

Qualité de l'air

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

Année 2006

Rapport final

Mai 2007

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

135 rue du Faubourg Banner - 45 000 ORLEANS

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

Sommaire

Avertissement	2
Introduction et cadre de l'étude	3
I Méthode de mesure utilisée	4
II Les sites de mesures	4
III Liste des pesticides suivis	5
IV Résultats	6
IV-1 Synthèse régionale	6
IV-2 Zoom sur les résultats par site de mesures	7
IV-2-1 Tours la Bruyère	8
IV-2-2 Orléans Faubourg Bannier	10
IV-2-3 Oysonville	12
IV-2-4 Saint Martin d'Auxigny	14
IV-2-5 Saint Aignan	16
IV-3 Comparaison des résultats entre les 5 sites de mesures : les différents indicateurs utilisés	18
IV-3-1 Cumul hebdomadaire des concentrations	18
IV-3-2 Nombre de pesticides détectés par semaine	19
IV-3-3 L'indice PHYTO	20
Conclusion	22
Bibliographie	23

Avertissement

L'ensemble des travaux présentés dans ce rapport sont réalisés dans le cadre du GREPPES¹. Ils sont financés par la DRAF² et la DRASS³, les agglomérations de Tours et d'Orléans, les conseils généraux de l'Eure-et-Loir et du Cher 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 Groupe Régional pour l'Etude de la Pollution par les Produits Phytosanitaires des Eaux et des Sols en région Centre

² Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt

³ Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales

Introduction et cadre de l'étude

A la demande des services de l'Etat locaux, des collectivités territoriales et même du public, Lig'Air s'est engagée depuis plusieurs années dans la mesure des pesticides.

En 2005, le Plan Régional de Santé Environnement a mis la surveillance des pesticides comme une action prioritaire.

Ainsi, dans le cadre de ce plan mais également à la suite des propositions du PRQA, il a été envisagé de mettre en place la surveillance des pesticides dans l'air en région Centre. De nombreuses études réalisées lors de ces 6 dernières années ont permis d'aboutir à ce projet de surveillance.

Cela a débouché sur la mise en place de 5 sites de mesures répartis sur l'ensemble de la région (2 sites urbains et 3 ruraux). Les sites ruraux permettent de prendre en compte la contamination de l'air par les pesticides utilisés en arboriculture, en viticulture et en grandes cultures. Les sites urbains, à travers les agglomérations de Tours et d'Orléans, présentent l'intérêt de connaître à quelle exposition est soumise un grand nombre d'habitants. Sur ces différents sites, 49 pesticides ont été recherchés. La surveillance s'est faite en continu sur six mois de l'année (26 semaines de prélèvement), durant les périodes les plus représentatives des épandages de pesticides (printemps et été). Les prélèvements ont été réalisés de manière hebdomadaire.

Le présent rapport de mesures détaille les sites de mesures 2006, la liste des pesticides suivis ainsi que les résultats statistiques. Une synthèse régionale des résultats est fournie ; une interprétation des observations et une comparaison des sites de mesures entre eux sont également proposées.

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].

Les méthodes de prélèvement, de mesure et d'analyses sont détaillées dans les rapports antérieurs de Lig'Air [3, 4, 5].

II - Les 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].

En effet, il est apparu clairement que le printemps et l'été sont les saisons les plus « chargées » en terme de présence de pesticides dans l'air ambiant. La période hivernale est, quant à elle, dépourvue de produits phytosanitaires dans l'atmosphère. L'automne est caractérisé par la présence de quelques substances dans l'air (trifluraline ou pendiméthaline par exemple) mais cette saison reste très en dessous du printemps et de l'été en terme de détection de pesticides dans l'air.

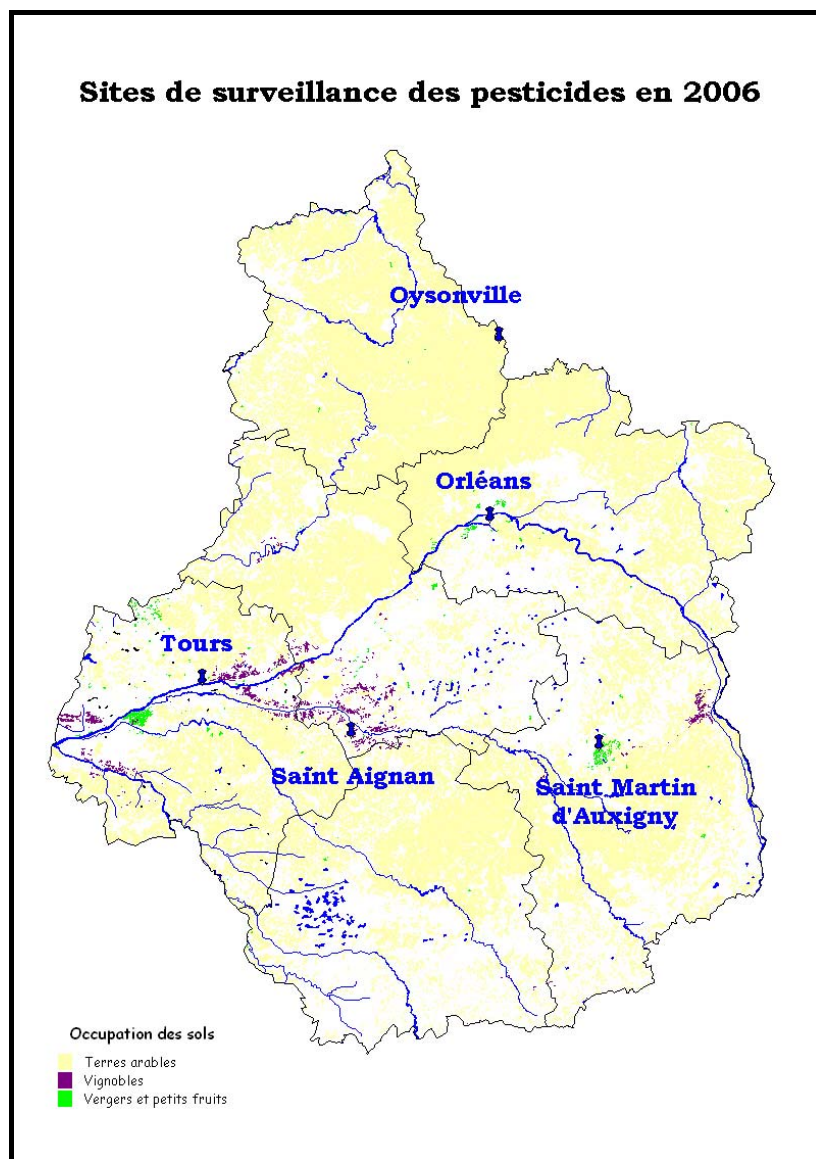
Ainsi, la période de mesures a débuté quelques jours avant le printemps (14 mars) pour se terminer à la fin de l'été (12 septembre).

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

Site	Typologie	Cultures avoisinantes proches	Cultures éloignées	Période d'étude
Orléans (45)	Urbain	/	Grandes cultures, viticulture et arboriculture	14 mars au 12 septembre
Tours (37)	Urbain	/	Grandes cultures et viticulture	14 mars au 12 septembre
Saint Martin d'Auxigny (18)	Rural (au cœur du village)	Arboriculture	Grandes cultures	14 mars au 12 septembre
Oysonville (28)	Rural (à proximité des champs)	Grandes cultures	Grandes cultures	14 mars au 12 septembre
Saint Aignan (41)	Rural (au cœur du village)	Viticulture	Grandes cultures	9 mai au 12 septembre

Tableau 1 : sites de mesure des pesticides pour l'année 2006

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 2006

III - Liste des pesticides suivis

Le tableau 2 recense les 49 pesticides surveillés en 2006. Les pesticides notés en bleu sont ceux nouvellement suivis par Lig'Air cette année. Cinq pesticides ont été retirés de la liste suite à une quasi absence de détection les années précédentes (atrazine, cyfluthrine, cyperméthrine, dichlorvos, kresoxim méthyl).

2,4' DDE	Chlorpyrifos ethyl	Fenpropidine	Oxydemeton-S-methyl
2,4' DDD	Cyprodinil	Fenpropimorphe	Oxyfluorène
2,4' DDT + 4,4' DDD	Diazinon	Fluazinam	Pendimethaline
4,4' DDE	Dichlobenil	Fludioxonil	Phosmet
4,4' DDT	Dimenthomorphe I et II	Folpel	Propachlor
Aclonifen	Dimethenamide	G-HCH	Propargite
A-endosulfan	Diflufenicanil	Malathion	Propyzamide
A-HCH	Epoconazole	Metazachlore	Spiroxamine
Alachlore	Esfenvalerate	Methidathion	Tébutame
Azoxystrobine	Ethofumesate	Methyl parathion	Tolyfluanide
Captane	Ethoprophos	Métolachlore	Trifluraline
Chlorothalonil	Ethyl parathion	Oxadiazon	Vinchlozoline

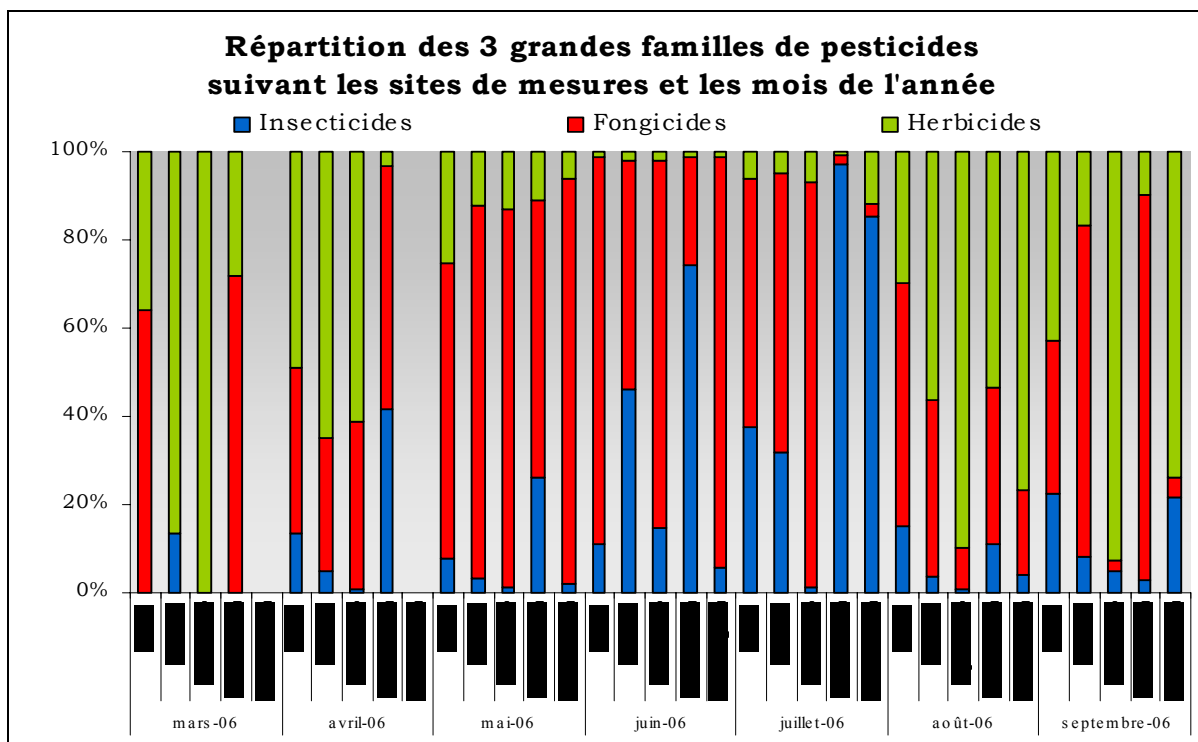
Tableau 2 : liste des pesticides suivis en 2006

IV - Résultats

IV-1- Synthèse régionale

Les campagnes de mesures sur les cinq sites de mesures durant les six mois de l'année (mars à septembre 2006) ont permis de suivre 49 pesticides. Le bilan est le suivant : 30 pesticides ont été détectés au moins 1 fois sur l'un des sites de mesures. Sur les 15 fongicides suivis, 12 ont été détectés au moins à une reprise. Les herbicides sont également bien représentés dans l'air ambiant avec 11 produits observés sur les 15 échantillonnés. Seuls les insecticides apparaissent dans des proportions beaucoup plus faibles : 7 d'entre eux ont été détectés au moins une fois sur les 19 recherchés.

Le graphe 1 donne un aperçu du comportement mensuel des trois grandes familles de pesticides suivant les cinq sites de mesures. D'une manière générale, on constate que les herbicides sont bien présents au début du printemps (mars, avril) et à partir de la fin de l'été (août et septembre). Ils sont quasiment absents durant les périodes sèches et ensoleillées (le mois d'août 2006 a été marqué par un temps maussade et humide). Les insecticides sont peu détectés durant le début de la période printanière et apparaissent essentiellement durant les mois de juin et de juillet. Quant au comportement des fongicides, ils restent plus présents proportionnellement durant les mois de mai et juin mais leur période de détection est plus large que les 2 autres familles : on note une quasi présence de mars à septembre et ce, quel que soit l'environnement de l'échantillonnage. Si l'on s'intéresse aux sites de mesures à proprement dits, on constate des différences de comportement. Ainsi, le site urbain de Tours, et dans une moindre mesure celui d'Orléans, est gouverné par une présence notable durant les 6 mois de fongicides. Le site entouré de grandes cultures (Oysonville) est particulièrement chargé en herbicides durant les périodes fraîches et humides (mars, avril puis août et septembre). A contrario, le site arboricole de Saint Martin d'Auxigny est dépourvu d'herbicides au regard des fongicides fortement présents. Les résultats obtenus sur le site viticole de Saint Aignan font apparaître une répartition différente suivant les mois de mesures (fongicides majoritaires au printemps, insecticides en juillet, herbicides en fin d'été).



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

Si l'on s'intéresse aux résultats, non plus par grandes familles de pesticides, mais par substances actives, on constate que les composés tels que la trifluraline et le lindane (G-HCH) sont encore cette année les pesticides les plus détectés. La trifluraline (herbicide utilisé majoritairement sur les grandes cultures) est le composé le plus détecté de notre liste (80% de détection tous sites confondus). Le lindane (insecticide interdit à l'usage depuis 1998) est détecté à hauteur de 67% en moyenne sur l'ensemble des sites. Il faut noter toutefois que ses teneurs, contrairement à la trifluraline, restent extrêmement faibles et traduisent vraisemblablement un « relargage » de ce composé stocké dans les sols.

En terme de « pic de pollution hebdomadaire », le chlorothalonil présente pratiquement sur tous les sites de mesures les concentrations les plus fortes (entre 40 et 90 ng/m³). Les autres composés ayant de fortes teneurs (supérieures à 100 ng/m³) sont caractéristiques de l'environnement du site de mesures (pendiméthaline à Oysonville, tolyfluanide à Saint Martin d'Auxigny).

D'une manière générale, les deux sites urbains (Orléans et Tours) présentent des teneurs plus faibles par rapport aux sites ruraux de Saint Martin d'Auxigny et de Oysonville. Le site viticole de Saint Aignan aurait tendance à se rapprocher d'un comportement urbain. Une comparaison est proposée dans la partie IV-3 via la notion d'indicateur.

Enfin, la comparaison avec les résultats des années précédentes fait apparaître des observations similaires mais également quelques changements notoires.

Le premier constat est que le lindane (G-HCH) et la trifluraline restent toujours en tête des composés retrouvés. La pendiméthaline, le chlorothalonil, l'endosulfan-a, la fenpropidine, la fenpropimorphe, le cyprodinil et l'alachlore demeurent de bons indicateurs de la pollution phytosanitaire. La disparition des parathion (ethyl et methyl), interdits depuis fin 2003, est confirmée en 2006.

Cependant, quelques molécules se sont comportées de façon différente en 2006 : le folpel a vu cette année sa fréquence de détection diminuer fortement (entre 0 et 15% de détection suivant les sites). Ses concentrations restent tout de même élevées lorsqu'il est détecté. L'oxadiazon, fréquemment observé sur une grande partie de nos sites de mesures, n'est plus détecté (0% de détection en 2006 sur les 5 sites). Le chlorpyrifos ethyl (fongicide utilisé en partie sur la viticulture) a sa fréquence qui a augmenté sensiblement cette année (35% de détection en moyenne). Le métolachlore, interdit depuis 2003, se retrouve sur les cinq sites de mesures avec une détection moyenne de 40%.

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

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

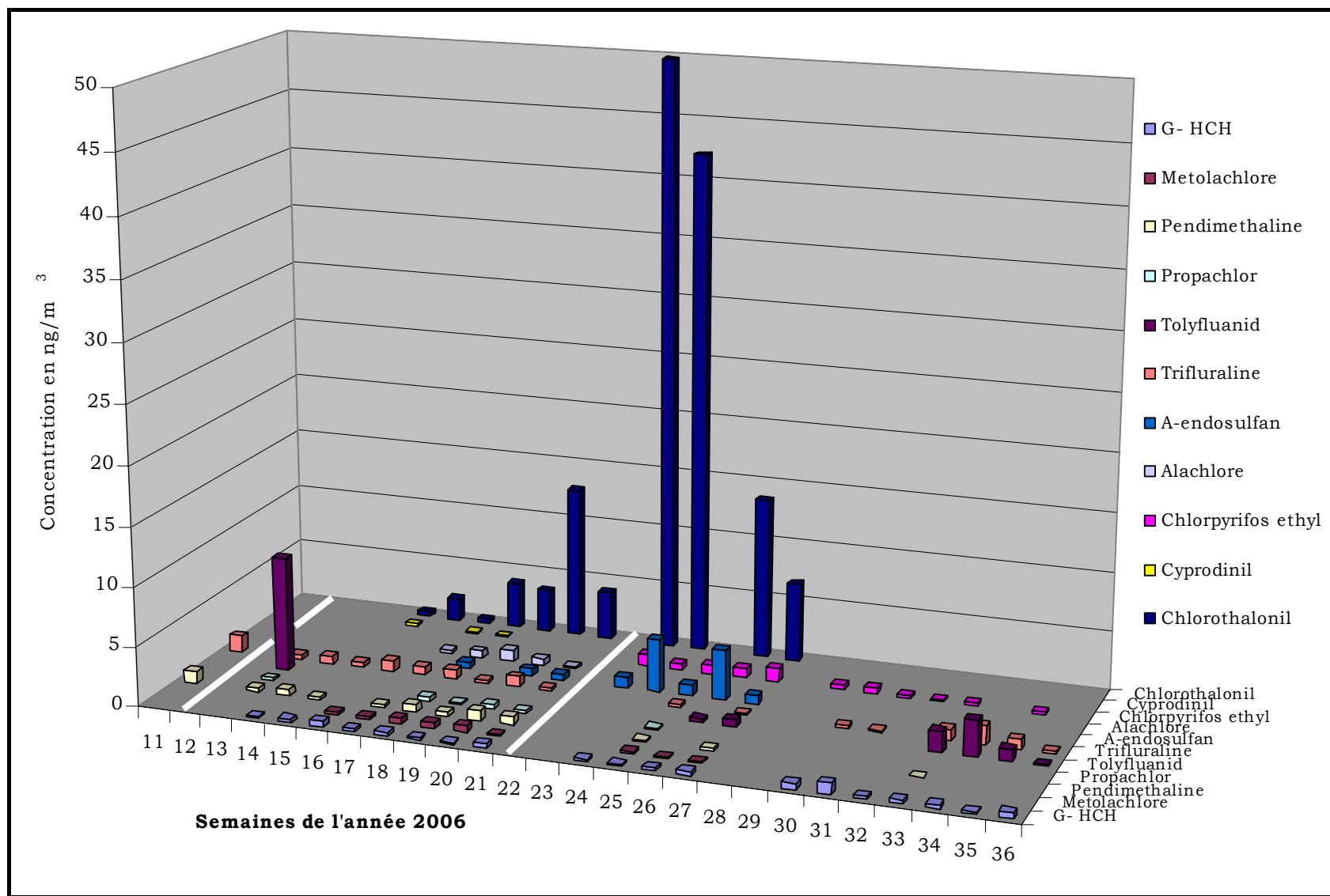
IV-2-1 Tours la Bruyère

Le tableau 3 représente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Tours la Bruyère du 14 mars au 12 septembre 2006. Durant la campagne de mesures, 23 pesticides sur 49 mesurés ont été détectés au moins une fois. Le lindane-g (G-HCH) est le pesticide le plus détecté avec une fréquence d'apparition de 79,2%. La trifluraline est également fréquemment observée (75% de détection).

Le graphe 2 représente les évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site de Tours durant la campagne de mesure. La période la plus « chargée », en terme de présence dans l'atmosphère des pesticides, se situe entre les semaines 15 et 27 (mi avril à début juillet). Les pesticides régulièrement retrouvés les années précédentes sont bien encore présents (métolachlore, pendiméthaline, endosulfan, ...). On note la présence de pesticides « chlorés » (alachlore, propachlore) des semaines 17 à 21 (fin avril à fin mai). Les concentrations les plus fortes sont à mettre à l'actif du chlorothalonil (concentration maximale de 49,8 ng/m³) sur l'ensemble de la période de mesure. On peut noter la quasi absence du folpel (1 seule détection) durant la campagne de mesures. Ce fongicide utilisé, entre autre, en milieu viticole et détecté régulièrement (40% de détection à Tours en 2004) à de fortes concentrations les années passées n'est pas présent cette année dans l'air ambiant.

TOURS	Pourcentage de détection	Maximum
2,4' DDE	0,0	/
2,4' DDT + 4,4' DDD	0,0	/
2,4' DDD	0,0	/
4,4' DDE	0,0	/
4,4' DDT	0,0	/
Aclonifen	0,0	/
A-endosulfan	33,3	4,4
A-HCH	0,0	/
Alachlore	20,8	1,0
Azoxystrobine	0,0	/
Captane	0,0	/
Chlorothalonil	45,8	49,8
Chlorpyrifos ethyl	45,8	1,2
Cyprodinil	16,7	0,5
Diazinon	0,0	/
Dichlobenil	8,3	0,7
Diflufenicanil	4,2	0,1
Dimethenamide	0,0	/
Dimethomorphe I	8,3	0,1
Dimethomorphe II	4,2	0,2
Epoxyconazole	0,0	/
Esfenvalerate	0,0	/
Ethofumesate	0,0	/
Ethoprophos	0,0	/
Ethyl parathion	0,0	/
Fenpropidine	8,3	0,2
Fenpropimorphe	12,5	0,7
Fluazinam	0,0	/
Fludioxonil	0,0	/
Folpel	4,2	5,7
G- HCH (lindane)	79,2	0,9
Malathion	0,0	/
Metazachlore	4,2	0,3
Methidathion	4,2	0,3
Methyl parathion	0,0	/
Metolachlore	37,5	0,5
Oxadiazon	0,0	/
Oxydemeton-S-methyl	0,0	/
Oxyfluorène	8,3	1,3
Pendimethaline	50,0	1,1
Phosmet	0,0	/
Propachlor	25,0	0,4
Propargite	0,0	/
Propyzamide	0,0	/
Spiroxamine	4,2	0,2
Tebutame	0,0	/
Tolyfluanide	29,2	9,7
Trifluraline	75,0	1,6
Vinclozoline	4,2	0,2

Tableau 3 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Tours (du 14 mars au 12 septembre 2006)



Graph 2 : évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site de Tours (du 14 mars au 12 septembre 2006)

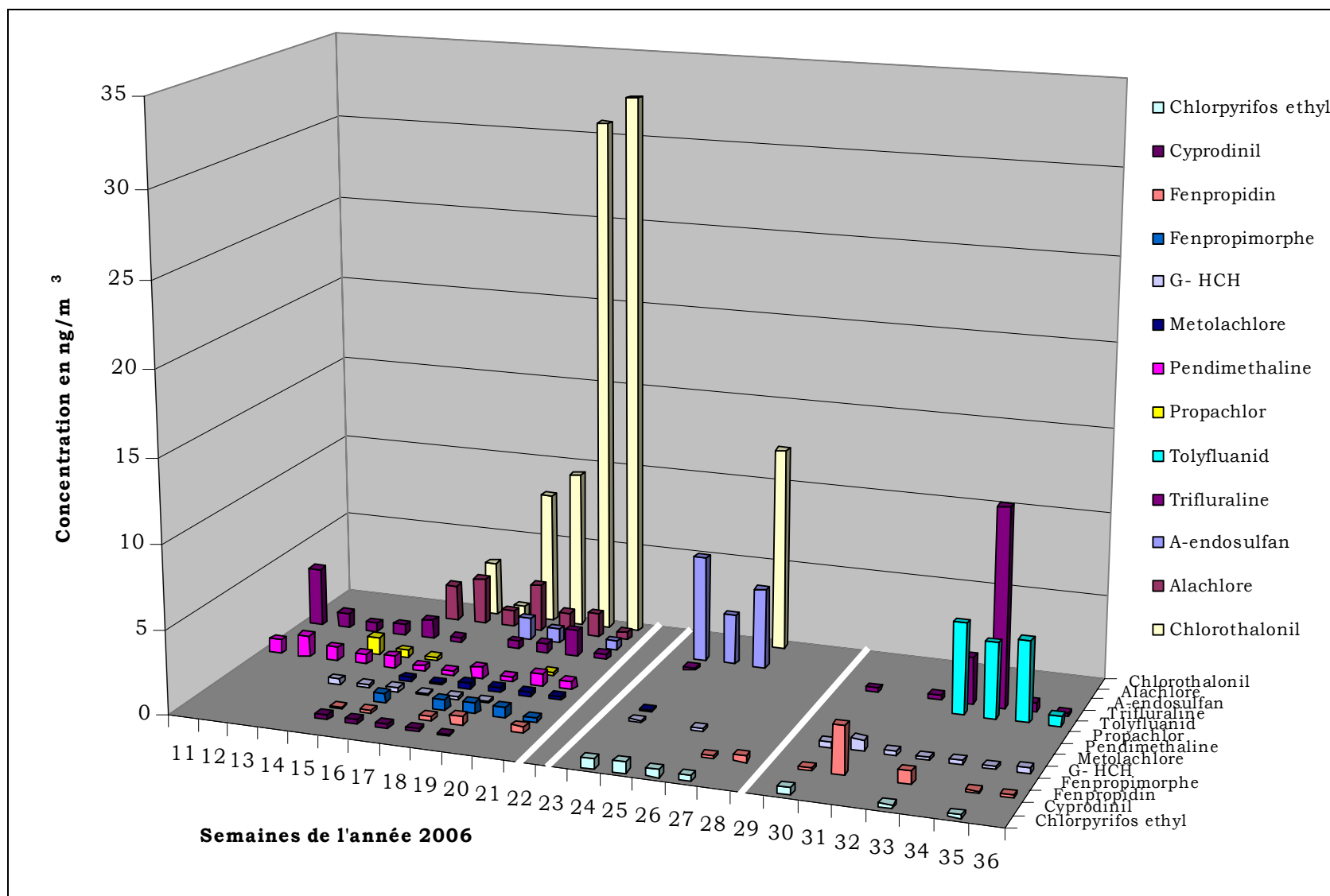
IV-2-2 Orléans Faubourg Banner

Le tableau 4 représente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site d'Orléans du 14 mars au 12 septembre 2006. Durant la campagne de mesures, 19 pesticides sur 49 mesurés ont été détectés au moins une fois. La trifluraline est le pesticide le plus détecté avec une fréquence d'apparition de 73,9%. Le lindane-g (G-HCH) est également fréquemment observé (65,2% de détection).

Le graphe 3 représente les évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site d'Orléans durant la campagne de mesure. Les pesticides les plus fréquemment observés à Orléans cette année sont les mêmes que ceux détectés sur Tours. Seuls la fenpropidine et le fenpropimorphe se rajoutent à la liste des composés ayant un seuil de détection supérieur à 15%. En terme de concentrations, les niveaux restent du même ordre de grandeur entre les deux agglomérations. Le chlorothalonil est également le pesticide ayant les plus fortes concentrations (32,4 µg/m³). Les herbicides « chlorés » (métolachlore, propachlore, alachlore) sont décelés durant les semaines 14 à 21 (début avril à la fin mai). La trifluraline et la pendiméthaline sont les deux seuls composés observés au début du printemps avant la présence massive de pesticides à partir de la semaine 15 (mi avril). La tolylfluamide reste détectée comme les années précédentes en fin d'été (août, septembre).

ORLEANS	Pourcentage de détection	Maximum
2,4' DDE	0,0	/
2,4' DDT + 4,4' DDD	0,0	/
2,4' DDD	0,0	/
4,4' DDE	0,0	/
4,4' DDT	0,0	/
Aclonifen	0,0	/
A-endosulfan	26,1	6,3
A-HCH	0,0	/
Alachlore	30,4	2,8
Azoxystrobine	0,0	/
Captane	0,0	/
Chlorothalonil	30,4	32,4
Chlorpyrifos ethyl	30,4	0,6
Cyprodinil	21,7	0,3
Diazinon	4,3	1,5
Dichlobenil	8,7	1,7
Diflufenicanil	4,3	0,1
Dimethenamide	0,0	/
Dimethomorphe I	0,0	/
Dimethomorphe II	0,0	/
Epoxyconazole	0,0	/
Esfenvalerate	0,0	/
Ethofumesate	0,0	/
Ethoprophos	0,0	/
Ethyl parathion	0,0	/
Fenpropidine	52,2	2,8
Fenpropimorphe	21,7	0,7
Fluazinam	0,0	/
Fludioxonil	0,0	/
Folpel	4,3	5,8
G- HCH (lindane)	65,2	0,7
Malathion	4,3	0,2
Metazachlore	8,7	0,3
Methidathion	0,0	/
Methyl parathion	0,0	/
Metolachlore	30,4	0,3
Oxadiazon	0,0	/
Oxydemeton-S-methyl	0,0	/
Oxyfluorène	0,0	/
Pendiméthaline	47,8	1,3
Phosmet	0,0	/
Propachlor	17,4	1,0
Propargite	0,0	/
Propyzamide	0,0	/
Spiroxamine	0,0	/
Tebutame	0,0	/
Tolylfluamide	17,4	5,4
Trifluraline	73,9	11,8
Vinclozoline	0,0	/

Tableau 4 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Orléans (du 14 mars au 12 septembre 2006)



Graphe 3 : évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site d'Orléans (du 14 mars au 12 septembre 2006)

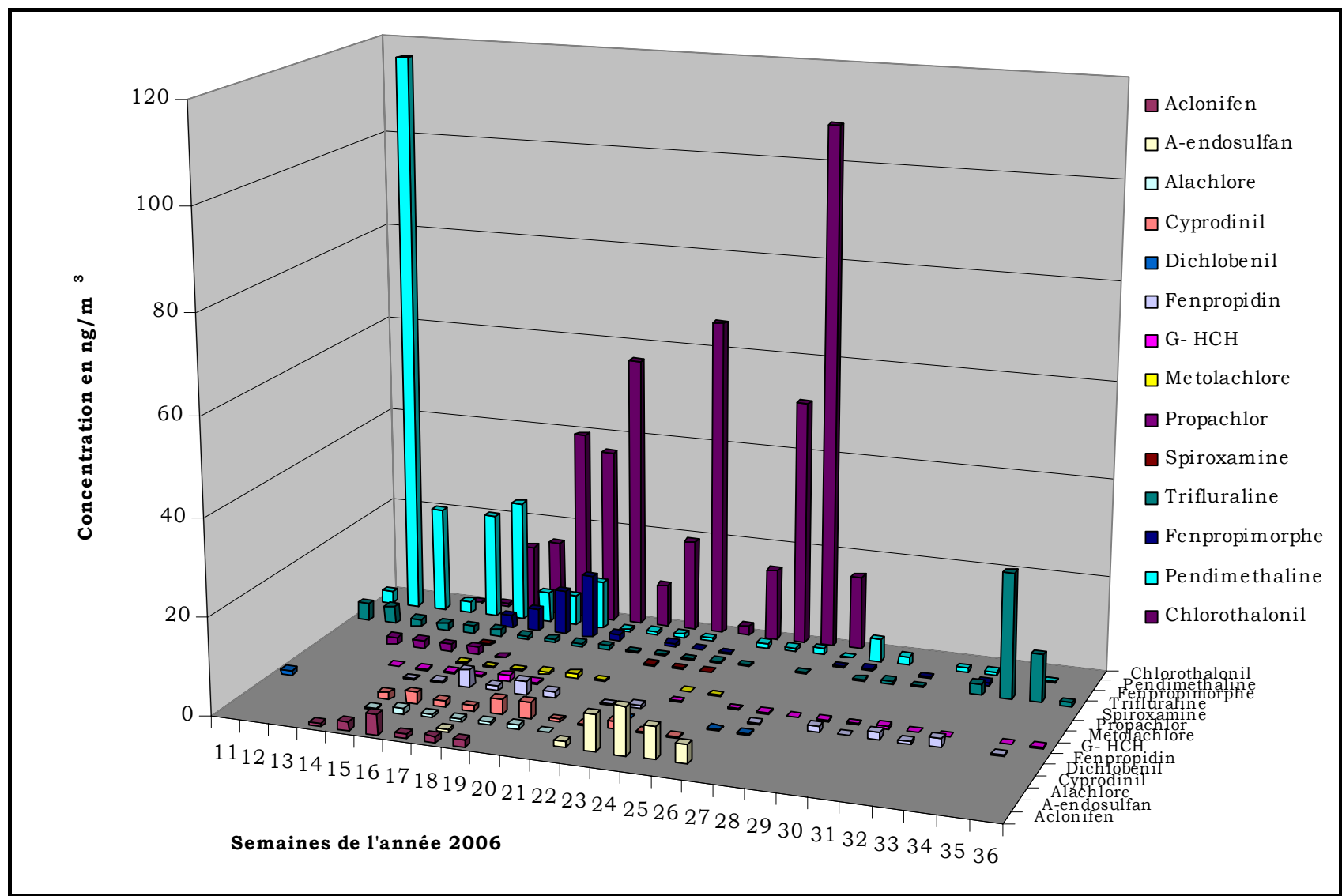
IV-2-3 Oysonville

Le tableau 5 représente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Oysonville du 14 mars au 12 septembre 2006. Durant la campagne de mesures, 21 pesticides sur 49 mesurés ont été détectés au moins une fois. La trifluraline est le pesticide le plus détecté avec une fréquence d'apparition de 88,5%. La pendiméthaline est également fréquemment observée (84,6% de détection).

Le graphe 4 représente les évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site de Oysonville durant la campagne de mesure. La période la plus chargée en terme de pesticides détectés est comprise entre les semaines 15 à 27 (mi avril à début juillet). La pendiméthaline et le chlorothalonil sont les pesticides ayant les plus fortes concentrations hebdomadaires (supérieures à 100 ng/m³). La pendiméthaline est présente tout au long de la période de mesures, contrairement aux autres sites de mesures où elle est présente uniquement au début du printemps (sa présence est avérée également en automne et en hiver). Les herbicides utilisés sur les grandes cultures (trifluraline, alachlore, aclonifen, métolachlore, propachlore) sont bien retrouvés durant leurs périodes d'utilisation. Les fongicides également utilisés en partie sur les grandes cultures (cyprodinil, spiroxamine, fenpropidine, fenpropimorphe) sont détectés durant la campagne de mesures. Les fortes concentrations constatées sont donc à mettre à l'actif des épandages proches du lieu de mesures ; les niveaux relevés restent bien supérieurs à ceux observés en milieu urbain (Tours et Orléans). Mis à part le lindane-g (G-HCH) et l'endosulfan-a, très peu d'insecticides ont été décelés sur ce site.

OYSONVILLE	Pourcentage de détection	Maximum
2,4' DDE	0,0	/
2,4' DDT + 4,4' DDD	0,0	/
2,4' DDD	0,0	/
4,4' DDE	0,0	/
4,4' DDT	0,0	/
Aclonifen	23,1	4,2
A-endosulfan	23,1	9,8
A-HCH	0,0	/
Alachlore	26,9	1,1
Azoxystrobine	0,0	/
Captane	0,0	/
Chlorothalonil	57,7	107,9
Chlorpyrifos ethyl	11,5	0,4
Cyprodinil	42,3	3,3
Diazinon	0,0	/
Dichlobenil	15,4	1,0
Diflufenicanil	0,0	/
Dimethenamide	0,0	/
Dimethomorphe I	0,0	/
Dimethomorphe II	0,0	/
Epoxyconazole	11,5	0,4
Esfenvalerate	0,0	/
Ethofumesate	7,7	1,2
Ethoprophos	0,0	/
Ethyl parathion	0,0	/
Fenpropidine	57,7	3,5
Fenpropimorphe	46,2	13,2
Fluazinam	0,0	/
Fludioxonil	0,0	/
Folpel	11,5	10,8
G- HCH (lindane)	65,4	1,1
Malathion	0,0	/
Metazachlore	11,5	3,1
Methidathion	0,0	/
Methyl parathion	0,0	/
Metolachlore	30,8	0,9
Oxadiazon	0,0	/
Oxydemeton-S-methyl	0,0	/
Oxyfluorène	0,0	/
Pendiméthaline	84,6	117,3
Phosmet	0,0	/
Propachlor	19,2	1,7
Propargite	0,0	/
Propyzamide	0,0	/
Spiroxamine	15,4	0,3
Tebutame	0,0	/
Tolylfluamide	3,8	0,1
Trifluraline	88,5	25,8
Vinclozoline	15,4	0,2

Tableau 5 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Oysonville (du 14 mars au 12 septembre 2006)



Grappe 4 : évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site de Oysonville (du 14 mars au 12 septembre 2006)

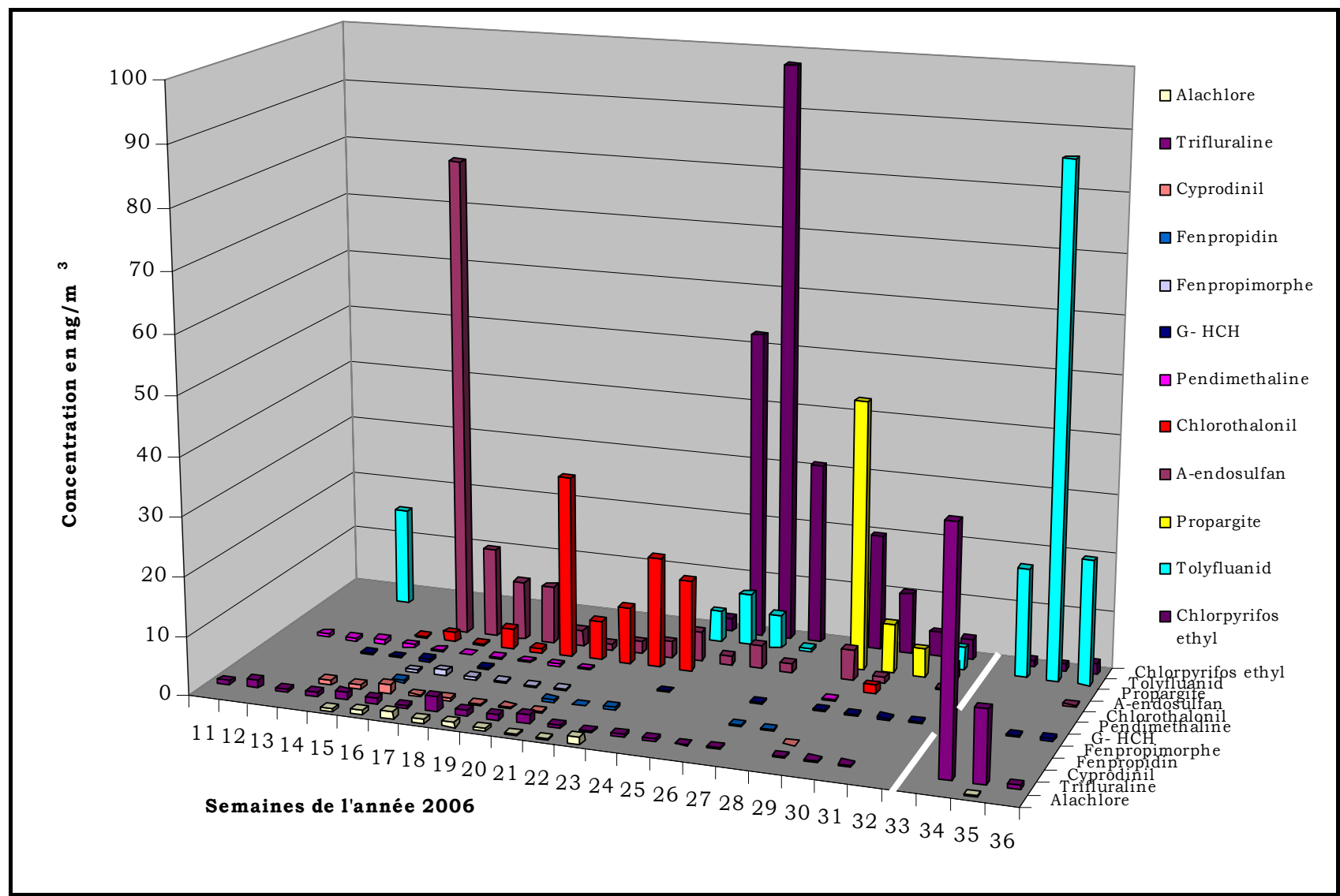
IV-2-4 Saint Martin d'Auxigny

Le tableau 6 représente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Saint Martin d'Auxigny du 14 mars au 12 septembre 2006. Durant la campagne de mesures, 22 pesticides sur 49 mesurés ont été détectés au moins une fois. La trifluraline est le pesticide le plus détecté avec une fréquence d'apparition de 92%. L'endosulfan-a est également fréquemment observé (64% de détection).

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. Le site de Saint Martin d'Auxigny est caractérisé par la présence de fortes concentrations hebdomadaires. Alors que les autres sites de la région ont des teneurs élevées concernant seulement 1 ou 2 pesticides, le site arboricole de Saint Martin d'Auxigny voit 7 pesticides (endosulfan-a, chlorothalonil, chlorpyrifos ethyl, folpel, propargite, tolylfluamide, trifluraline) qui ont une ou plusieurs teneurs hebdomadaires supérieures à 30 ng/m³. Ces pesticides sont évidemment liés à leur utilisation en milieu arboricole. Il semblerait que ces fortes concentrations aient un lien direct avec le type d'épandage effectué en milieu arboricole (épandage en hauteur). Par ailleurs, il est important de signaler que les niveaux relevés sur le site rural de Saint Martin d'Auxigny (comme sur le site de Oysonville) restent bien supérieurs à ceux observés en milieu urbain (Tours et Orléans).

SAINT MARTIN D'AUXIGNY	Pourcentage de détection	Maximum
2,4' DDE	0,0	/
2,4' DDT + 4,4' DDD	0,0	/
2,4' DDD	0,0	/
4,4' DDE	0,0	/
4,4' DDT	0,0	/
Aclonifen	8,0	0,8
A-endosulfan	64,0	81,3
A-HCH	0,0	/
Alachlore	40,0	1,2
Azoxystrobine	0,0	/
Captane	8,0	22,8
Chlorothalonil	44,0	30,9
Chlorpyrifos ethyl	44,0	97,8
Cyprodinil	36,0	1,6
Diazinon	0,0	/
Dichlobenil	4,0	0,1
Diflufenicanil	4,0	0,1
Dimethenamide	0,0	/
Dimethomorphe I	0,0	/
Dimethomorphe II	0,0	/
Epoxyconazole	0,0	/
Esfenvalerate	0,0	/
Ethofumesate	0,0	/
Ethoprophos	0,0	/
Ethyl parathion	0,0	/
Fenpropidine	24,0	0,5
Fenpropimorphe	24,0	1,0
Fluazinam	0,0	/
Fludioxonil	0,0	/
Folpel	12,0	82,2
G- HCH (lindane)	52,0	0,4
Malathion	0,0	/
Metazachlore	8,0	0,8
Methidathion	0,0	/
Methyl parathion	0,0	/
Metolachlore	4,0	0,1
Oxadiazon	0,0	/
Oxydemeton-S-methyl	0,0	/
Oxyfluorène	4,0	3,0
Pendimethaline	44,0	0,8
Phosmet	0,0	/
Propachlor	4,0	0,4
Propargite	16,0	45,6
Propyzamide	0,0	/
Spiroxamine	4,0	1,1
Tebutame	0,0	/
Tolylfluamide	36,0	86,4
Trifluraline	92,0	40,7
Vinclozoline	0,0	/

Tableau 6 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Saint Martin d'Auxigny (du 14 mars au 12 septembre 2006)



Graphe 5 : évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site de Saint Martin d'Auxigny (du 14 mars au 12 septembre 2006)

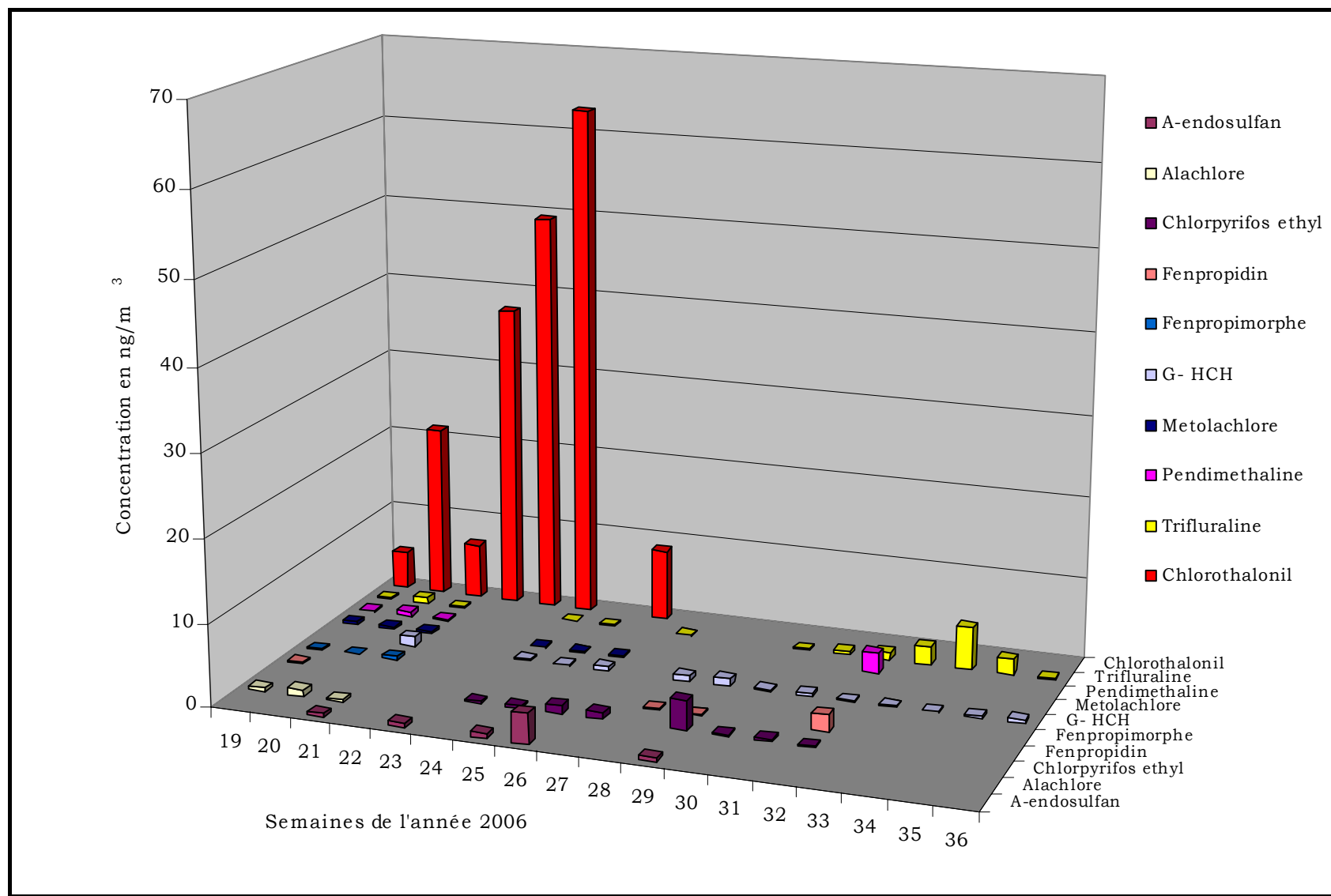
IV-2-5 Saint Aignan

Le tableau 7 représente les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur le site de Saint Aignan du 9 mai au 12 septembre 2006. Durant la campagne de mesures, 17 pesticides sur 49 mesurés ont été détectés au moins une fois. Il est à préciser que la campagne de mesure a démarré avec un décalage de 8 semaines par rapport aux autres campagnes de mesures. De ce fait, il n'est pas étonnant de constater que le site de Saint Aignan possède la plus faible variété de pesticides détectés. La trifluraline et le lindane-g (G-HCH) sont les pesticides les plus détectés avec une fréquence d'apparition de 72,2%.

Le graphe 6 représente les évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site de Saint Aignan durant la campagne de mesure. Le chlorothalonil est le pesticide qui présente les concentrations hebdomadaires les plus élevées (concentration hebdomadaire maximale de 62,8 ng/m³). Le chlorpyrifos ethyl, fongicide utilisé sur la vigne, est retrouvé assez régulièrement sur le site de Saint Aignan mais avec des concentrations relativement faibles. Par contre, aucune présence de folpel. Bien que la campagne ait commencé en retard par rapport aux autres sites, on constate que ce site se comporte plus comme un site urbain (Orléans et Tours) qu'un site rural (Oysonville et Saint Martin d'Auxigny).

SAINT AIGNAN	Pourcentage de détection	Maximum
2,4' DDE	0,0	/
2,4' DDT + 4,4' DDD	0,0	/
2,4' DDD	0,0	/
4,4' DDE	0,0	/
4,4' DDT	0,0	/
Aclonifen	0,0	/
A-endosulfan	27,8	3,7
A-HCH	0,0	/
Alachlore	16,7	0,8
Azoxystrobine	0,0	/
Captane	0,0	/
Chlorothalonil	38,9	62,8
Chlorpyrifos ethyl	44,4	3,6
Cyprodinil	11,1	0,2
Diazinon	0,0	/
Dichlobenil	11,1	0,6
Diflufenicanil	0,0	/
Dimethenamide	0,0	/
Dimethomorphe I	11,1	0,2
Dimethomorphe II	0,0	/
Epoxyconazole	0,0	/
Esfenvalerate	0,0	/
Ethofumesate	0,0	/
Ethoprophos	0,0	/
Ethyl parathion	0,0	/
Fenpropidine	22,2	2,0
Fenpropimorphe	16,7	0,4
Fluazinam	0,0	/
Fludioxonil	0,0	/
Folpel	0,0	/
G- HCH (lindane)	72,2	1,2
Malathion	0,0	/
Metazachlore	11,1	0,3
Methidathion	0,0	/
Methyl parathion	0,0	/
Metolachlore	33,3	0,3
Oxadiazon	0,0	/
Oxydemeton-S-methyl	0,0	/
Oxyfluorène	0,0	/
Pendimethaline	22,2	2,5
Phosmet	0,0	/
Propachlor	5,6	0,3
Propargite	0,0	/
Propyzamide	0,0	/
Spiroxamine	11,1	2,1
Tebutame	0,0	/
Tolylfluamide	11,1	0,7
Trifluraline	72,2	5,3
Vinclozoline	0,0	/

Tableau 7 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Saint Aignan (du 9 mai au 12 septembre 2006) 16



Graphe 6 : évolutions hebdomadaires des pesticides les plus détectés sur le site de Saint Aignan (du 9 mai au 12 septembre 2006)

IV-3 Comparaison des résultats entre les 5 sites de mesures : les différents indicateurs utilisés

Afin de tirer un bilan global de l'année 2006, il est nécessaire de synthétiser l'information. A ce titre, plusieurs indicateurs peuvent être employés afin de comparer chaque site entre eux.

La comparaison reste également possible du fait que les mêmes pesticides soient mesurés sur chaque site et durant les mêmes périodes (liste commune aux 5 sites de mesures). Il est à préciser que cette liste est l'aboutissement de 6 années de travail regroupant les molécules épandues en région Centre et également observées les années précédentes. De plus, cette liste est décomposée en 3 grandes familles (fongicides, insecticides et herbicides) caractéristiques des différents types de culture de la région (arboriculture, viticulture, grandes cultures, cultures potagères).

Par ailleurs, un groupe de réflexion nationale, initié par Lig'Air, a été structuré afin de réfléchir à l'établissement d'une liste nationale commune de pesticides à suivre et d'un indicateur de la pollution phytosanitaire. Les trois exemples présentés ci-après sont utilisés par Lig'Air. Ils permettent d'avoir un aperçu sur l'utilisation de l'ensemble de mesures afin de synthétiser l'information.

IV-3-1 Cumul hebdomadaire 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.

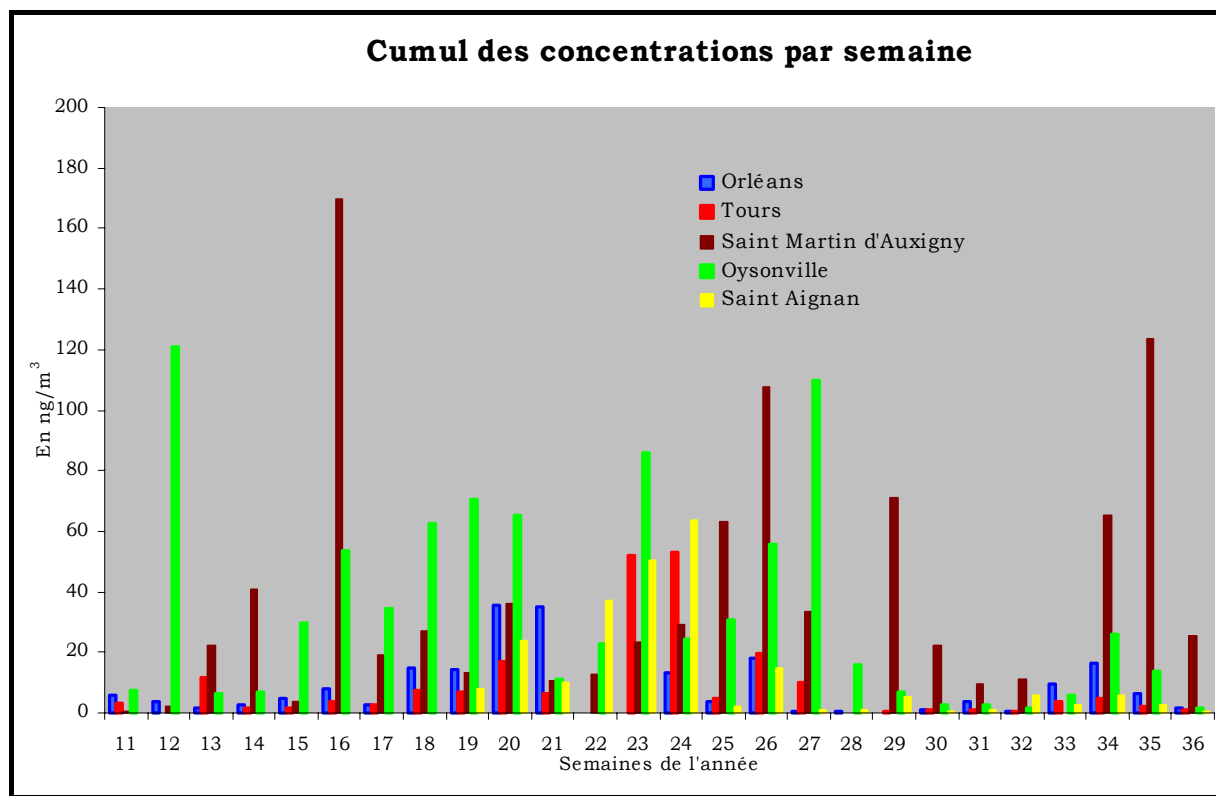
$$\text{Cumul_concentrations} = \sum_{i=1}^n \text{Ci}$$

Où **n** = nombre de pesticides suivis par Lig'Air (n=49, Cf. tableau 2).

Ci = concentration (hebdomadaire) de chaque pesticide

Le graphe 7 représente l'évolution hebdomadaire en 2006 du cumul des concentrations sur les 5 sites de mesures.

Les sites de Saint Martin d'Auxigny et de Oysonville sont les sites les plus chargés. La moyenne des cumuls est de 38 ng/m³ pour le site du Cher et de 34 ng/m³ pour le site de l'Eure-et-Loir. Le troisième site rural est bien inférieur (13 ng/m³) mais tout de même supérieur aux sites urbains de Tours et Orléans (9 ng/m³ en moyenne). Les fortes concentrations hebdomadaires varient assez sensiblement d'un site à l'autre ; elles semblent être étroitement liées aux périodes d'épandage. Les sites entourés notamment de vignes (Tours et Saint Aignan) sont les plus chargés au début du mois de juin. Les sites entourés de grandes cultures (Orléans et Oysonville) ressortent du mois d'avril à la fin juin. Quant à Saint Martin d'Auxigny, les fortes concentrations hebdomadaires observées semblent traduire une utilisation régulière de pesticides avec des périodes plus chargées, notamment à la mi avril, au début du mois de juin et à la fin août.



Graph 7 : évolutions hebdomadaires du cumul des concentrations sur les cinq sites de mesures en 2006

IV-3-2 Nombre de pesticides détectés par semaine

Cet indicateur présente l'avantage de regarder la diversité des molécules épandues (et recherchées) observées sur un même site. Le principal désavantage c'est qu'il ne donne aucune information sur le niveau des concentrations observées. Il est sans unité.

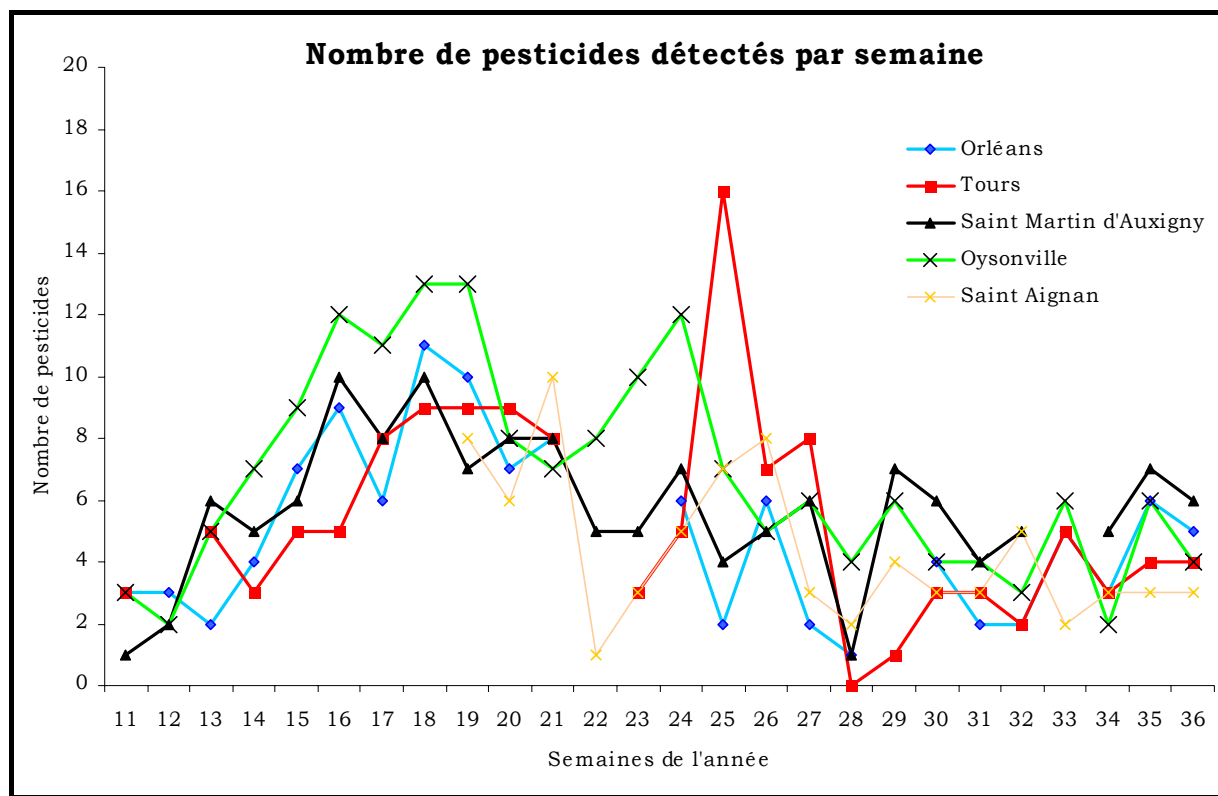
$$\text{Nombre_pesticides_détectés} = \sum_{i=1}^n i \geq 0$$

Où n = nombre de pesticides suivis par Lig'Air ($n=49$, Cf. tableau 2).

i = nombre de pesticides détectés. $i \leq n$

Le graphe 8 représente l'évolution hebdomadaire en 2006 du nombre de pesticides détectés sur les 5 sites de mesures.

Le nombre hebdomadaire de pesticides détectés selon les sites est très proche et traduit donc un comportement similaire. Les sites urbains et ruraux ne se différencient pas. La période la plus propice à la plus grande détection de pesticides s'étale de la mi-avril à la mi-mai (une dizaine de pesticides est détectée sur la cinquantaine suivie). La tendance est ensuite à la baisse progressive jusqu'à une stabilisation à partir de début juillet où le nombre moyen de pesticides détectés est de 3 pesticides par semaine.



Graph 8 : évolutions hebdomadaires du nombre de pesticides détectés sur les cinq sites de mesures en 2006

IV-3-3 L'indice PHYTO

L'indice PHYTO 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.

La formule de calcul est la suivante :

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

Où **n** = nombre de pesticides suivis par Lig'Air (n=49, Cf. tableau 2).

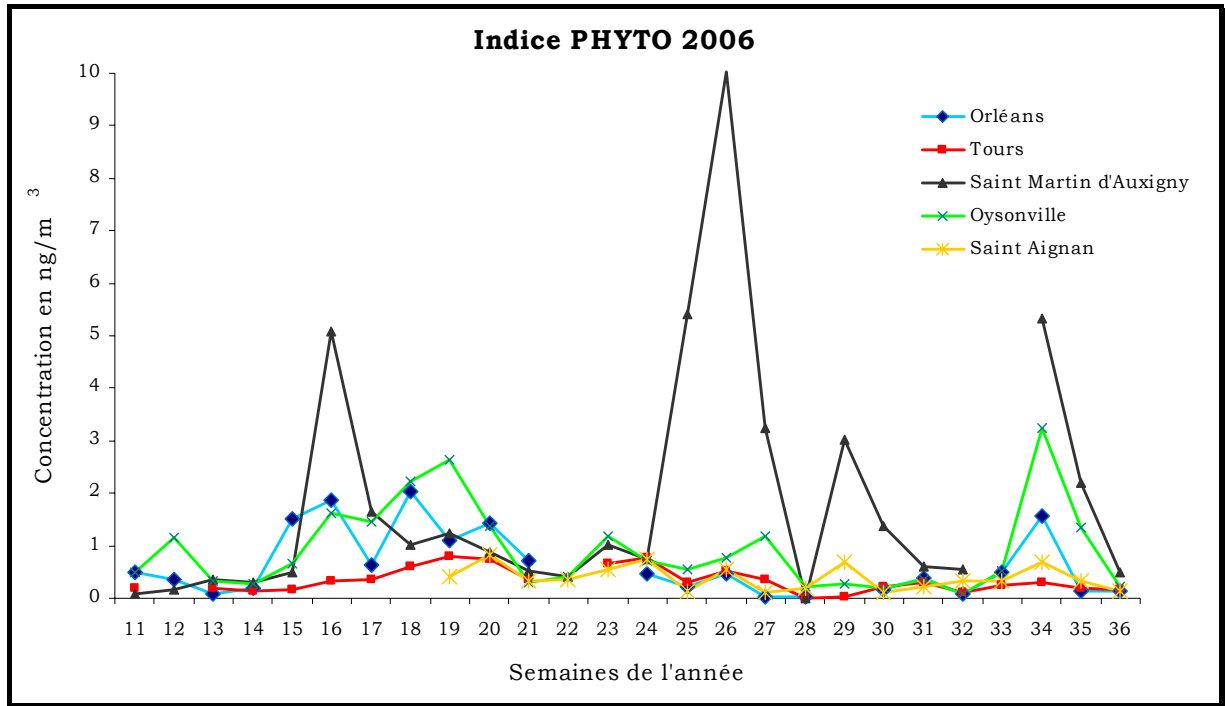
Ci = concentration (hebdomadaire) de chaque pesticide

Ti = critère de toxicité (l'ethoprophos, substance la plus toxique parmi les 49 composés suivis par Lig'Air, a été choisie comme la substance « référence ») $DJA_{ethoprophos} = 0,0003 \text{ g/kg/jour}$

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

Le graphe 9 représente l'évolution hebdomadaire en 2006 de l'indice PHYTO sur les 5 sites de mesures.

Le site rural de Saint Martin d'Auxigny arrive très largement en tête de la moyenne de l'indice PHYTO (1,85 ng/m³). Il est deux fois supérieur au site de Oysonville (0,91 ng/m³). Il est intéressant de constater que le site urbain d'Orléans a un indice PHYTO supérieur à celui de Saint Aignan (0,63 ng/m³ contre 0,39 ng/m³). Nous avons déjà constaté cela lors de la campagne 2005 entre un site urbain entouré de grandes cultures (Chartres) et un site rural viticole (Saint Martin le Beau). Le site de Tours est semblable au site rural de Saint Aignan (0,34 ng/m³).



Graph 9 : évolutions hebdomadaires de l'indice PHYTO sur les cinq sites de mesures en 2006

Conclusion

L'année 2006 a été marquée par la mise en place de sites de mesures permanents concernant la mesure de pesticides dans l'air ambiant. Cela est l'aboutissement d'un travail de 6 années de diversification de mesures, avec l'échantillonnage de différents types de sites, de cultures, d'environnement ...

La mise en place de ces 5 sites de mesures a ainsi permis de comparer en 2006 le comportement d'une cinquantaine de pesticides sur des configurations différentes (deux sites urbains et trois sites ruraux). Ainsi, on a pu constater que sur les 49 pesticides recherchés, 30 ont été détectés au moins une fois sur un des sites de mesures. Les fongicides (12 détectés sur 15 suivis) et les herbicides (11 sur 15) sont les pesticides les plus présents dans l'air ambiant contrairement aux insecticides (7 observés sur 19 recherchés).

Les pesticides régulièrement rencontrés les années précédentes sont retrouvés également en 2006 (lindane, trifluraline). La pendiméthaline, le chlorothalonil, l'endosulfan-a, la fenpropidine, la fenpropimorphe, le cyprodinil et l'alachlore restent également de bons traceurs de la pollution phytosanitaire. Il est à noter toutefois l'absence de détection ou la régression de certaines molécules régulièrement rencontrées les années précédentes (notamment l'oxadiazon et le folpel).

La mise en place de la surveillance des pesticides dans l'air ambiant a permis de comparer les sites de mesures entre eux grâce à l'élaboration des différents indicateurs (cumul des concentrations, nombre de pesticides détectés, indice PHYTO).

Ainsi, on a pu constater que le site de Saint Martin d'Auxigny (site rural à prédominance arboricole) est le site de mesures le plus chargé en terme de cumul de concentration dans l'air ambiant. Il est suivi de près par un autre site rural, celui de Oysonville (grandes cultures). Le site rural de Saint Aignan (viticulture) est, quant à lui, beaucoup moins chargé mais reste tout de même supérieur aux deux sites urbains de Tours et d'Orléans (cumuls moyens de concentrations identiques).

En terme de nombre de pesticides détectés dans l'atmosphère par semaine, on constate que ce nombre est à peu près identique selon les sites de mesures. La variation saisonnière est liée essentiellement aux épandages avec un maximum de produits détectés durant les mois d'avril et de mai.

Quant au 3^{ème} indicateur, l'indice PHYTO développé par Lig'Air, la distinction des sites est plus nette. Le site arboricole de Saint Martin d'Auxigny est le plus préoccupant. L'indice est deux fois supérieur au site rural de Oysonville (grandes cultures) et possède un facteur 3 sur le site urbain d'Orléans. Les deux sites à prédominance viticole (Tours et Saint Aignan) sont en retrait avec un indice PHYTO moyen 5 fois inférieur à celui de Saint Martin d'Auxigny.

En 2007, les sites de mesures seront reconduits dans le cadre du plan de surveillance de la qualité de l'air en région Centre. Il est probable que la période de mesures se restreigne aux mois les plus chargés, en l'occurrence la période printanière et le début de l'été. Une attention particulière sera donnée au site arboricole de Saint Martin d'Auxigny avec une période de mesures plus large (5 mois).

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 d'étape : Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre, année 2004, décembre 2004
- [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