



Surveillance de la qualité de l'air en région Centre

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

Année 2008

Rapport final

Décembre 2008

Lig'Air - Réseau de 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	5
II Sites de mesures	5
III Liste des pesticides suivis	6
IV Résultats	7
IV-1 Synthèse régionale	7
IV-2 Zoom sur les résultats par site de mesures	8
IV-2-1 Tours « la Bruyère »	9
IV-2-2 Orléans « Faubourg Bannier »	11
IV-2-3 Oysonville	13
IV-2-4 Saint Martin d'Auxigny	15
IV-2-5 Saint Aignan	17
IV-3 Comparaison des résultats entre les cinq sites de mesures : les différents indicateurs utilisés	19
IV-3-1 Cumul hebdomadaire des concentrations	20
IV-3-2 Nombre de pesticides détectés par semaine	21
IV-3-3 L'indice PHYTO	22
Conclusion	23
Bibliographie	24

Avertissement

L'ensemble des travaux présentés dans ce rapport sont financés par la DRASS¹, les agglomérations de Tours et d'Orléans, les conseils généraux du Cher, de l'Eure-et-Loir, du Loir-et-Cher, du Loiret et de 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.

¹ Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales

Introduction et cadre de l'étude

L'année 2008 a été marquée par la troisième année de surveillance des pesticides dans l'air ambiant en région Centre. L'engagement pris par Lig'Air, dans le cadre du Plan Régional Santé Environnement (PRSE), de mesurer les principaux pesticides durant 5 années, a pris naissance en 2006.

Cinq sites de surveillance ont donc été choisis suivant leur spécificité afin de donner une représentativité des cultures de la région : 1 site « grandes cultures » situé à Oysonville (28), 1 site arboricole à Saint Martin d'Auxigny (18), 1 site viticole localisé à Saint-Aignan (41) ; deux sites urbains ont complété le dispositif de surveillance et ont été choisis dans les deux agglomérations de plus de 250 000 habitants, à savoir Tours (37) et Orléans (45).

Le fait de suivre les mêmes pesticides durant des laps de temps identiques en 2006 et 2007 a permis de comparer les sites de mesures les uns aux autres. Les résultats obtenus ont bien évidemment fait apparaître une hétérogénéité dans l'exploitation des données ; ils ont mis en avant les sites de mesures à prédominance agricole quant aux concentrations maximales observées ainsi que sur l'indice de qualité de l'air lié à la présence des pesticides dans l'air (indice PHYTO). Paradoxalement, le nombre de pesticides détectés par site de mesures est relativement homogène quelle que soit la nature environnante du site.

Le présent rapport expose les résultats de l'année 2008 et les compare aux années antérieures. La typologie et l'environnement des sites de mesures et la période d'échantillonnage sont présentées dans la première partie ; une synthèse régionale des résultats puis une interprétation site par site sont ensuite proposées. Enfin, la comparaison des sites de mesures a été rendue possible grâce à la construction des 3 indicateurs de mesures (cumul des concentrations, nombre de pesticides détectés par semaine, indice PHYTO).

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

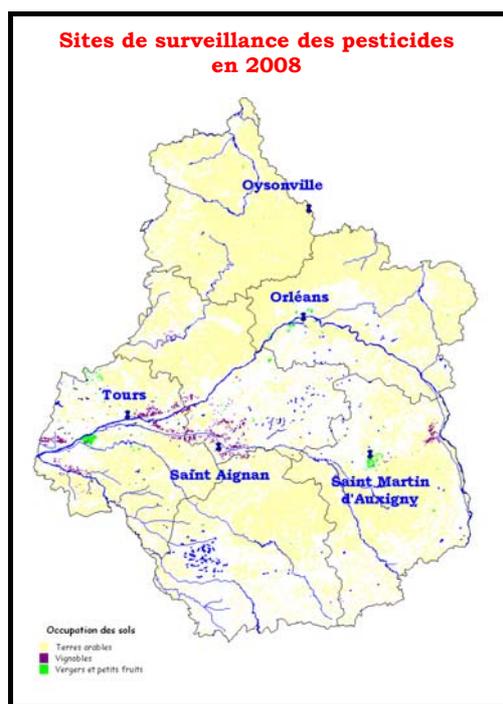
La période d'échantillonnage des campagnes hebdomadaires a été établie suite aux divers résultats de mesures obtenus par Lig'Air depuis 2001 [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13].

La période de mesures a démarré le 9 avril pour se terminer le 2 juillet 2008. Le site de Saint-Martin d'Auxigny, fortement chargé en pesticides les années passées, a été échantillonné jusqu'au mois de novembre.

Le tableau 1 présente l'ensemble des sites avec leur typologie et les périodes d'études correspondantes. La carte 1 présente l'implantation des sites de mesures ainsi que le territoire agricole en région Centre.

Site	Typologie	Cultures avoisinantes proches	Cultures éloignées	Période d'études
Orléans (45)	Urbain	/	Grandes cultures, viticulture et arboriculture	9 avril au 2 juillet
Tours (37)	Urbain	/	Grandes cultures et viticulture	9 avril au 2 juillet
Saint Martin d'Auxigny (18)	Rural (au cœur du village)	Arboriculture	Grandes cultures	9 avril au 5 novembre
Oysonville (28)	Rural (à proximité des champs)	Grandes cultures	Grandes cultures	9 avril au 2 juillet
Saint Aignan (41)	Rural (au cœur du village)	Viticulture	Grandes cultures	9 avril au 2 juillet

Tableau 1 : sites de mesure des pesticides pour l'année 2008



Carte 1 : territoires agricoles et sites de mesures de pesticides sur la région Centre en 2008

III - Liste des pesticides suivis

Le tableau 2 recense les 56 pesticides surveillés en 2008. Les pesticides notés en vert sont ceux nouvellement suivis par Lig'Air cette année : quatre pesticides ont été ajoutés dans la liste 2008 (carbaryl, fenoxycarbe, methomyl, oryzalin) par rapport à celle de 2007.

Les pesticides indiqués en bleu sont des substances actives proscrites à l'utilisation avant l'année 2008. Au total, sur les 56 pesticides suivis par Lig'Air, 15 substances actives ne sont plus utilisées théoriquement en 2008.

Substances Actives	Action	Substances actives	Action
2,4' DDE	<i>Insecticide</i>	Fenoxycarbe	<i>Insecticide</i>
4,4' DDD	<i>Insecticide</i>	Fenpropidine	<i>Fongicide</i>
2,4' DDD	<i>Insecticide</i>	Fenpropimorphe	<i>Fongicide</i>
2,4' DDT	<i>Insecticide</i>	Fluazinam	<i>Fongicide</i>
4,4' DDE	<i>Insecticide</i>	Fludioxonil	<i>Fongicide</i>
4,4' DDT	<i>Insecticide</i>	Folpel	<i>Fongicide</i>
Acétochlore	<i>Herbicide</i>	G-HCH	<i>Insecticide</i>
Aclonifen	<i>Herbicide</i>	Iprodione	<i>Fongicide</i>
A-endosulfan	<i>Insecticide</i>	Malathion	<i>Insecticide</i>
A-HCH	<i>Insecticide</i>	Metazachlore	<i>Herbicide</i>
Alachlore	<i>Herbicide</i>	Methidathion	<i>Insecticide</i>
Azoxystrobine	<i>Fongicide</i>	Methomyl	<i>Insecticide</i>
Captane	<i>Fongicide</i>	Methyl parathion	<i>Insecticide</i>
Carbaryl	<i>Insecticide</i>	S-Métolachlore	<i>Herbicide</i>
Chlorothalonil	<i>Fongicide</i>	Oryzalin	<i>Herbicide</i>
Chlorpyrifos ethyl	<i>Insecticide</i>	Oxadiazon	<i>Herbicide</i>
Cyprodinil	<i>Fongicide</i>	Oxydemeton-S-methyl	<i>Insecticide</i>
Diazinon	<i>Insecticide</i>	Oxyfluorene	<i>Herbicide</i>
Dichlobenil	<i>Herbicide</i>	Pendimethaline	<i>Herbicide</i>
Dimenthomorphe I	<i>Fongicide</i>	Phosmet	<i>Insecticide</i>
Dimenthomorphe II	<i>Fongicide</i>	Propachlor	<i>Herbicide</i>
Dimethenamide	<i>Herbicide</i>	Propargite	<i>Insecticide</i>
Diflufenicanil	<i>Herbicide</i>	Propyzamide	<i>Herbicide</i>
Epoconazole	<i>Fongicide</i>	Spiroxamine	<i>Fongicide</i>
Esfenvalerate	<i>Herbicide</i>	Tébutame	<i>Herbicide</i>
Ethofumesate	<i>Herbicide</i>	Tolyfluanide	<i>Fongicide</i>
Ethoprophos	<i>Insecticide</i>	Trifluraline	<i>Herbicide</i>
Ethyl parathion	<i>Insecticide</i>	Vinchlozoline	<i>Fongicide</i>

Tableau 2 : liste des pesticides suivis en 2008

IV - Résultats

IV-1- Synthèse régionale

Les campagnes de mesures sur les cinq sites de mesures durant 12 semaines de l'année (avril à juillet 2008) ont permis de suivre 56 pesticides. Le bilan fait apparaître la détection, au moins à une reprise, de 33 pesticides sur l'un des sites de mesures.

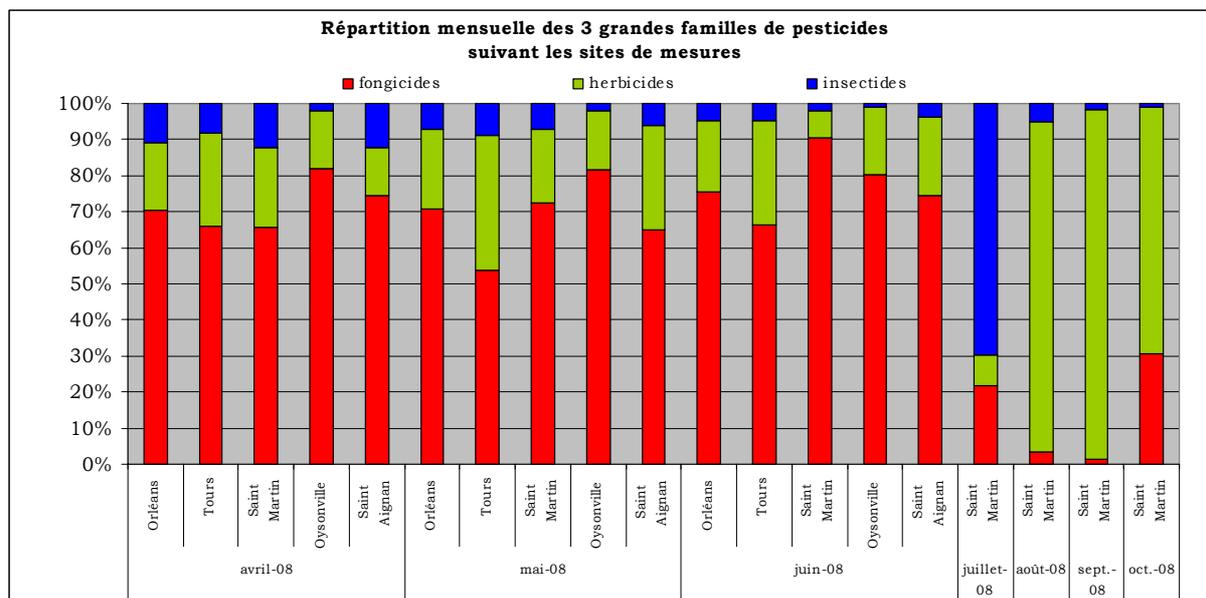
Si l'on prend en compte le rallongement de la campagne à Saint-Martin d'Auxigny durant l'été et l'automne, 34 pesticides auront été détectés au total.

Sur les 16 fongicides suivis, 13 ont été détectés au moins à une reprise. Les herbicides sont également bien représentés dans l'air ambiant avec 12 produits observés sur les 17 échantillonnés. Seuls les insecticides apparaissent dans des proportions beaucoup plus faibles : 9 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 2008 (avril, mai et juin), l'échantillonnage ne s'étant effectué par la suite que sur le site de Saint-Martin d'Auxigny.

Durant les mois printaniers, on constate une prédominance marquée des fongicides (environ 70% de moyenne) quel que soit le site de mesures suivi. Les herbicides viennent ensuite avec environ 20% et les insecticides avec 10%. Contrairement à l'année passée, la répartition des pesticides selon le mois de mesures et le site de mesures est donc extrêmement homogène.

Le suivi du site de Saint-Martin d'Auxigny durant l'été et l'automne apporte des éléments nouveaux quant à l'évolution des trois grandes familles dans l'atmosphère en 2008. Les insecticides deviennent majoritaires durant le mois de juillet (70%) pour laisser ensuite la place aux herbicides les trois mois suivant (août, septembre et octobre).



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

L'année 2008 se distingue des années précédentes avec l'émergence de certains pesticides dans l'air ambiant alors que d'autres semblent disparaître peu à peu de l'atmosphère.

En effet, on peut s'apercevoir cette année que deux pesticides sont régulièrement détectés à des niveaux que l'on ne connaissait pas. Ainsi, le chlorothalonil, fongicide au large spectre d'action, est le pesticide le plus détecté (après la trifluraline) sur l'ensemble des sites (85% de détection). En terme de concentration aigue, il présente les teneurs maximales hebdomadaires sur pratiquement tous les sites de mesures. Un autre fongicide, la spiroxamine, utilisée en grandes cultures et en viticulture, est très présente avec un pourcentage de détection moyen de 66%.

A contrario, certains pesticides sont beaucoup moins décelés cette année par rapport à 2007 : la pendiméthaline (68,8% en 2008 contre 83,8% en 2007), la tolylfluanide (10,4% en 2008 contre 41,9% en 2007), l'endosulfan (9,1% en 2008 contre 36,5% en 2007). On peut y voir l'effet bénéfique de l'interdiction d'utilisation de ces deux derniers composés en fin d'année 2007, qui s'observe par une baisse sensible de leur détection mais également par une chute de leurs concentrations maximales observées.

Les deux composés de « référence » en terme de fort pourcentage de détection restent toujours les mêmes : la trifluraline avec 90,9% de détection et le lindane (G-HCH) avec 85,7% de détection restent au sommet des substances actives dans l'air ambiant. Il sera intéressant de suivre l'évolution de la trifluraline l'an prochain avec l'interdiction d'utilisation de ce composé au 31 décembre 2008.

Les herbicides chlorés (acétochlore, alachlore, métolachlore, propachlore, métazachlore) sont aussi bien présents dans l'air ambiant avec des pourcentages de détection variant de 13 à 56% suivant les pesticides utilisés. Cela reste dans les mêmes proportions que les années précédentes.

Enfin, les pesticides qui étaient aussi régulièrement détectés à hauteur de 20 à 40% du temps gardent à peu près les mêmes proportions cette année ; c'est le cas de l'insecticide utilisé en viticulture et en arboriculture, le chlorpyrifos ethyl et des fongicides utilisés en grandes cultures, la fenpropidine et le fenpropimorphe.

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

Les résultats de l'année 2008 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 les plus détectés pour chaque site de mesures.

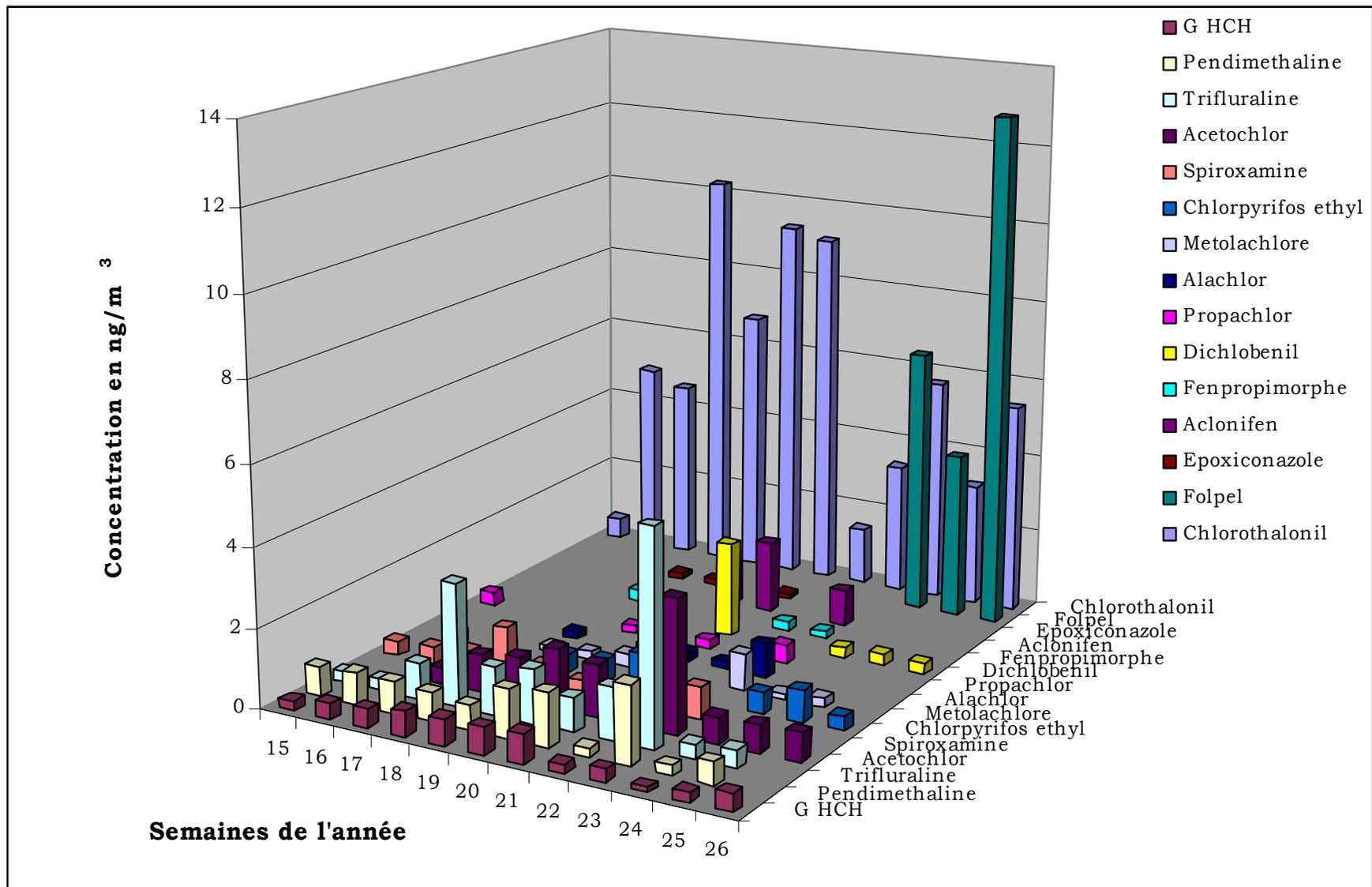
IV-2-1 Tours la Bruyère

Le tableau 3 représente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Tours la Bruyère du 9 avril au 2 juillet 2008. Durant la campagne de mesures, 23 pesticides sur 56 mesurés ont été détectés au moins une fois. Le chlorothalonil et le lindane (G-HCH) ont été observés durant toute la campagne de mesures, la pendiméthaline et la trifluraline ont été décelées avec une fréquence d'apparition de 91,7%.

Le graphe 2 représente les évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site de Tours durant la campagne de mesure. En terme de concentration maximale, le chlorothalonil prédomine durant toute la période de mesure ainsi que le folpel qui présente des teneurs également élevées à partir de la mi-juin. Les pesticides interdits d'utilisation au cours de l'année 2007 ne se retrouvent pratiquement plus en 2008 : c'est le cas de l'endosulfan et de la tolylfluanide qui étaient régulièrement détectés sur le site de Tours les années précédentes.

Substances actives	Pourcentage de détection (%)	Concentration maximale (ng/m ³)	Substances actives	Pourcentage de détection (%)	Concentration maximale (ng/m ³)
2,4' DDD	0,0	/	Fenpropidine	16,7	0,38
2,4' DDE	0,0	/	Fenpropimorphe	33,3	0,30
2,4' DDT	0,0	/	Fluazinam	0,0	/
4,4' DDD	16,7	0,49	Fludioxonil	8,3	0,53
4,4' DDE	0,0	/	Folpel	25,0	12,96
4,4' DDT	0,0	/	G HCH	100,0	0,73
A HCH	0,0	/	Iprodione	0,0	/
Acetochlore	75,0	3,32	Malathion	0,0	/
Aclonifen	25,0	1,81	Metazachlore	0,0	/
A-endosulfan	8,3	0,78	Methidathion	0,0	/
Alachlore	41,7	0,85	Methomyl	0,0	/
Azoxystrobine	0,0	/	Metolachlore	58,3	0,92
Captane	0,0	/	Oryzalin	0,0	/
Carbaryl	0,0	/	Oxadiazon	0,0	/
Chlorothalonil	100,0	10,26	Oxydemeton Methyl	0,0	/
Chlorpyrifos ethyl	58,3	0,87	Oxyfluorfen	0,0	/
Cyprodinil	16,7	0,77	Parathion ethyl	0,0	/
Diazinon	8,3	0,28	Parathion methyl	0,0	/
Dichlobenil	33,3	2,39	Pendiméthaline	91,7	1,95
Diflufenicanil	0,0	/	Phosmet	0,0	/
Dimethenamide	16,7	0,74	Propachlor	41,7	0,47
Diméthomorphe I	0,0	/	Propargite	0,0	/
Diméthomorphe II	0,0	/	Propyzamide	0,0	/
Epoxiconazole	25,0	0,14	Spiroxamine	75,0	1,30
Esfenvalerate	0,0	/	Tébutame	0,0	/
Ethofumesate	0,0	/	Tolyfluanide	8,3	0,80
Ethoprophos	0,0	/	Trifluraline	91,7	5,33
Fenoxicarbe	0,0	/	Vinclozoline	0,0	/

Tableau 3 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Tours (du 9 avril au 2 juillet 2008)



Graphe 2 : évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site de Tours (du 9 avril au 2 juillet 2008)

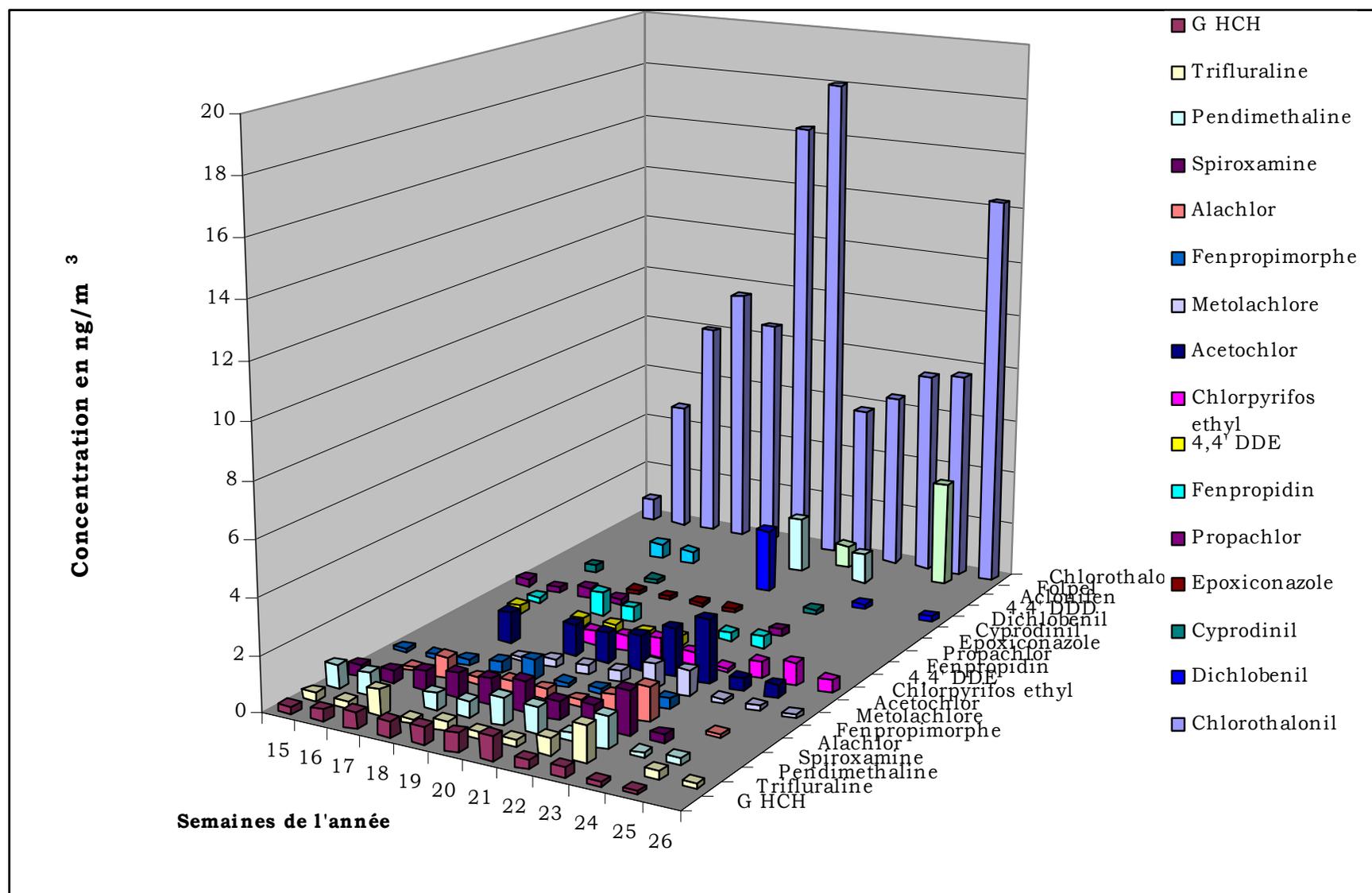
IV-2-2 Orléans Faubourg Banner

Le tableau 4 représente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site d'Orléans du 9 avril au 2 juillet 2008. Durant la campagne de mesures, 22 pesticides sur 56 mesurés ont été détectés au moins une fois. Le chlorothalonil est le pesticide le plus détecté avec une fréquence d'apparition de 100%. La trifluraline et le lindane (G-HCH) sont également très fréquemment observés (91,7% de détection).

Le graphe 3 représente les évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site d'Orléans durant la campagne de mesure. Le comportement des pesticides sur Orléans est relativement similaire à celui de Tours, avec les teneurs maximales observées également pour le chlorothalonil. Là encore, les pesticides interdits d'utilisation en milieu d'année 2007 (tolylfluanide, endosulfan) sont très peu retrouvés cette année contrairement aux années passées où ils étaient présents dans l'air.

Substances actives	Pourcentage de détection (%)	Concentration maximale (ng/m ³)	Substances actives	Pourcentage de détection (%)	Concentration maximale (ng/m ³)
2,4' DDD	0,0	/	Fenpropidine	41,7	0,9
2,4' DDE	0,0	/	Fenpropimorphe	75,0	0,8
2,4' DDT	0,0	/	Fluazinam	0,0	/
4,4' DDD	16,7	0,5	Fludioxonil	0,0	/
4,4' DDE	41,7	0,4	Folpel	16,7	3,8
4,4' DDT	0,0	/	G HCH	91,7	0,9
A HCH	0,0	/	Iprodione	0,0	/
Acetochlore	66,7	2,3	Malathion	0,0	/
Aclonifen	16,7	2,0	Metazachlore	0,0	/
A-endosulfan	8,3	0,8	Methidathion	0,0	/
Alachlore	75,0	1,3	Methomyl	0,0	/
Azoxystrobine	0,0	/	Metolachlore	75,0	0,9
Captane	0,0	/	Oryzalin	0,0	/
Carbaryl	0,0	/	Oxadiazon	0,0	/
Chlorothalonil	100,0	18,0	Oxydemeton Methyl	0,0	/
Chlorpyrifos ethyl	66,7	0,8	Oxyfluorfen	0,0	/
Cyprodinil	25,0	0,2	Parathion ethyl	0,0	/
Diazinon	0,0	/	Parathion methyl	0,0	/
Dichlobenil	25,0	2,3	Pendimethaline	83,3	1,1
Diflufenicanil	8,3	0,2	Phosmet	0,0	/
Dimethenamide	0,0	/	Propachlor	41,7	0,4
Dimethomorphe I	0,0	/	Propargite	0,0	/
Dimethomorphe II	0,0	/	Propyzamide	0,0	/
Epoxiconazole	33,3	0,1	Spiroxamine	83,3	1,6
Esfenvalerate	0,0	/	Tébutame	0,0	/
Ethofumesate	0,0	/	Tolylfluanide	8,3	1,0
Ethoprophos	0,0	/	Trifluraline	91,7	1,3
Fenoxicarbe	0,0	/	Vinclozoline	0,0	/

Tableau 4 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Orléans (du 9 avril au 2 juillet 2008)



Grappe 3 : évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site d'Orléans (du 9 avril au 2 juillet 2008)

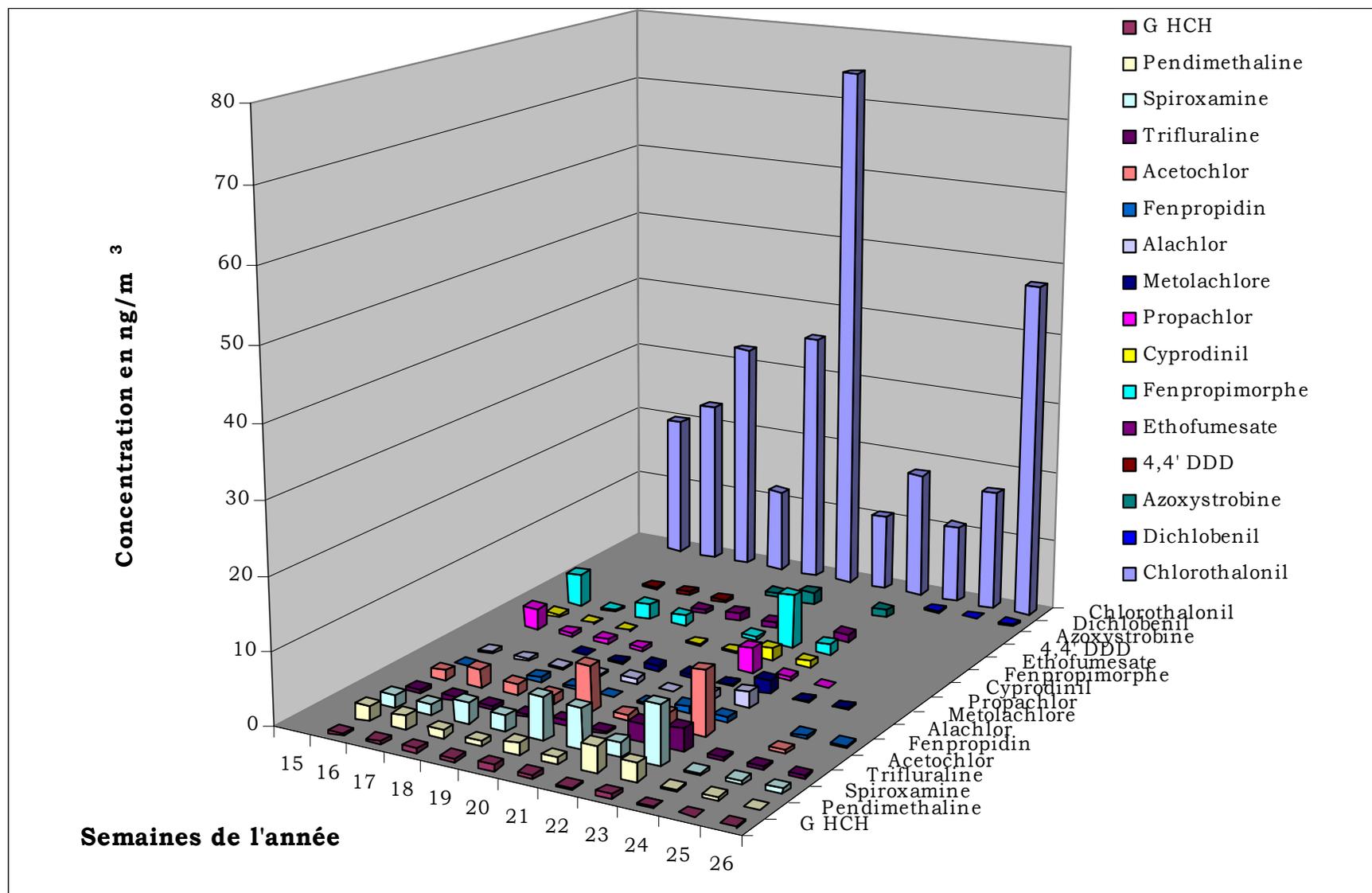
IV-2-3 Oysonville

Le tableau 5 représente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Oysonville du 9 avril au 2 juillet 2008. Durant la campagne de mesures, 23 pesticides sur 56 mesurés ont été détectés au moins une fois. La pendiméthaline, le chlorothalonil, le lindane (G-HCH), la spiroxamine et la trifluraline sont les pesticides les plus observés avec une fréquence de détection de 91,7%.

Le graphe 4 représente les évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site de Oysonville durant la campagne de mesure (les résultats de la semaine 15 ne sont pas mentionnés du fait d'un volume d'air prélevé trop faible). Durant la période de mesures, un grand nombre de pesticides a été décelé mais un pesticide prédomine quant à ses teneurs élevées : il s'agit du chlorothalonil.

Substances actives	Pourcentage de détection (%)	Concentration maximale (ng/m ³)	Substances actives	Pourcentage de détection (%)	Concentration maximale (ng/m ³)
2,4' DDD	0,0	/	Fenpropidine	75,0	0,98
2,4' DDE	0,0	/	Fenpropimorphe	58,3	7,43
2,4' DDT	0,0	/	Fluazinam	0,0	/
4,4' DDD	25,0	0,55	Fludioxonil	0,0	/
4,4' DDE	16,7	0,30	Folpel	8,3	1,10
4,4' DDT	0,0	/	G HCH	91,7	0,78
A HCH	0,0	/	Iprodione	0,0	/
Acetochlore	75,0	8,87	Malathion	0,0	/
Aclonifen	16,7	1,55	Metazachlore	8,3	0,41
A-endosulfan	8,3	0,81	Methidathion	0,0	/
Alachlore	66,7	2,14	Methomyl	0,0	/
Azoxystrobine	25,0	1,79	Metolachlore	66,7	1,99
Captane	0,0	/	Oryzalin	0,0	/
Carbaryl	0,0	/	Oxadiazon	0,0	/
Chlorothalonil	91,7	74,43	Oxydemeton Methyl	0,0	/
Chlorpyrifos ethyl	0,0	/	Oxyfluorfen	0,0	/
Cyprodinil	58,3	1,64	Parathion ethyl	0,0	/
Diazinon	0,0	/	Parathion methyl	0,0	/
Dichlobenil	25,0	0,28	Pendiméthaline	91,7	3,64
Diflufenicanil	0,0	/	Phosmet	0,0	/
Dimethenamide	0,0	/	Propachlor	66,7	4,16
Dimethomorphe I	0,0	/	Propargite	0,0	/
Dimethomorphe II	0,0	/	Propyzamide	0,0	/
Epoconazole	16,7	0,15	Spiroxamine	91,7	8,13
Esfenvalerate	0,0	/	Tébutame	0,0	/
Ethofumesate	33,3	1,13	Tolylfluanide	0,0	/
Ethoprophos	16,7	0,48	Trifluraline	91,7	3,00
Fenoxicarbe	0,0	/	Vinclozoline	0,0	/

Tableau 5 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Oysonville (du 9 avril au 2 juillet 2008)



Graphe 4 : évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site de Oysonville (du 9 avril au 2 juillet 2008)

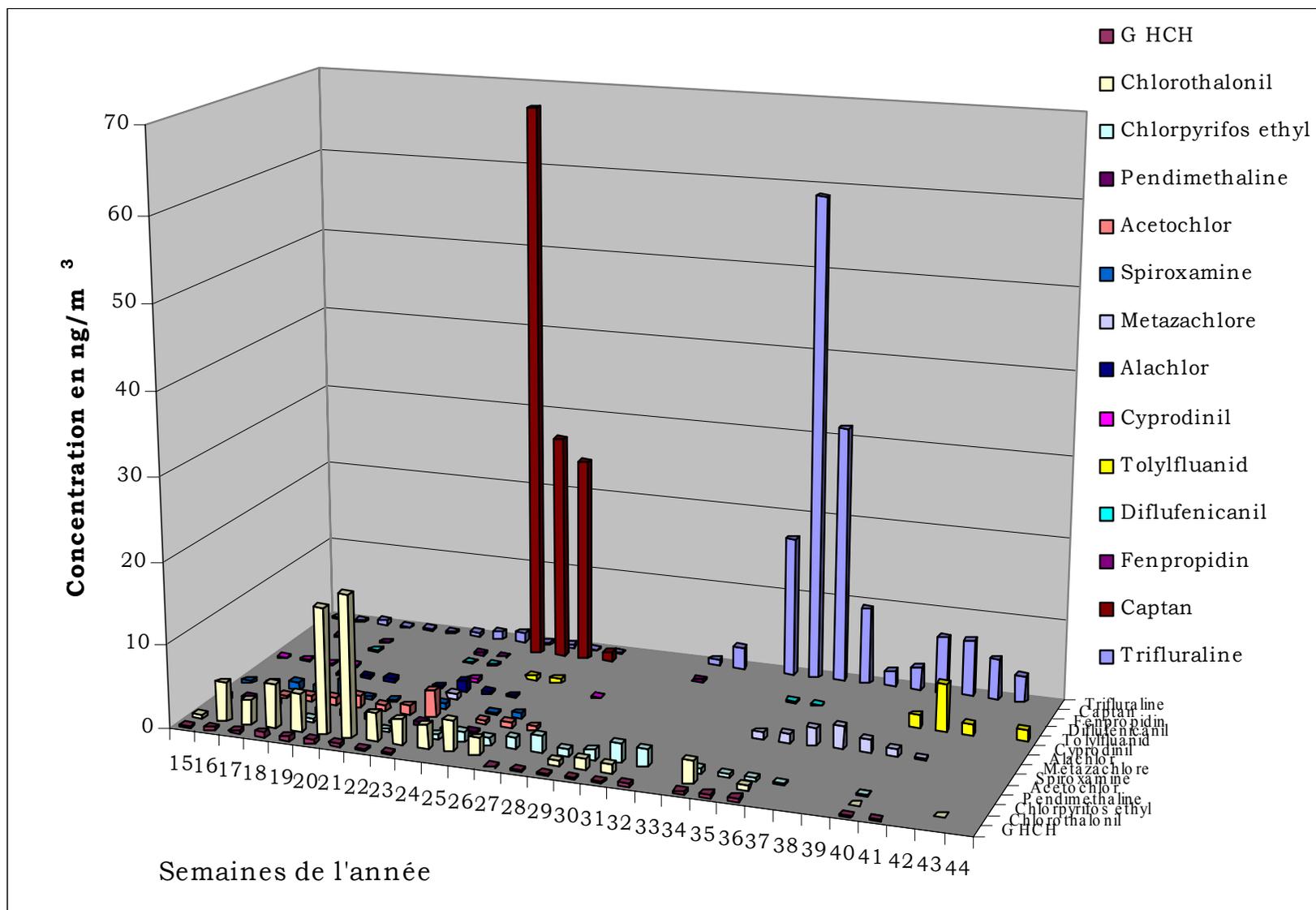
IV-2-4 Saint-Martin d'Auxigny

Le tableau 6 représente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Saint-Martin d'Auxigny du 9 avril au 5 novembre 2008. Durant la campagne de mesures, 26 pesticides sur 56 mesurés ont été détectés au moins une fois. La trifluraline est le pesticide le plus détecté avec une fréquence d'apparition de 86,2%. Le lindane (G-HCH) et le chlorothalonil sont régulièrement observés avec des fréquences de détection respectives de 69% et 65,5%. Le pourcentage de détection moyen est faible par rapport aux autres sites de mesure ; cela s'explique par le fait que la période d'échantillonnage a été prolongée durant l'été et l'automne (début novembre), périodes caractérisées par une baisse de l'utilisation des pesticides par rapport au printemps.

Le graphe 5 représente les évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site de Saint Martin d'Auxigny durant la campagne de mesure (les résultats de la semaine 33 ne sont pas mentionnés du fait d'un volume d'air prélevé trop faible). Suivant la période de mesures, les teneurs maximales sont attribuées à des pesticides différents : le chlorothalonil au printemps, le captane au début de l'été, la trifluraline à l'automne.

Substances actives	Pourcentage de détection (%)	Concentration maximale (ng/m ³)	Substances actives	Pourcentage de détection (%)	Concentration maximale (ng/m ³)
2,4' DDD	0,0	/	Fenpropidine	17,2	0,29
2,4' DDE	0,0	/	Fenpropimorphe	10,3	0,25
2,4' DDT	0,0	/	Fluazinam	0,0	/
4,4' DDD	6,9	0,48	Fludioxonil	0,0	/
4,4' DDE	0,0	/	Folpel	10,3	6,44
4,4' DDT	0,0	/	G HCH	69,0	0,64
A HCH	0,0	/	Iprodione	0,0	/
Acetochlore	34,5	3,32	Malathion	0,0	/
Aclonifen	10,3	1,58	Metazachlore	27,6	1,05
A-endosulfan	10,3	0,85	Methidathion	0,0	/
Alachlore	24,1	1,29	Methomyl	0,0	/
Azoxystrobine	0,0	/	Metolachlore	10,3	0,27
Captane	13,8	67,62	Oryzalin	0,0	/
Carbaryl	0,0	/	Oxadiazon	0,0	/
Chlorothalonil	65,5	17,22	Oxydemeton Methyl	0,0	/
Chlorpyrifos ethyl	55,2	2,34	Oxyfluorfen	0,0	/
Cyprodinil	20,7	0,49	Parathion ethyl	0,0	/
Diazinon	0,0	/	Parathion methyl	3,4	0,68
Dichlobenil	3,4	0,33	Pendimethaline	37,9	0,86
Diflufenicanil	17,2	0,27	Phosmet	0,0	/
Dimethenamide	3,4	0,39	Propachlor	6,9	0,19
Dimethomorphe I	0,0	/	Propargite	3,4	4,65
Dimethomorphe II	0,0	/	Propyzamide	0,0	/
Epoiconazole	13,8	0,15	Spiroxamine	34,5	2,07
Esfenvalerate	0,0	/	Tébutame	0,0	/
Ethofumesate	0,0	/	Tolyfluanide	20,7	0,58
Ethoprophos	0,0	/	Trifluraline	86,2	58,79
Fenoxicarbe	0,0	/	Vinclozoline	0,0	/

Tableau 6 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Saint Martin d'Auxigny (du 9 avril au 5 novembre 2008)



Graphe 5 : évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site de Saint-Martin d'Auxigny (du 9 avril au 5 novembre 2008)

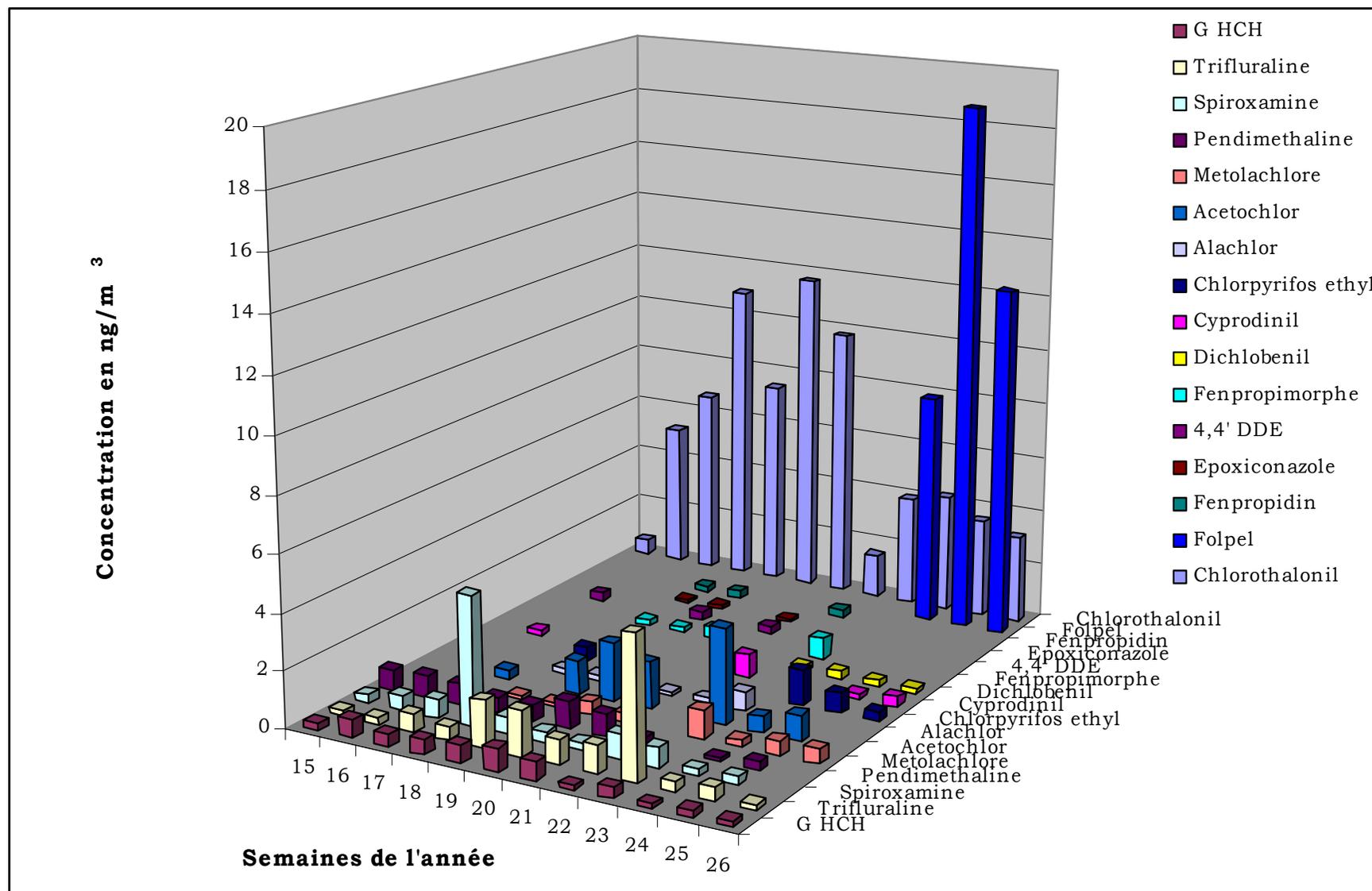
IV-2-5 Saint-Aignan

Le tableau 7 représente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Saint-Aignan du 9 avril au 2 juillet 2008. Durant la campagne de mesures, 26 pesticides sur 56 mesurés ont été détectés au moins une fois. Le chlorothalonil, le lindane (G-HCH) et la trifluraline ont été détectés chaque semaine durant la période de mesures.

Le graphe 6 représente les évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site de Saint Aignan durant la campagne de mesure. Le profil des évolutions hebdomadaires des pesticides à Saint-Aignan est très proche de celui constaté à Tours. C'est le cas notamment du chlorothalonil, du folpel, de la trifluraline, de la spiroxamine qui évoluent de façons identiques sur les 2 sites de mesures.

Substances actives	Pourcentage de détection (%)	Concentration maximale (ng/m³)	Substances actives	Pourcentage de détection (%)	Concentration maximale (ng/m³)
2,4' DDD	0,0	/	Fenpropidine	25,0	0,28
2,4' DDE	0,0	/	Fenpropimorphe	33,3	0,78
2,4' DDT	0,0	/	Fluazinam	0,0	/
4,4' DDD	16,7	0,47	Fludioxonil	16,7	2,08
4,4' DDE	25,0	0,32	Folpel	25,0	18,89
4,4' DDT	0,0	/	G HCH	100,0	0,82
A HCH	0,0	/	Iprodione	0,0	/
Acetochlore	58,3	3,38	Malathion	0,0	/
Aclonifen	8,3	1,22	Metazachlore	8,3	2,07
A-endosulfan	8,3	0,72	Methidathion	0,0	/
Alachlore	50,0	0,67	Methomyl	0,0	/
Azoxystrobine	0,0	/	Metolachlore	66,7	1,01
Captane	0,0	/	Oryzalin	0,0	/
Carbaryl	0,0	/	Oxadiazon	0,0	/
Chlorothalonil	100,0	11,66	Oxydemeton Methyl	0,0	/
Chlorpyrifos ethyl	41,7	1,24	Oxyfluorfen	0,0	/
Cyprodinil	33,3	0,83	Parathion ethyl	0,0	/
Diazinon	0,0	/	Parathion methyl	8,3	0,75
Dichlobenil	33,3	0,30	Pendimethaline	83,3	0,98
Diflufenicanil	0,0	/	Phosmet	0,0	/
Dimethenamide	8,3	0,33	Propachlor	16,7	0,29
Dimethomorphe I	8,3	0,70	Propargite	0,0	/
Dimethomorphe II	8,3	0,65	Propyzamide	0,0	/
Epoconazole	25,0	0,14	Spiroxamine	91,7	4,56
Esfenvalerate	0,0	/	Tébutame	0,0	0,00
Ethofumesate	0,0	/	Tolyfluanide	0,0	0,00
Ethoprophos	0,0	/	Trifluraline	100,0	4,99
Fenoxicarbe	0,0	/	Vinclozoline	0,0	0,00

Tableau 7 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Saint Aignan (du 9 avril au 2 juillet 2008)



Graph 6 : évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site de Saint-Aignan (du 9 avril au 2 juillet 2008)

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 2008 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 : cet indicateur 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/m³.

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

- Où **n** = nombre de pesticides suivis par Lig'Air (n=56, Cf. tableau 2).
C_i = concentration (hebdomadaire) de chaque pesticide
T_i = critère de toxicité (l'ethoprophos, substance la plus toxique parmi les 56 composés suivis par Lig'Air, a été choisie comme la substance « référence ») *DJA ethoprophos = 0,0003 g/kg/jour*

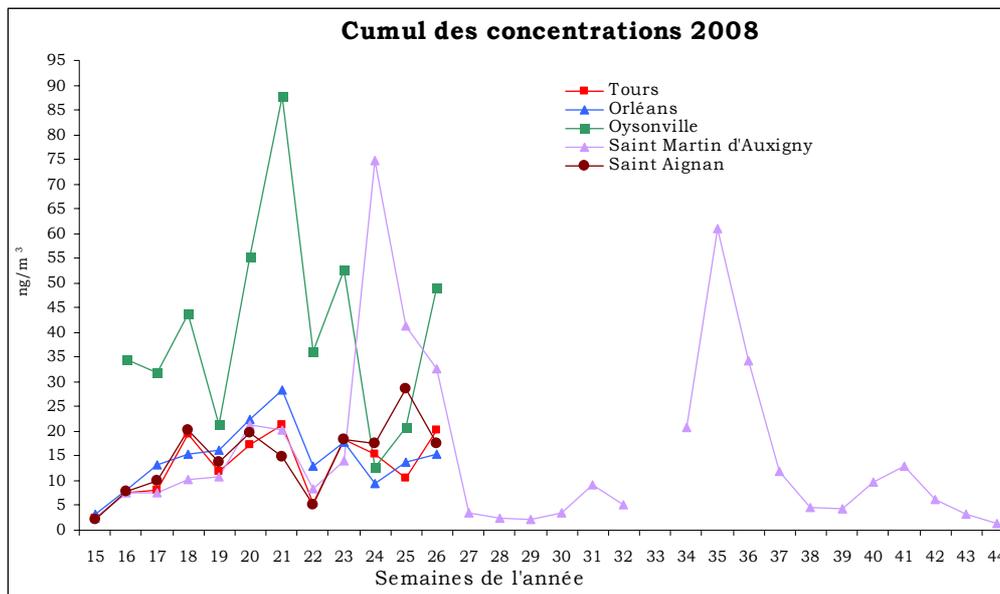
Une comparaison entre les années 2006, 2007 et 2008 durant la même période de prélèvement (semaines 15 à 26) est également proposée. Il faut toutefois être prudent au niveau de l'interprétation des résultats car les listes ont quelque peu évolué entre ces 3 années même si le socle est le même (environ une cinquantaine de pesticides en commun).

Les résultats de la semaine 15 à Oysonville et de la semaine 33 à Saint-Martin d'Auxigny ne sont pas mentionnés du fait d'un volume d'air prélevé trop faible lors de l'échantillonnage.

IV-3-1 Cumul hebdomadaire des concentrations

Le graphe 7 représente l'évolution hebdomadaire en 2008 du cumul des concentrations sur les 5 sites de mesures. Durant la première partie du printemps (semaines 16 à 22), le site de Oysonville se distingue en terme de cumul des concentrations. Les quatre autres sites ont des teneurs cumulées 2 à 3 inférieures à celles du site beauceron. Le site arboricole de Saint-Martin d'Auxigny ne commence à présenter des teneurs élevées qu'à partir de la mi-juin et au mois de septembre pour ensuite baisser très fortement en juillet et août ainsi qu'en automne.

On peut noter également la très bonne corrélation du cumul des concentrations sur les deux sites urbains de Tours et Orléans ainsi que sur le site viticole de Saint-Aignan durant toute la durée d'échantillonnage.



Graphie 7 : évolutions hebdomadaires du cumul des concentrations sur les cinq sites de mesures en 2008

Le tableau 8 présente l'évolution du cumul des concentrations durant les semaines 15 à 26 pour les années 2006, 2007 et 2008. Le bilan fait apparaître des résultats 2008 supérieurs à ceux de 2007 (à l'exception du site de Tours) mais ils restent néanmoins plus faibles que ceux obtenus en 2006.

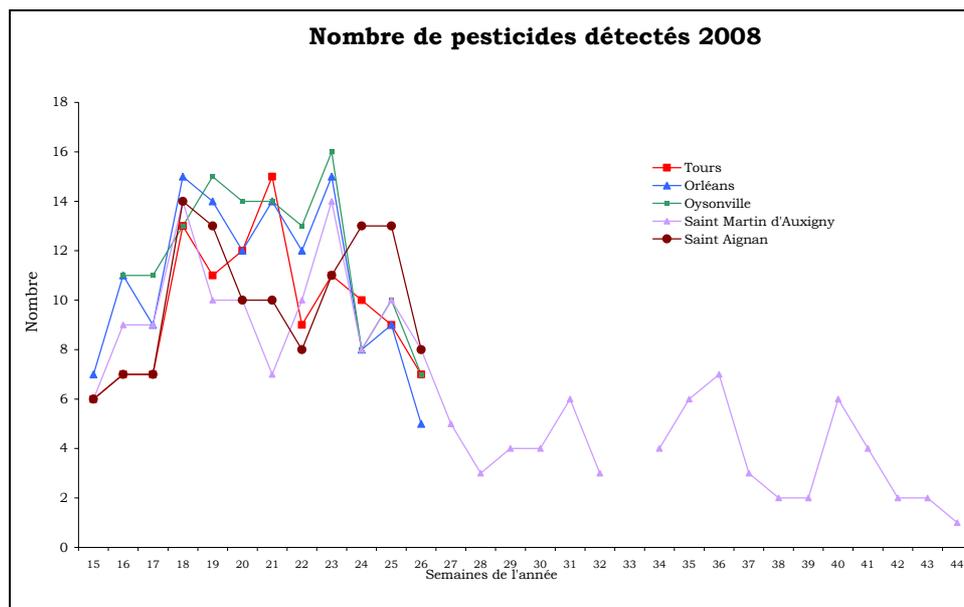
Moyenne des cumuls de concentrations (semaines 15 à 26)	2006	2007	2008
Tours	15,9	16,0	13,2
Orléans	15,0	10,2	14,7
Saint-Martin d'Auxigny	42,9	13,7	20,9
Oysonville	45,6	17,7	40,5
Saint-Aignan	/	8,1	14,7

Tableau 8 : comparaison des moyennes des cumuls de concentrations (en ng/m³) par site

IV-3-2 Nombre de pesticides détectés par semaine

Le graphe 8 représente l'évolution hebdomadaire en 2008 du nombre de pesticides détectés sur les 5 sites de mesures. La période où l'on retrouve le plus de pesticides détectés s'étale essentiellement durant le mois de mai (semaines 18 à 23) avec, en moyenne, une quinzaine de pesticides détectés par site.

Bien que seul le site de Saint-Martin d'Auxigny ait été échantillonné durant l'été et l'automne, ce graphe illustre parfaitement la période la plus propice pour détecter un maximum de pesticides dans l'air ambiant. Cette observation était identique les années précédentes.



Graphe 8 : évolutions hebdomadaires du nombre de pesticides détectés sur les cinq sites de mesures en 2008

Le tableau 9 présente l'évolution du nombre de pesticides détectés durant les semaines 15 à 26 pour les années 2006, 2007 et 2008. Le nombre moyen de pesticides observés est en augmentation depuis 2006. Cela pourrait s'expliquer par l'ajout (notamment en 2008) de 4 pesticides supplémentaires dans la surveillance (Cf. tableau 2) mais ces derniers n'ont pas été détectés cette année.

La piste d'une diversification dans l'utilisation des pesticides, pour combler l'utilisation des substances interdites, pourrait être une cause de cette hausse.

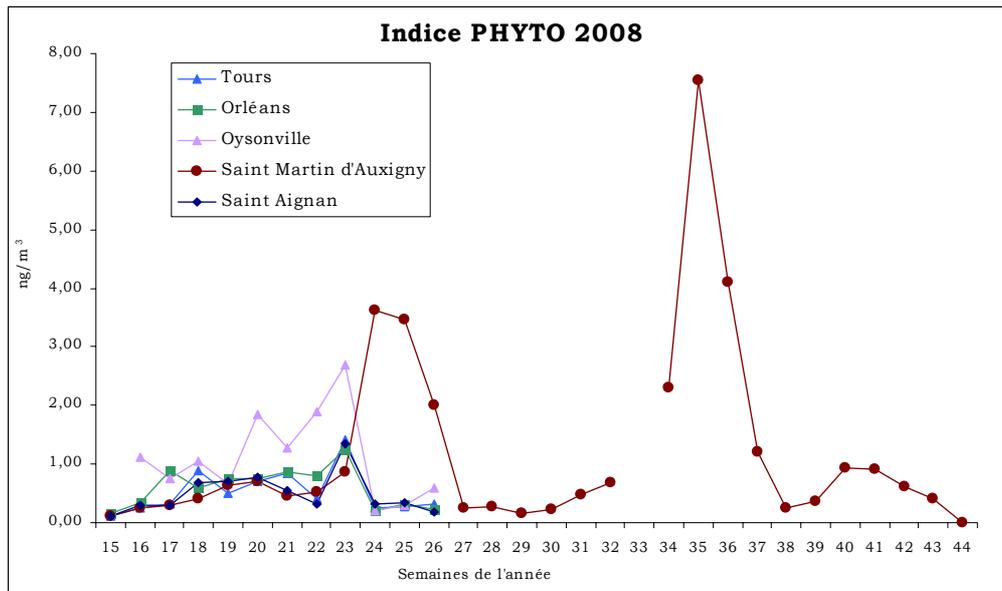
Moyenne du nombre de pesticides détectés (semaines 15 à 26)	2006	2007	2008
Tours	7,6	7,8	9,8
Orléans	7,2	8,7	10,9
Saint-Martin d'Auxigny	6,9	8,1	9,6
Oysonville	9,6	9,3	12,0
Saint-Aignan	/	8,5	10,0

Tableau 9 : comparaison des moyennes du nombre de pesticides détectés par site

IV-3-3 L'indice PHYTO

Le graphe 9 représente l'évolution hebdomadaire en 2008 de l'indice PHYTO sur les 5 sites de mesures. Durant la 1^{ère} période commune de mesures (semaines 15 à 23), l'indice PHYTO présente les teneurs les plus fortes sur le site de Oysonville puis c'est le site de Saint-Martin d'Auxigny qui prend le relais de la mi-juin à début juillet.

Durant la période où seul le site arboricole est échantillonné, on constate un indice PHYTO élevé correspondant à la première quinzaine de septembre.



Graphique 9 : évolutions hebdomadaires de l'indice PHYTO sur les cinq sites de mesures en 2008

Le tableau 10 présente l'évolution de l'indice PHYTO durant les semaines 15 à 26 pour les années 2006, 2007 et 2008. Il n'existe aucune relation homogène entre l'évolution de l'indice PHYTO, le site de mesures et l'année de surveillance.

En 2008, les deux sites ruraux de Oysonville et Saint-Martin d'Auxigny se distinguent nettement des trois autres sites avec un indice PHYTO deux fois supérieur.

Moyenne de l'indice PHYTO (semaines 15 à 26)	2006	2007	2008
Tours	0,51	0,94	0,53
Orléans	1,04	0,64	0,60
Saint-Martin d'Auxigny	2,37	0,72	1,12
Oysonville	1,16	0,71	1,13
Saint-Aignan	/	0,58	0,49

Tableau 10 : comparaison des moyennes de l'indice PHYTO (en ng/m³) par site

Conclusion

Amorcée en 2006 sur cinq sites de mesures distincts et caractéristiques de la région Centre (1 site « grandes cultures », 1 site « arboricole », 1 site « viticole » et 2 sites « urbains »), le programme de surveillance des pesticides dans l'air ambiant dans le cadre du Plan Régional Santé Environnement s'est poursuivi en 2008. La troisième année de surveillance des pesticides dans l'air ambiant a donc permis, durant le printemps et le début de l'été 2008, de suivre 56 substances actives.

Les résultats de mesures de cette année de surveillance ont permis de confirmer certaines tendances, notamment la présence plus marquée de certains pesticides dans l'air ambiant par rapport aux années précédentes ou, a contrario, la quasi disparition d'autres substances.

L'interdiction d'utilisation de pesticides en fin d'année 2007, notamment pour l'endosulfan ou la tolylfluanide, a permis de réduire considérablement leur présence dans l'atmosphère en 2008.

Le retrait de certaines substances a cependant eu un effet pervers puisque l'on constate que le nombre de pesticides détectés dans l'air est plus grand. La piste d'une diversification dans l'utilisation des pesticides, pour combler l'utilisation des substances interdites, pourrait être une cause de cette hausse.

L'année 2008 a confirmé qu'en terme de concentrations maximales et moyennes, les sites à caractère rural influencé (Oysonville pour les grandes cultures et Saint-Martin d'Auxigny pour l'arboriculture) présentent les teneurs les plus importantes, bien plus que les deux sites urbains de Tours et d'Orléans. Le site viticole de Saint-Aignan se comporte plus comme un site urbain. Ce constat est identique pour l'indice PHYTO. Le nombre de pesticides détectés par semaine reste, quant à lui, identique d'un site de mesures à l'autre ; cela reste conforme au comportement des années antérieures.

En 2009, le dispositif de surveillance des pesticides dans l'air ambiant sera reconduit conformément aux années précédentes. La liste des pesticides à surveiller sera peut-être à adapter suivant l'évolution de la réglementation.

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-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