »	10
IV-2-3 Oysonville	11
IV-2-4 Saint Martin d'Auxigny	12
IV-2-5 Saint Aignan	13
IV-3 Comparaison des résultats entre les cinq sites de mesures	14
IV-3-1 Cumul hebdomadaire des concentrations	15
IV-3-2 Nombre de pesticides détectés par semaine	16
IV-3-3 L'indice PHYTO	17
<b>Conclusion</b>	<b>18</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>19</b>

## **Avertissement**

L'ensemble des travaux présentés dans ce rapport sont financés par la DRASS<sup>1</sup>, les agglomérations de Tours et d'Orléans, les conseils généraux du Cher, du Loir-et-Cher et du Loiret et la région Centre.

Les informations contenues dans ce rapport traduisent la mesure d'un ensemble d'éléments en un instant t 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.

---

<sup>1</sup> Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales

# Introduction et cadre de l'étude

Dans le cadre du Plan Régional Santé Environnement (PRSE), Lig'Air s'est engagé à suivre pendant 5 années les principaux pesticides dans l'air ambiant. Cette surveillance est effective depuis l'année 2006.

Au cours de cette année 2009, 69 pesticides ont été suivis (22 herbicides, 23 insecticides et 24 fongicides) sur les cinq sites de mesures, à savoir trois sites situés en zone agricole (Oysonville au cœur des grandes cultures, Saint Martin d'Auxigny en zone arboricole et Saint Aignan à proximité des champs de vignes) et deux sites en zone non agricole (Orléans et Tours). La période de mesures s'est étalée du 30 mars au 20 juillet 2009.

Le présent rapport fait état des résultats de mesures pour l'année 2009 en proposant tout d'abord une synthèse régionale. Un bilan par site de mesures est ensuite détaillé. 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 – Sites de mesures**

La période d'échantillonnage des campagnes hebdomadaires a été établie suite aux divers résultats de mesures obtenus par Lig'Air depuis 2001 [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13,14].

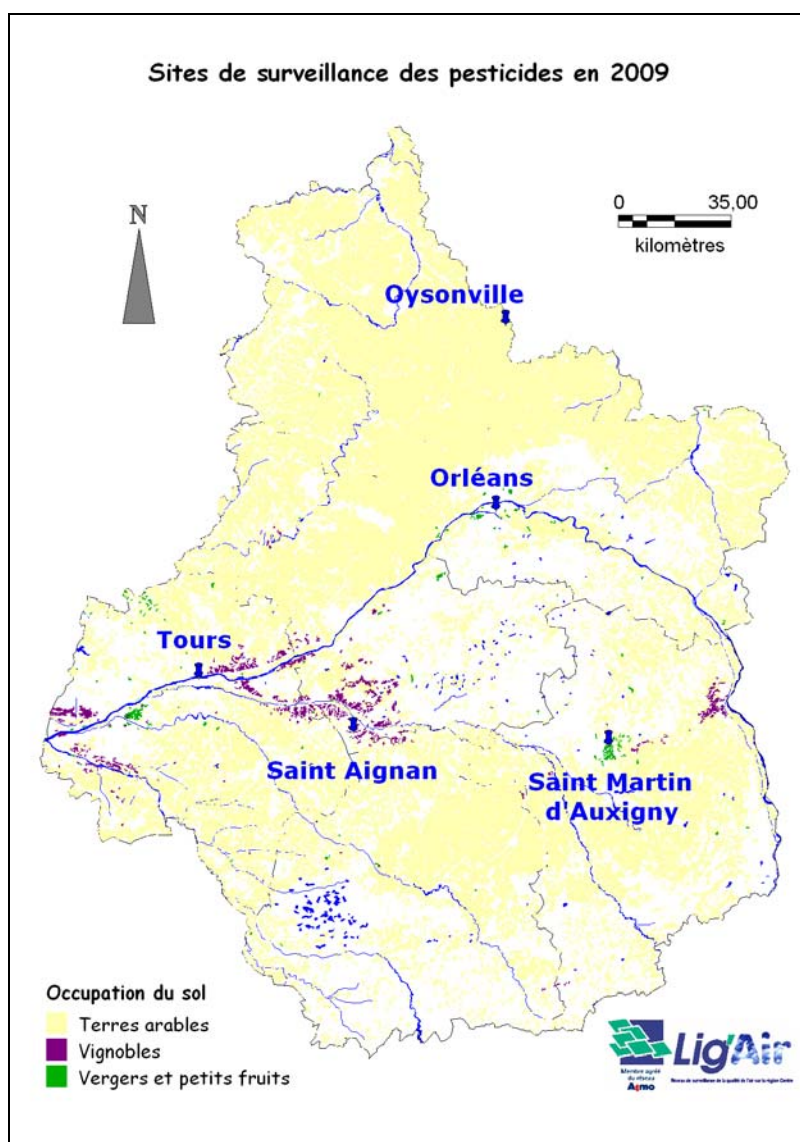
La période de mesures a démarré le 30 mars pour se terminer le 20 juillet 2009. Le site de Saint Aignan a été échantillonné 2 semaines de moins (30 mars au 6 juillet).

Le tableau 1 présente l'ensemble des sites avec leur typologie et les périodes d'études correspondantes.

Site	Typologie	Cultures avoisinantes proches	Cultures éloignées	Période d'études
Orléans (45)	Urbain	/	Grandes cultures, viticulture et arboriculture	30 mars au 20 juillet 2009
Tours (37)	Urbain	/	Grandes cultures et viticulture	30 mars au 20 juillet 2009
Saint Martin d'Auxigny (18)	Rural (au cœur du village)	Arboriculture	Grandes cultures	30 mars au 20 juillet 2009
Oysonville (28)	Rural (à proximité des champs)	Grandes cultures	Grandes cultures	30 mars au 20 juillet 2009
Saint Aignan (41)	Rural (au cœur du village)	Viticulture	Grandes cultures	30 mars au 6 juillet 2009

Tableau 1 : sites de mesure des pesticides pour l'année 2009

La carte 1 présente l'implantation des sites de mesures ainsi que le territoire agricole en région Centre.



*Carte 1 : territoires agricoles et sites de mesures de pesticides sur la région Centre en 2009*

### **III - Liste des pesticides suivis en 2009**

Le tableau 2 recense les 69 pesticides surveillés en 2009. Treize pesticides ont été ajoutés dans la liste 2009 par rapport à celle de 2008 afin d'être en accord avec la liste socle nationale (il s'agit d'une liste évolutive développée par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air en France ; elle a été définie à partir des résultats expérimentaux des réseaux de surveillance et de la liste issue de l'INERIS).

Les pesticides indiqués en bleu sont des substances actives proscrites à l'utilisation antérieurement à 2009.

Au total, sur les 69 pesticides (22 herbicides, 23 insecticides, 24 fongicides) suivis par Lig'Air, 24 substances actives ne sont plus utilisées théoriquement en 2009 (surlignées en bleu dans le tableau 2).

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

<b>Substances Actives</b>	<b>Action</b>	<b>Substances actives</b>	<b>Action</b>
24' DDD	<i>Insecticide</i>	Fludioxonil	<i>Fongicide</i>
24' DDE	<i>Insecticide</i>	Flurochloridone	<i>Herbicide</i>
24' DDT	<i>Insecticide</i>	Folpel	<i>Fongicide</i>
44' DDD	<i>Insecticide</i>	$\gamma$ -HCH (Lindane)	<i>Insecticide</i>
44' DDE	<i>Insecticide</i>	Iprodione	<i>Fongicide</i>
44' DDT	<i>Insecticide</i>	Kresoxim-methyl	<i>Fongicide</i>
A HCH	<i>Insecticide</i>	Malathion	<i>Insecticide</i>
Acetochlore	<i>Herbicide</i>	Metazachlore	<i>Herbicide</i>
Aclonifen	<i>Herbicide</i>	Methidathion	<i>Insecticide</i>
A-endosulfan	<i>Insecticide</i>	Methomyl	<i>Insecticide</i>
Alachlore	<i>Herbicide</i>	S-Metolachlore	<i>Herbicide</i>
Atrazine	<i>Herbicide</i>	Oryzalin	<i>Herbicide</i>
Azoxystrobine	<i>Fongicide</i>	Oxadiazon	<i>Herbicide</i>
Captane	<i>Fongicide</i>	Oxydemeton methyl	<i>Insecticide</i>
Carbaryl	<i>Insecticide</i>	Oxyfluorfe	<i>Herbicide</i>
Chlorothalonil	<i>Fongicide</i>	Parathion ethyl	<i>Insecticide</i>
Chlorpyrifos ethyl	<i>Insecticide</i>	Parathion methyl	<i>Insecticide</i>
Cymoxanil	<i>Fongicide</i>	Pendimethaline	<i>Herbicide</i>
Cyprodinil	<i>Fongicide</i>	Phosmet	<i>Insecticide</i>
Diazinon	<i>Insecticide</i>	Pirimicarbe	<i>Insecticide</i>
Dichlobenil	<i>Herbicide</i>	Procymidone	<i>Fongicide</i>
Diflufenicanil	<i>Herbicide</i>	Propachlore	<i>Herbicide</i>
Dimethenamide	<i>Herbicide</i>	Propargite	<i>Insecticide</i>
Dimethomorphe I	<i>Fongicide</i>	Propyzamide	<i>Herbicide</i>
Dimethomorphe II	<i>Fongicide</i>	Prosulfocarbe	<i>Herbicide</i>
Diphenylamine	<i>Fongicide</i>	Pyriméthanil	<i>Fongicide</i>
Epoxiconazole	<i>Fongicide</i>	Spiroxamine	<i>Fongicide</i>
Esfenvalerate	<i>Herbicide</i>	Tebuconazole	<i>Fongicide</i>
Ethofumesate	<i>Herbicide</i>	Tébutame	<i>Herbicide</i>
Ethoprophos	<i>Insecticide</i>	Terbuthylazine	<i>Herbicide</i>
Fenhexamid	<i>Fongicide</i>	Tolyfluanide	<i>Fongicide</i>
Fenoxicarbe	<i>Insecticide</i>	Trifloxystrobine	<i>Fongicide</i>
Fenpropidine	<i>Fongicide</i>	Trifluraline	<i>Herbicide</i>
Fenpropimorphe	<i>Fongicide</i>	Vinclozoline	<i>Fongicide</i>
Fluazinam	<i>Fongicide</i>		

Tableau 2 : liste des pesticides suivis en 2009

## **IV – Résultats de l'année 2009**

### **IV-1- Synthèse régionale**

Les campagnes de mesures sur les cinq sites de mesures, durant 16 semaines de l'année (avril à juillet 2009), ont permis de suivre 69 pesticides. Le bilan fait apparaître la détection, au moins à une reprise, de 19 pesticides sur l'un des sites de mesures.

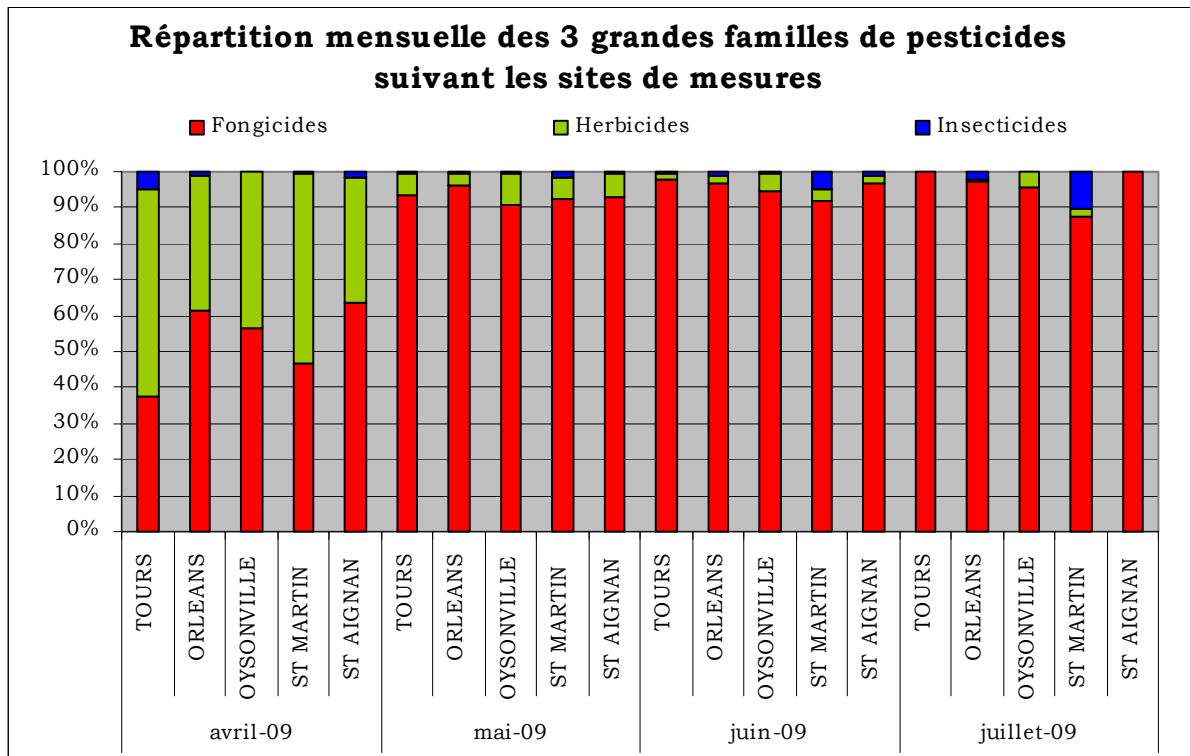
Sur les 24 fongicides suivis, 8 ont été détectés au moins à une reprise. Les herbicides sont également bien représentés dans l'air ambiant avec 8 produits observés sur les 22 échantillonnés. Seuls les insecticides apparaissent dans des

proportions beaucoup plus faibles : 3 d'entre eux ont été détectés au moins une fois sur les 23 recherchés.

Le graphe 1 présente la répartition des 3 grandes familles de pesticides suivant les sites de mesures et les mois de l'année. La comparaison entre les sites de mesures ne peut se faire que sur le printemps et le début de l'été 2009 (avril, mai, juin et juillet).

Les fongicides sont bien présents durant la fin du printemps et le début de l'été (mai à juillet). On note une omni présence de ces derniers et ce, quel que soit l'environnement de l'échantillonnage, durant les mois de juin et juillet. Leur période de détection est également plus large en mai que les 2 autres familles.

D'une manière générale, on constate que les herbicides sont bien présents au début du printemps (avril). Ils sont quasiment absents durant les périodes sèches et ensoleillées. Les insecticides sont peu détectés durant le début de la période printanière et apparaissent essentiellement durant les mois de juin et de juillet sur le site de Saint Martin d'Auxigny.



*Graphe 1 : répartition des 3 grandes familles de pesticides suivant les sites de mesures et les mois de l'année 2009*

L'année 2009 se distingue des années précédentes par une baisse de détection des pesticides dans l'air ambiant. En effet, un grand nombre de substances actives voient leur pourcentage de détection diminuer notablement en 2009.

Ainsi, la trifluraline interdite d'utilisation depuis le 31 décembre 2008 a vu ses détections fortement baisser en 2009 sur les sites urbains (entre 30% en moyenne contre 90% en 2008). Le constat est le même sur les sites de Saint Aignan (35% contre 100%) et Saint Martin d'Auxigny (80% contre 100%). Seul le site de Oysonville a une fréquence de détection de 100% en 2009. Le niveau de concentrations de la trifluraline est également en baisse en 2009.



Le lindane ( $\gamma$ -HCH) a vu également en 2009 ses fréquences de détection baisser sur tous les sites (entre 20 et 60% de détection suivant les sites contre 80% en moyenne en 2008).

Les pesticides interdits d'utilisation récemment (l'endosulfan en mai 2007 ; la tolylfluanide en juillet 2007 ; l'alachlore en juin 2008) n'ont jamais été détectés en 2009. L'effet bénéfique d'interdire l'utilisation de pesticides se fait ressentir, en règle générale, l'année qui suit son interdiction ou l'année d'après.

A contrario, certains pesticides semblent se substituer aux composés interdits d'utilisation pour émerger dans l'air ambiant.

Ainsi, le chlorothalonil se présente désormais comme le principal pesticide dans l'air ambiant en 2009. D'une part, il est détecté en moyenne 97% du temps sur les sites de mesures (contre 44% en 2006, 48% en 2007 et 87% en 2008) et d'autre part il présente également les concentrations hebdomadaires les plus importantes.

Le folpel semble également refaire surface cette année après une période assez longue où il était peu détecté. Ses fréquences de détection en 2009 sont les plus élevées depuis 2006 et les niveaux de concentrations hebdomadaires sont également importants.

La pendiméthaline fait partie des 3 composés retrouvés régulièrement cette année sur les sites de mesures. Les fréquences de détection restent équivalentes par rapport à l'année 2008.

L'acétochlore et le s-métolachlore restent également constants en 2009 par rapport aux années précédentes (60% de détection en moyenne).

Enfin, la spiroxamine, fongicide très utilisé, semble-t-il, l'an passé, voit sa fréquence de détection diminuer sensiblement en 2009.

L'analyse des pesticides régulièrement observés sur l'année 2009 fait apparaître un socle commun de 9 substances actives détectées sur les 5 sites de mesures (chlorothalonil, pendiméthaline, folpel, lindane, trifluraline, spiroxamine, s-métolachlore, acétochlore, fenpropimorphe).

Malgré la diversité de l'environnement des zones d'études, il semblerait que certains de ces pesticides soient indépendants des cultures avoisinantes et constituent une contamination générale de l'atmosphère.

#### **IV-2- Zoom sur les résultats par site de mesures**

Les résultats de l'année 2009 sont présentés par site de mesures. Un tableau statistique (fréquence de détection et maximum) est fourni ainsi qu'un graphe montrant les évolutions hebdomadaires des pesticides détectés pour chaque site de mesures.

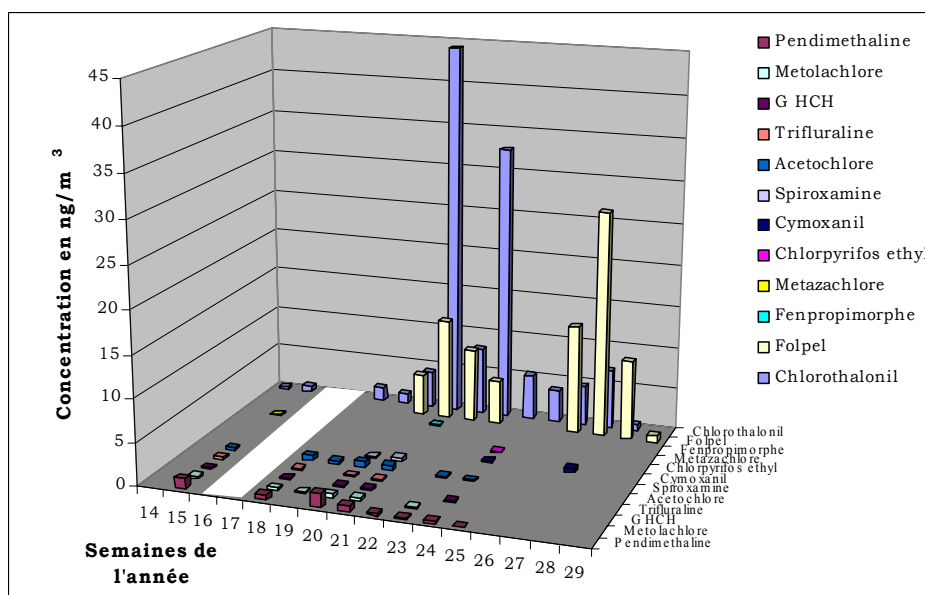
### IV-2-1 Tours la Bruyère

Le tableau 3 présente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Tours la Bruyère du 30 mars au 20 juillet 2009. Durant la campagne de mesures, 12 pesticides sur 69 mesurés ont été détectés au moins une fois. Le chlorothalonil a été observé avec une fréquence d'apparition de 92,9%. La pendiméthaline et le folpel sont les pesticides les plus détectés après le chlorothalonil, avec une fréquence d'apparition de 57,1%.

Le graphe 2 représente les évolutions hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Tours durant la campagne de mesure. Les deux substances actives qui prédominent en terme de concentration sont le chlorothalonil et le folpel. Leurs concentrations hebdomadaires dépassent régulièrement 5 ng/m<sup>3</sup> pour atteindre des valeurs maximales de 27 ng/m<sup>3</sup> pour le folpel et de 45 ng/m<sup>3</sup> pour le chlorothalonil.

	Pourcentage de détection (en %)	Concentration hebdomadaire max (en ng/m <sup>3</sup> )
Chlorothalonil	92,9	44,30
Pendiméthaline	57,1	1,68
Folpel	57,1	26,92
Acétochlore	50,0	0,73
S-Metolachlore	42,9	0,40
Lindane (γ-HCH)	35,7	0,27
Trifluraline	28,6	0,33
Spiroxamine	14,3	0,42
Cymoxanil	14,3	0,46
Chlorpyrifos ethyl	7,1	0,15
Metazachlore	7,1	0,12
Fenpropimorphe	7,1	0,16

*Tableau 3 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Tours (du 30 mars au 20 juillet 2009)*



*Graphie 2 : évolutions hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Tours (du 30 mars au 20 juillet 2009)*

Les résultats de la semaine 16 ne sont pas mentionnés du fait d'un volume d'air prélevé trop faible lors de l'échantillonnage.

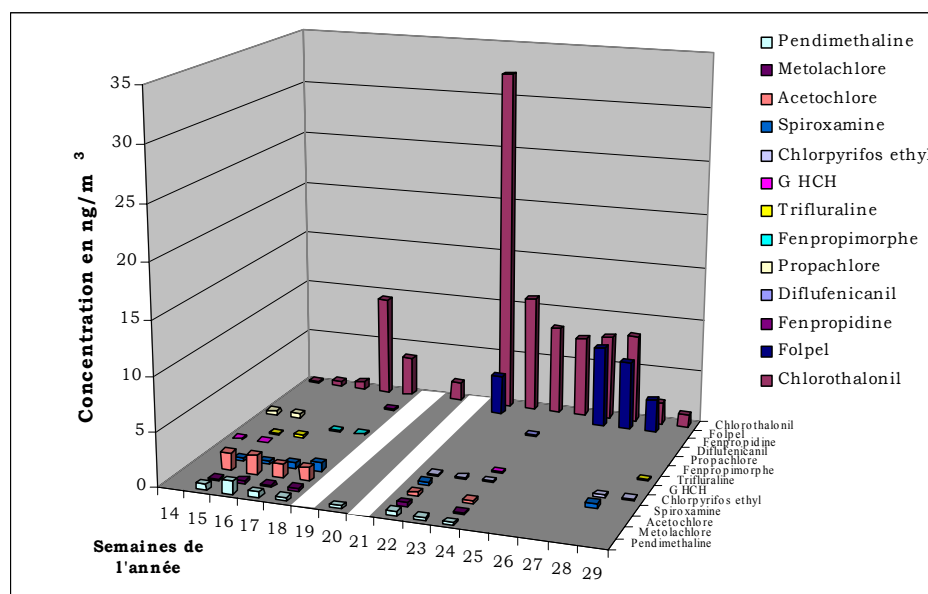
### IV-2-2 Orléans Faubourg Bannier

Le tableau 4 présente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site d'Orléans du 30 mars au 20 juillet 2009. Durant la campagne de mesures, 13 pesticides sur 69 mesurés ont été détectés au moins à une reprise. Le chlorothalonil est le pesticide le plus détecté avec une fréquence d'apparition de 100%, loin devant la pendiméthaline (57,1% de pourcentage de détection) et le S-métolachlore, l'acétochlore et la spiroxamine (42,9% de pourcentage de détection chacun).

Le graphe 3 représente les évolutions hebdomadaires des pesticides détectés sur le site d'Orléans durant la campagne de mesure. Les fortes teneurs hebdomadaires sont à mettre à l'actif du chlorothalonil. Le folpel, bien que peu détecté, présente également des concentrations hebdomadaires non négligeables (supérieures à 5 ng/m<sup>3</sup>).

	Pourcentage de détection (en %)	Concentration hebdomadaire max (en ng/m <sup>3</sup> )
Chlorothalonil	100,0	32,24
Pendimethaline	57,1	1,14
S-Metolachlore	42,9	0,32
Acetochlore	42,9	1,73
Spiroxamine	42,9	0,79
Chlorpyrifos ethyl	35,7	0,25
Folpel	28,6	7,57
Lindane (γ-HCH)	21,4	0,15
Trifluraline	21,4	0,21
Fenpropimorphe	14,3	0,12
Propachlore	14,3	0,40
Diflufenicanil	7,1	0,13
Fenpropidine	7,1	0,13

Tableau 4 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Orléans (du 30 mars au 20 juillet 2009)



Grappe 3 : évolutions hebdomadaires des pesticides détectés sur le site d'Orléans (du 30 mars au 20 juillet 2009)

Les résultats des semaines 19 et 21 ne sont pas mentionnés du fait d'un volume d'air prélevé trop faible lors de l'échantillonnage.

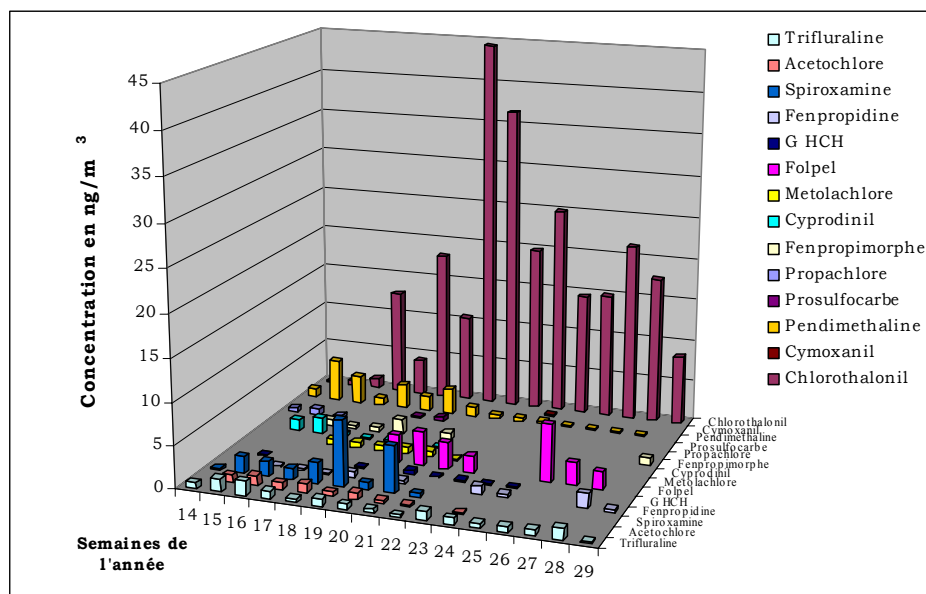
### IV-2-3 Oysonville

Le tableau 5 présente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Oysonville du 30 mars au 20 juillet 2009. Durant la campagne de mesures, 14 pesticides sur 69 mesurés ont été détectés au moins une fois. Le chlorothalonil et la trifluraline sont les pesticides les plus observés avec une fréquence de détection de 100%. La pendiméthaline est également fortement décelée avec 93,8%.

Le graphe 4 représente les évolutions hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Oysonville durant la campagne de mesure. Les concentrations les plus fortes sont observées pour le chlorothalonil, avec des teneurs hebdomadaires régulièrement supérieures à 10 ng/m<sup>3</sup>. La spiroxamine, le folpel et la pendiméthaline présentent des concentrations hebdomadaires maximales supérieures ou égales à 5 ng/m<sup>3</sup>. Contrairement aux années précédentes, les niveaux de trifluraline sont très faibles (inférieurs à 2 µg/m<sup>3</sup>) ; cette substance active semblerait se comporter comme le lindane, avec un possible relargage des sols dans une zone où elle a été très fortement utilisée.

	Pourcentage de détection (en %)	Concentration hebdomadaire max (en ng/m <sup>3</sup> )
Chlorothalonil	100,0	44,36
Trifluraline	100,0	1,66
Pendimethaline	93,8	4,99
Acetochlore	56,3	1,20
Spiroxamine	56,3	7,74
Fenpropidine	56,3	1,74
Lindane (γ-HCH)	43,8	0,50
Folpel	43,8	6,81
S-Metolachlore	37,5	0,78
Cyprodinil	37,5	1,94
Fenpropimorphe	37,5	1,84
Propachlore	18,8	0,72
Prosulfocarbe	12,5	0,48
Cymoxanil	6,3	0,28

Tableau 5 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Oysonville (du 30 mars au 20 juillet 2009)



Grappe 4 : évolutions hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Oysonville (du 30 mars au 20 juillet 2009)

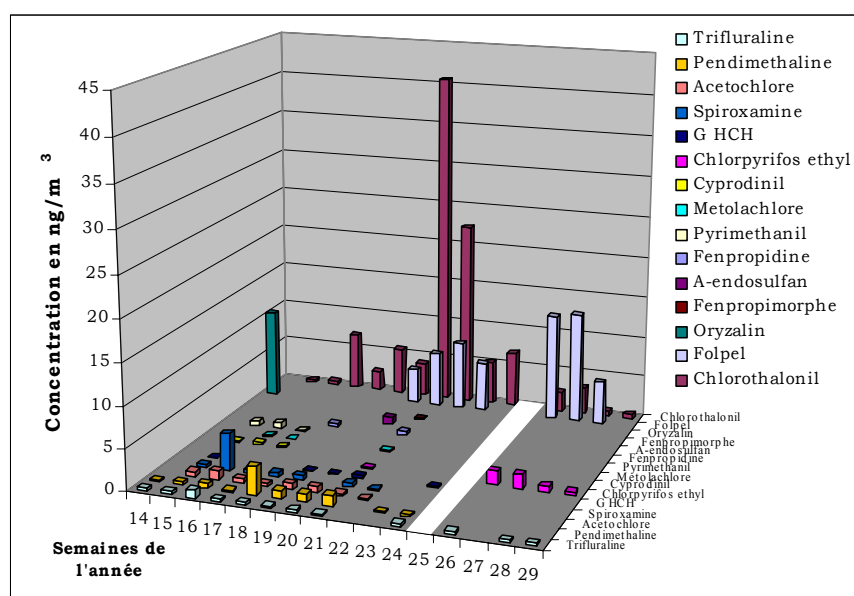
#### IV-2-4 Saint-Martin d'Auxigny

Le tableau 6 présente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Saint-Martin d'Auxigny du 30 mars au 20 juillet 2009. Durant la campagne de mesures, 15 pesticides sur 69 mesurés ont été détectés au moins une fois. Le chlorothalonil est le pesticide le plus détecté (93,3% de détection) suivi de la trifluraline (80%).

Le graphe 5 représente les évolutions hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Saint Martin d'Auxigny durant la campagne de mesure. Les teneurs les plus élevées sont à mettre à l'actif du chlorothalonil. Les teneurs hebdomadaires du folpel sont également importantes avec des concentrations régulièrement supérieures à 5 ng/m<sup>3</sup>. A noter également la forte teneur hebdomadaire de l'oryzalin durant la semaine 14 (11 ng/m<sup>3</sup>). Le comportement de la trifluraline est équivalent à celui observé à Oysonville (Cf. IV-2-3).

	Pourcentage de détection (en %)	Concentration hebdomadaire max (en ng/m <sup>3</sup> )
Chlorothalonil	93,3	40,66
Trifluraline	80,0	0,94
Pendimethaline	66,7	3,39
Acetochlore	53,3	1,08
Spiroxamine	46,7	4,43
Folpel	46,7	13,52
Lindane (γ-HCH)	33,3	0,26
Chlorpyrifos ethyl	33,3	1,71
Cyprodinil	20,0	0,26
S-Metolachlore	20,0	0,17
Pyrimethanil	20,0	0,77
Fenpropidine	13,3	0,43
A-endosulfan	6,7	0,97
Fenpropimorphe	6,7	0,17
Oryzalin	6,7	10,68

Tableau 6 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Saint Martin d'Auxigny (du 30 mars au 20 juillet 2009)



Grappe 5 : évolutions hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Saint-Martin d'Auxigny (du 30 mars au 20 juillet 2009)

Les résultats de la semaine 25 ne sont pas mentionnés du fait d'un volume d'air prélevé trop faible lors de l'échantillonnage.

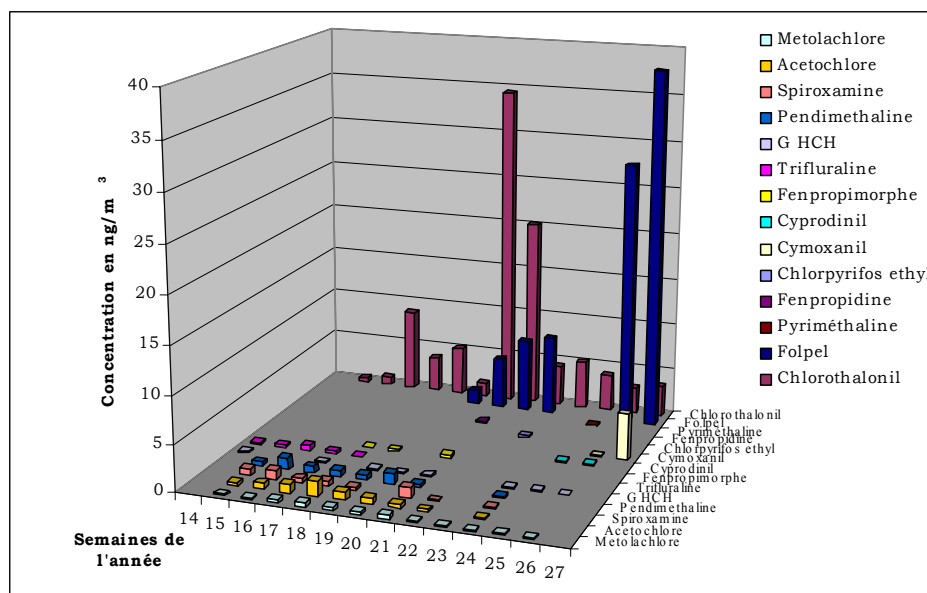
### IV-2-5 Saint-Aignan

Le tableau 7 présente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Saint-Aignan du 30 mars au 6 juillet 2009. Durant la campagne de mesures, 14 pesticides sur 69 mesurés ont été détectés au moins une fois. Le chlorothalonil est le pesticide le plus détecté avec 92,9% de détection. Le S-métolachlore est également fortement observé avec 85,7% d'apparition.

Le graphe 6 représente les évolutions hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Saint-Aignan durant la campagne de mesure. La plus forte concentration hebdomadaire est à mettre à l'actif du folpel (38 ng/m<sup>3</sup>). Le chlorothalonil présente également des concentrations hebdomadaires élevées.

	Pourcentage de détection (en %)	Concentration hebdomadaire max (en ng/m <sup>3</sup> )
Chlorothalonil	92,9	34,46
S-Metolachlore	85,7	0,46
Acetochlore	64,3	1,66
Spiroxamine	57,1	1,10
Pendimethaline	57,1	1,22
Lindane (γ-HCH)	57,1	0,22
Folpel	42,9	38,22
Trifluraline	35,7	0,58
Fenpropimorphe	21,4	0,35
Cyprodinil	14,3	0,21
Cymoxanil	14,3	4,91
Chlorpyrifos ethyl	7,1	0,25
Fenpropidine	7,1	0,18
Pyriméthaline	7,1	0,12

Tableau 7 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Saint Aignan (du 30 mars au 6 juillet 2009)



Grappe 6 : évolutions hebdomadaires des pesticides détectés sur le site de Saint-Aignan (du 30 mars au 6 juillet 2009)

### **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 2009 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/m<sup>3</sup>.

$$\text{Cumul\_concentrations} = \sum_{i=1}^n \text{Ci}$$

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 : cet indicateur, créé par Lig'Air, a pour but de normaliser le risque sanitaire par rapport à la substance active la plus « dangereuse » en un lieu donné. Cet indicateur est, à l'heure actuelle, basé sur la dose journalière admissible, à défaut d'utiliser une donnée de toxicité propre à l'inhalation (seule la DJA est renseignée pour l'ensemble des pesticides suivis). Ainsi, chaque semaine est calculé l'indice PHYTO. Il est ensuite facile de pouvoir comparer différents sites de mesure entre eux sans se risquer à une interprétation malencontreuse. Il est exprimé en ng/m<sup>3</sup>.

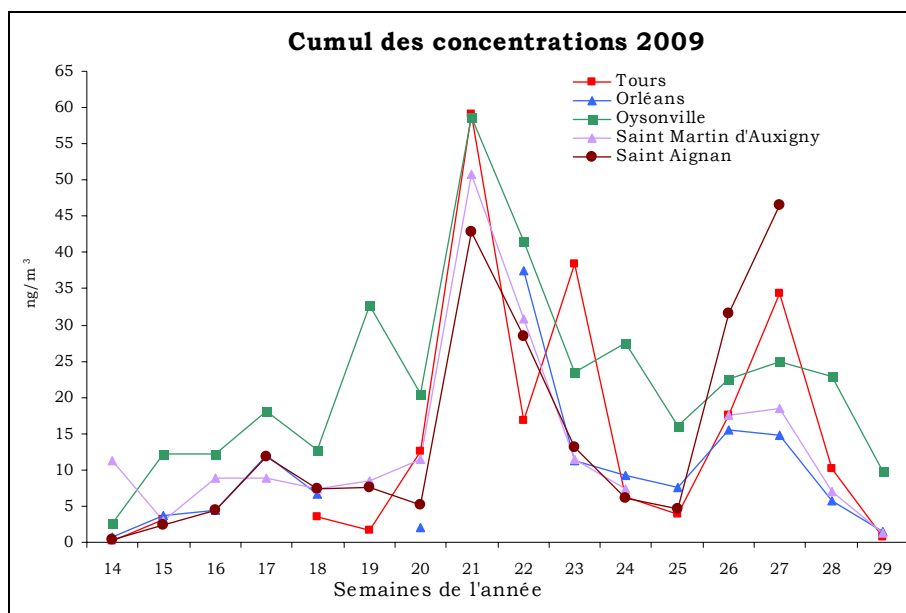
$$\text{Indice\_PHYTO} = \sum_{i=1}^n (\text{Ci} \times \text{Ti})$$

- Où **n** = nombre de pesticides suivis par Lig'Air (n=69, Cf. tableau 2).  
**Ci** = concentration (hebdomadaire) de chaque pesticide  
**Ti** = critère de toxicité (l'ethoprophos, substance la plus toxique parmi les 69 composés suivis par Lig'Air, a été choisie comme la substance « référence ») *DJA ethoprophos = 0,0003 g/kg/jour*

### **IV-3-1 Cumul hebdomadaire des concentrations**

Le graphe 7 représente l'évolution hebdomadaire en 2009 du cumul des concentrations sur les 5 sites de mesures. Durant la première partie du printemps, les concentrations hebdomadaires restent faibles et homogènes sur l'ensemble des sites de mesures. Les teneurs augmentent sensiblement à partir de la semaine 21 (mi mai). Un second pic de concentration est constaté durant la semaine 27 (début juillet).

Les deux pics observés sont à mettre à l'actif respectivement du chlorothalonil durant la semaine 21 et du folpel durant la semaine 27. Ils correspondent vraisemblablement à une période intensive d'épandage.



*Graphie 7 : évolutions hebdomadaires du cumul des concentrations sur les cinq sites de mesures en 2009*

Le tableau 8 présente les évolutions annuelles (semaines 15 à 26 : période commune aux 4 années de mesures) sur les sites de mesures entre 2006 et 2009. Il faut toutefois être prudent au niveau de l'interprétation des résultats car les listes ont quelque peu évolué d'une année sur l'autre, même si un grand nombre de pesticides est commun aux quatre années.

On peut noter un comportement équivalent entre les sites urbains de Tours et Orléans avec un cumul annuel moyen plus important (100 ng/m<sup>3</sup>) pour la commune d'Indre-et-Loire. Les deux sites semblent indépendants des conditions météorologiques d'une année sur l'autre. Ce constat est également valable pour le site rural de Saint-Aignan. Malgré une légère baisse des teneurs en 2007, sa variation d'une année à l'autre est peu marquée.

Ce n'est pas le cas du site rural de Oysonville qui voit son cumul annuel varier grandement suivant l'année. Ainsi, l'année 2007 est marquée par des teneurs faibles au regard de l'année précédente. Une hausse sensible du cumul des concentrations est observée en 2008 avant une nouvelle chute en 2009.

Le site arboricole de Saint-Martin d'Auxigny présente une variabilité similaire au site de Oysonville durant les 2 premières années (2006 et 2007). Cependant, les



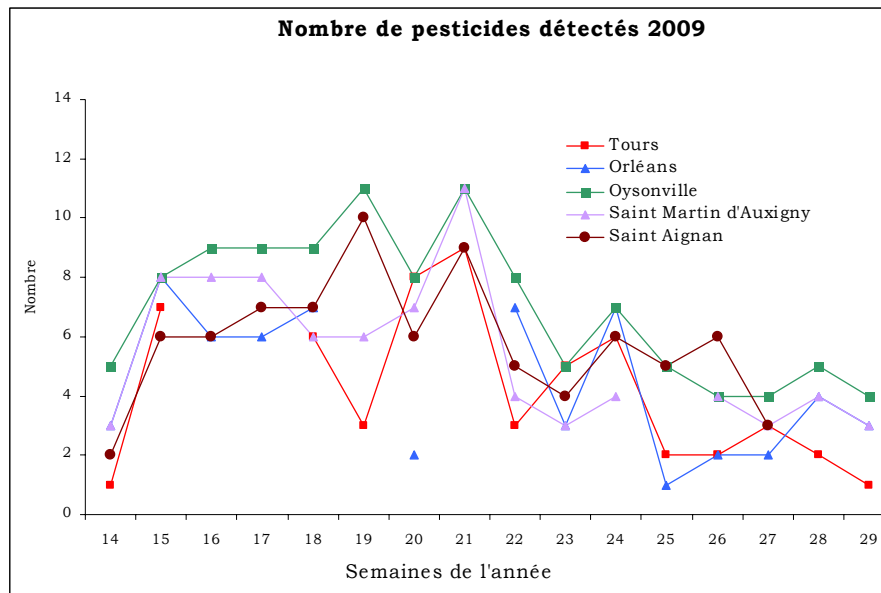
niveaux de 2008 et 2009 se stabilisent ensuite à la hauteur de celui de l'année 2007.

En ng/m <sup>3</sup>	2006	2007	2008	2009
Tours	248	274	250	203
Orléans	149	118	168	110
Saint-Martin d'Auxigny	589	227	215	228
Oysonville	535	211	547	376
Saint-Aignan	282	162	266	234

*Tableau 8 : 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 8 représente l'évolution hebdomadaire en 2009 du nombre de pesticides détectés sur les 5 sites de mesures. Le nombre de pesticides détectés est relativement homogène entre sites de mesures. Après une hausse du nombre de pesticides détectés entre les semaines 14 et 15, le nombre se stabilise jusqu'à la semaine 21 (mi mai). Une lente décroissance est ensuite observée jusqu'à la mi juillet.



*Graphe 8 : évolutions hebdomadaires du nombre de pesticides détectés sur les cinq sites de mesures en 2009*

Le tableau 9 présente le nombre de pesticides détectés en moyenne chaque année sur les sites de mesures.

Le nombre de pesticides recherchés d'une année sur l'autre a varié du fait du caractère évolutif de la liste de pesticides suivis. Cependant, un socle commun important de pesticides existe entre les 4 années, ce qui ne fausse pas le suivi de cet indicateur.

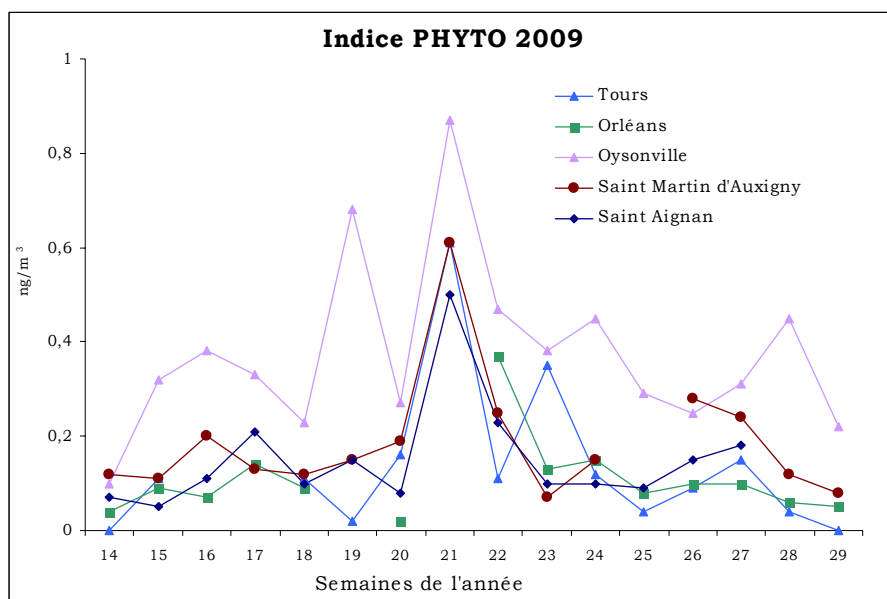
Alors que la tendance semblait être à la hausse entre 2006 et 2008, l'année 2009 semble marquer une rupture claire dans le nombre de pesticides moyen décelés (malgré un nombre de pesticides plus important recherchés en 2009). La mise en place de l'interdiction d'utilisation des pesticides semble jouer un rôle prépondérant dans la baisse observée en 2009.

En nombre	2006	2007	2008	2009
Tours	7,6	7,8	9,8	5,1
Orléans	7,2	8,7	10,9	4,9
Saint-Martin d'Auxigny	6,9	8,1	9,6	6,3
Oysonville	9,6	9,3	12	7,8
Saint-Aignan	/	8,5	10	6,4

*Tableau 9 : 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 9 représente l'évolution hebdomadaire en 2009 de l'indice PHYTO sur les 5 sites de mesures. Les variations hebdomadaires de l'indice PHYTO se corrélaient bien avec le cumul des concentrations. Le site de Oysonville se distingue des quatre autres sites de mesures, avec un indice PHYTO régulièrement supérieur. Le pic hebdomadaire est observé durant la semaine 21 (mi mai). Il correspond essentiellement à une teneur hebdomadaire élevée du chlorothalonil. L'indice PHYTO de la semaine 19 est à mettre à l'actif conjointement du chlorothalonil et de la spiroxamine ; malgré une concentration relative moyenne (7 ng/m<sup>3</sup>), la part de la spiroxamine est proportionnellement plus importante du fait de sa toxicité plus élevée.



*Graphe 9 : évolutions hebdomadaires de l'indice PHYTO sur les cinq sites de mesures en 2009*

Le tableau 10 présente l'évolution annuelle de l'indice PHYTO sur les sites de mesures depuis 2006. Le constat est identique à celui du nombre de pesticides détectés : l'année 2009 est marquée une baisse conséquente de l'indice PHYTO. Alors que les variations des années précédentes fluctuaient selon le site de mesure et l'année, l'indice PHYTO 2009 présente la même baisse sur l'ensemble des points de mesures.

En ng/m <sup>3</sup>	2006	2007	2008	2009
Tours	0,51	0,94	0,53	0,17
Orléans	1,04	0,64	0,6	0,12
Saint-Martin d'Auxigny	2,37	0,72	1,12	0,21
Oysonville	1,16	0,71	1,13	0,41
Saint-Aignan	/	0,58	0,49	0,16

*Tableau 10 : évolutions annuelles de l'indice PHYTO par site et par an (période identique : semaines 15 à 26)*

## Conclusion

L'année 2009 a été marquée par la quatrième année de surveillance de pesticides dans l'air ambiant sur les cinq sites de mesures permanents.

Ainsi, 69 pesticides ont été suivis durant 16 semaines en 2009 (avril à juillet). Au total, 19 pesticides (8 fongicides, 8 herbicides et 3 insecticides) ont été détectés au moins à 1 reprise sur l'un des sites de mesures.

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 pratiquement de 100% et ses niveaux de concentration restent les plus élevés.

L'année 2009 est marquée essentiellement par une chute très nette des composés retrouvés dans l'air. Le nombre de pesticides détectés diminue pratiquement de moitié par rapport à l'année précédente. Ce constat est bien évidemment à rapprocher avec l'interdiction d'utilisation de certaines substances actives.

Le cumul de concentration observe une légère baisse également en 2009 mais elle est peu significative. A contrario, l'indice PHYTO diminue fortement sur l'ensemble des sites de mesures.

Le suivi des pesticides dans le compartiment aérien montre que certains pesticides peuvent être considérés comme des contaminants chroniques de l'atmosphère. Ils sont présents dans l'atmosphère après plusieurs années de leur interdiction. C'est le cas du lindane ( $\gamma$ -HCH) qui, malgré son interdiction d'utilisation depuis 1998, se retrouve régulièrement dans l'atmosphère.

Cependant, dans la plupart des cas, les pesticides disparaissent progressivement de l'atmosphère à partir de l'année de la mise en application de l'interdiction (alachlore, tolylfluanide, endosulfan ...). La disparition de ces composés dans l'atmosphère semble être compensée par l'émergence d'autres substances actives. Le cas le plus significatif est le chlorothalonil qui semble se substituer à certains composés bannis.

Enfin, malgré la diversité de l'environnement des zones d'études, il semblerait que certains pesticides soient indépendants des cultures avoisinantes ; la dizaine de pesticides communs retrouvés sur les cinq de mesures indique une contamination générale de l'atmosphère.

## **Bibliographie**

- [1] Method EPA TO 4, Determination of Pesticides and 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 and 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-Près ; 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