



Rapport d'étape : Étude de la contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre



Décembre 2003

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 – E-mail : ligair@ligair.fr - Site internet : www.ligair.fr

Sommaire

Avertissement	3
Introduction	4
I/ Méthode de mesure utilisée	5
II/ Les campagnes de mesures	5
III/ Résultats	8
III-1 Comparaison des fréquences de détection	8
III-2 Comparaison des concentrations de 11 pesticides	12
III-3 Résumé de la campagne de Saint-Martin-d'Auxigny en situation de proximité	15
IV/ Synthèse des données de mesures 2001-2003	16
IV-1 Bilan statistique	17
IV-2 Zoom sur les composés jugés prioritaires en 2001	18
IV-3 Vers une détermination d'indicateurs ?	19
Conclusion	21
Bibliographie	22
Annexes	23

Avertissement

L'ensemble des travaux présentés dans ce rapport sont réalisés dans le cadre du GREPPPE¹. Ils sont financés par la DRAF², la DIREN³ et la DRASS⁴.

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 de l'ENvironnement

⁴ Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales

Introduction

La région Centre est l'une des régions les plus importantes en superficie (près de 40 000 km²). Une grande partie de l'espace régional est destinée aux activités agricoles regroupant trois applications principales : cultures céréalières, élevage et cultures spécifiques (viticulture, arboriculture, cultures légumières). Ces différentes activités agricoles s'accompagnent par l'emploi de produits phytosanitaires estimés à plus de 5 000 tonnes en 1996 (source FREDEC⁵) ce qui représente 5,5% de la consommation nationale.

Ainsi, dans le cadre du GREPPES, Lig'Air⁶ s'intéresse depuis fin 2000 à la problématique des produits phytosanitaires dans l'atmosphère. L'initiative s'est traduite par un travail bibliographique concernant la mesure des pesticides, leur utilisation en région Centre et la recherche de méthodologie des prélèvements et d'analyse des produits phytosanitaires dans l'air ambiant. Un mode de sélection des pesticides à rechercher dans les prélèvements atmosphériques a été élaboré. Cette sélection a mis en relief 18 pesticides à rechercher en priorité.

Aucune norme française ou européenne n'existe concernant le prélèvement et l'analyse des produits phytosanitaires dans l'air ambiant. Lig'Air a expérimenté différentes techniques de prélèvements basées sur des méthodes EPA⁷ afin d'évaluer la méthodologie la plus adaptée au suivi désiré des concentrations de pesticides dans l'air ambiant. Des campagnes de mesures ont été menées au printemps et à l'automne 2001 en vue d'estimer les concentrations rencontrées en région Centre et de valider la méthodologie.

Au cours des campagnes 2002, 101 échantillons ont été analysés sur lesquels 22 pesticides ont été mis en évidence dans l'air ambiant à des concentrations variant de 0,06 à 24 nanogrammes par mètre cube. Des produits phytosanitaires sont retrouvés dans l'air ambiant en milieu urbain, périurbain et rural, pendant et en dehors des périodes d'épandages. Les résultats obtenus varient peu en fonction de la typologie du site (urbain, périurbain, rural). Le nombre de pesticides détectés sur les différents sites est très proche lors de campagne en parallèle.

En 2003, plusieurs campagnes de mesures sont réalisées sur des sites de typologies différentes (urbain, périurbain et rural). **Une première campagne** nous permet d'étudier le **comportement de 39 pesticides** durant une année (février 2003 à février 2004) sur deux sites en parallèle (Orléans, site urbain et Mareau-aux-Prés, site périurbain) dans le cadre du projet PACT⁷. **La deuxième campagne** vise à **étudier la contamination de l'air** au niveau d'une zone arboricole (Saint-Martin-d'Auxigny) en comparant un site de proximité et un site de fond (en collaboration avec la CIRE⁸ Centre Ouest). Enfin, **une troisième campagne** sur l'agglomération de Chartres en fin d'année 2003 complètera notre **connaissance de la contamination de l'atmosphère** par les pesticides.

Nous présenterons dans ce rapport intermédiaire uniquement les résultats de mesures hebdomadaires sur les sites d'Orléans, Mareau-aux-Prés et Saint-Martin-d'Auxigny entre les mois de février 2003 et d'octobre 2003 ainsi qu'une synthèse de l'ensemble des résultats des campagnes menées entre 2001 et 2003.

La campagne spécifique sur le site de proximité agricole de Saint-Martin-d'Auxigny (prélèvements horaires) fait l'objet d'un rapport spécifique (« étude de la contamination de

⁵ Fédération REgionale de Défense contre les Ennemis des Cultures

⁶ Réseau de Surveillance de la Qualité de l'Air en région Centre

⁷ Environment Protection Agency

⁷ Pesticides dans l'Atmosphère : étude des Cinétiques et mécanismes de dégradation en laboratoire et mesures dans l'Atmosphère

⁸ Cellule Inter-Régionale Epidémiologique

l'air par les produits phytosanitaires dans la zone arboricole du canton de Saint-Martin-d'Auxigny : résultats des mesures de proximité ») et n'est que très partiellement abordée dans ce rapport intermédiaire.

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 T-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 campagnes de mesures

L'objectif des campagnes de mesures de 2003 est de réaliser un tour d'horizon des concentrations rencontrées sur des sites de typologies distinctes et durant les différentes périodes de l'année.

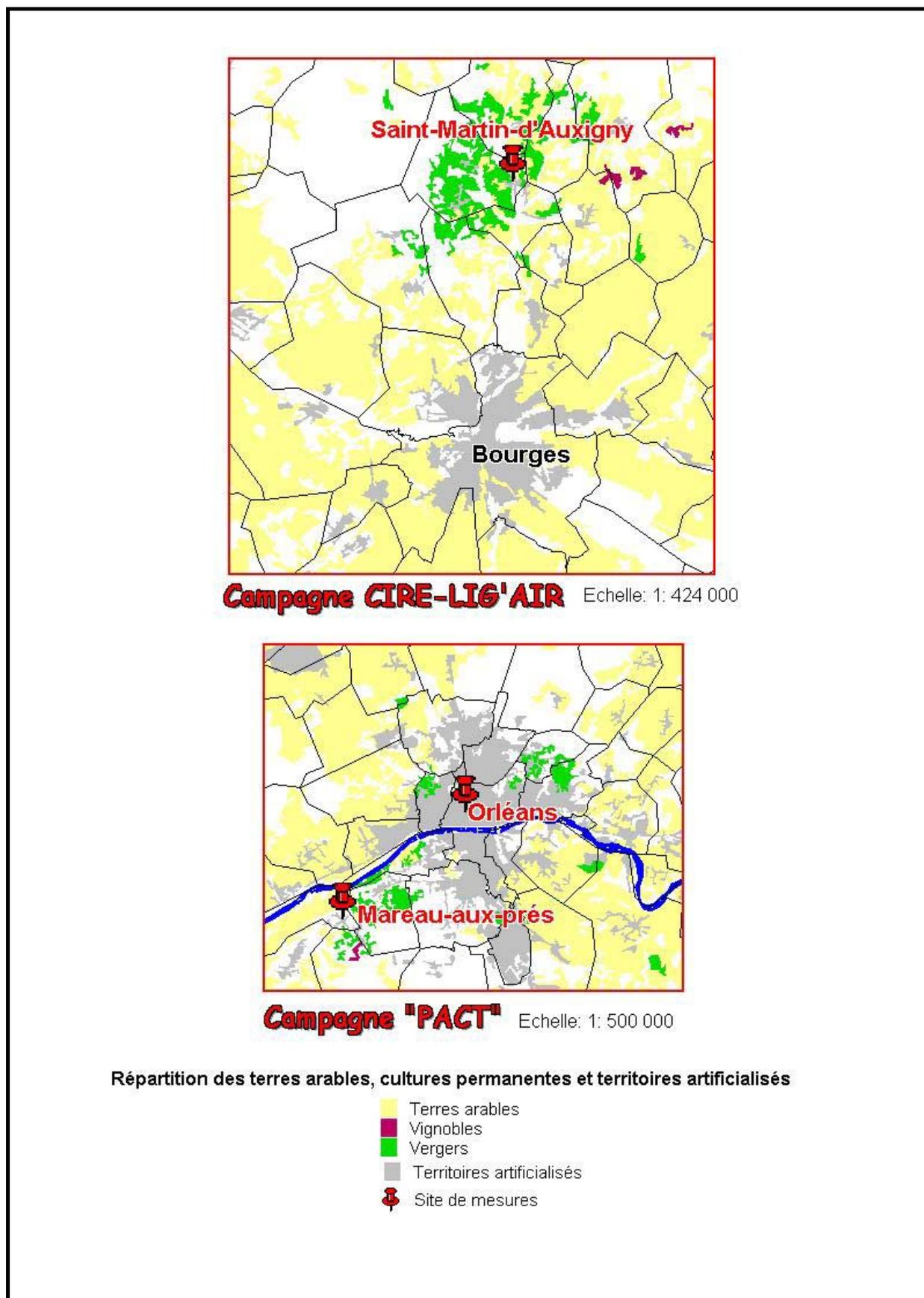
Les campagnes de mesures ont eu lieu tout au long de l'année. Les mesures ont été effectuées sur des sites urbain, périurbain et rural. Les cultures voisines des sites pouvaient être des vignobles, des vergers ou des grandes cultures représentant les trois cultures principales de la région.

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

Site	Typologie	Cultures avoisinantes	Période d'étude
Orléans	Urbain	/	25/02/03 au 25/02/04
Chartres	Urbain	/	04/11/03 au 31/12/03
Mareau-aux-Prés (Sud-ouest d'Orléans)	Périurbain	Arboricultures Viticulture, Céréales (dont maïs)	25/02/03 au 25/02/04
Saint-Martin-d'Auxigny	Rural de « fond » Rural de « proximité »	Pomiculture	01/04/03 au 31/12/03 (moyen débit) 05/06/03 au 06/06/03 et 16/06/03 au 18/06/03 (haut débit)

Tableau 1 : sites de mesure des pesticides pour l'année 2003

La carte suivante présente la répartition des zones cultivées en région Centre avec les différents sites de mesures de pesticides et les principales cultures voisines de chaque site. Les terres arables regroupent principalement les cultures de céréales (blé, orge...) et d'oléagineux (colza...).



Carte 1 : territoires agricoles et mesures de pesticides sur la région Centre en 2003

Le tableau 2 représente les 39 pesticides surveillés en 2003 ainsi que leurs domaines d'application.

Substances actives	Cultures
Aclonifen	Tournesol, pois, cultures légumières
Alachlore	Maïs, cultures légumières
Atrazine	Maïs, cultures légumières
Azoxystrobine	Viticultures
Captane	Arboriculture
Carbaryl	Arboriculture
Chlorothalonil	Pois, blé, orge, cultures légumières, vigne
Chlorprophame	Cultures légumières
Chlortoluron	Blé, orge
Cyprodinil	Blé, orge, vigne
Deltamethrine	Grandes Cultures
Desethylatrazine	Maïs, cultures légumières
Desisoprogulatrazine	Maïs, cultures légumières
Diflufenicanil	Blé, orges
Diuron	Arboriculture, cultures légumières, vigne, Horticultures
Endosulfan	Grandes Cultures
Fenazaquin	Arboriculture, maraîchage
Fenoxaprop-ethyl	Blé, orges
Fenpropimorphe	Blé, orge
Fluzilazole	Arboriculture Blé, orges, Viticultures
Folpel	Cultures légumières, Viticultures
Isoproturon	Blé, orge
Lindane	Grandes cultures
Linuron	Pois, cultures légumières
Métazachlore	Colza
Métolachlore	Maïs, Tournesol
Oxadiazon	Arboricultures, viticultures, tournesol, ornement, gazon
Parathion ethyl	Viticulture
Parathion méthyl	Viticultures
Pendiméthaline	Pois, vignes
Phosmet	Arboriculture
Propargite	Arboriculture, vigne
Simazine	Arboriculture, vigne
Tebuconazole	Blé, orges, Viticultures
Tebufenpyrad	Arboriculture
Tébutame	Colza
Terbutylazine	Vigne
Tolyfluanide	Arboricultures
Trifluraline	Colza, tournesol, pois, cultures légumières

Tableau 2 : domaine d'utilisation des pesticides

III/ Résultats

III.1 Comparaison des fréquences de détection

Les tableaux 3 à 5 représentent les résultats statistiques des mesures hebdomadaires sur les 3 sites de mesures de Mareau-aux-Prés, Orléans et Saint-Martin-d'Auxigny.

Au niveau du site urbain d'Orléans, 19 pesticides sur 39 analysés ont été détectés au moins une fois sur les 32 semaines de mesures.

Ce chiffre est à comparer au site périurbain de Mareau-aux-Prés, où 26 pesticides ont pu être détectés.

Quant au site rural de Saint-Martin-d'Auxigny, 22 produits phytosanitaires ont présenté des teneurs supérieures aux limites de détection.

Trois pesticides présentent une fréquence de détection supérieure à 50% sur les trois sites de mesures : il s'agit de l'endosulfan, du tolylfluanide et du lindane g.

L'endosulfan, insecticide épandu au niveau des grandes cultures, est détecté près de 6 fois sur 10 au niveau urbain (58,1 % de détection sur Orléans) et pratiquement 4 fois sur 5 en milieu périurbain et rural (76,7 % à Mareau-aux-Prés et 81,5 % à Saint-Martin-d'Auxigny).

Le tolylfluanide, fongicide utilisé en arboriculture, se retrouve sur l'ensemble des prélèvements effectués à Mareau-aux-Prés et à un degré moindre sur Orléans (66,7%) et Saint-Martin-d'Auxigny (51,9%).

Quant au lindane, bien qu'interdit depuis 1998, il est détecté près de 9 fois sur 10 sur les trois sites de mesures.

Il est intéressant de constater que certains pesticides sont remarquables quant à leur fréquence de détection quasiment nulle : ainsi, les insecticides (chlortoluron, fluzilazole, isoproturon, fenoxaprop-éthyl, tebuconazole ...) agissant sur la culture du blé n'ont pas été retrouvés sur l'ensemble des trois sites.

Cependant, il est difficile de relier systématiquement l'utilisation théorique sur un site et sa présence dans l'atmosphère. Le cas du lindane est typique : cet insecticide est interdit depuis 1998 mais on le retrouve sur la quasi-totalité des prélèvements. De la même manière, l'alachlore (détecté 1 à 2 fois sur 5), herbicide utilisé pour la culture du maïs, se retrouve au niveau des sites urbains alors que son utilisation n'y est pas mentionnée.

Type de pesticides	Pesticides	fréquence d'analyses %	fréquence de détection %	min	max	moy	mediane	P90
H	Aclonifen	100,0	3,3	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
H	Alachlore	100,0	40,0	0,14	6,66	2,20	1,98	4,31
H	Atrazine	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Azoxystrobine	100,0	6,7	0,21	0,39	0,30	0,30	0,37
F	Captane	46,7	7,1	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66
F	Chlorothalonil	100,0	46,7	0,14	4,83	1,22	0,61	3,42
I	Chlorpyrifos ethyl	100,0	20,0	0,15	0,51	0,34	0,37	0,47
H	Chlortoluron	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Cyprodinil	100,0	13,3	0,10	0,17	0,14	0,15	0,17
I	Deltaméthrine	100,0	0,0	/	/	/	/	/
H	Déséthylatrazine	100,0	0,0	/	/	/	/	/
H	Desisopropylatrazine	100,0	0,0	/	/	/	/	/
H	Diflufenicanil	100,0	10,0	0,20	0,30	0,26	0,28	0,29
H	Diuron	100,0	0,0	/	/	/	/	/
I	Endosulfan	100,0	76,7	0,32	5,80	1,31	0,71	2,06
A	Fenazaquin	46,7	7,1	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
H	Fenoxaprop-ethyle	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Fenpropimorphe	100,0	20,0	0,20	1,13	0,60	0,49	1,07
F	Fluzilazole	100,0	0,0	0,00	/	/	/	/
F	Folpel	46,7	50,0	0,77	2,51	1,67	1,74	2,40
H	Isoproturon	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Kresoxim-methyl	46,7	0,0	/	/	/	/	/
I	Lindane-a	80,0	4,2	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
I	Lindane-g	100,0	90,0	0,13	0,79	0,31	0,26	0,48
H	Métazachlore	100,0	13,3	0,16	0,28	0,22	0,23	0,27
I	Methyl parathion	100,0	46,7	0,14	248,12	18,89	0,77	4,47
H	Métolachlore	100,0	13,3	0,14	0,22	0,17	0,16	0,20
H	Oxadiazon	100,0	66,7	0,00	5,97	0,87	0,40	1,26
I	Parathion ethyl	100,0	13,3	0,14	0,80	0,56	0,66	0,79
H	Pendiméthaline	100,0	33,3	0,13	0,49	0,23	0,20	0,35
I	Phosmet	46,7	7,1	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
I	Propargite	46,7	7,1	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
H	Simazine	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Tébuconazole	100,0	3,3	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
I	Tebufenpyrad	46,7	0,0	/	/	/	/	/
H	Tébutame	100,0	0,0	/	/	/	/	/
H	Terbutylazine	100,0	10,0	0,19	0,45	0,36	0,44	0,45
F	Tolyfluanide	46,7	100,0	0,23	6,61	2,46	1,96	4,83
H	Trifluraline	100,0	60,0	0,13	1,66	0,57	0,42	1,08

Tableau 3 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Mareau-aux-Prés
(du 25 février au 7 octobre 2003)

Type de Pesticides	Pesticides	fréquence d'analyses %	fréquence de détection %	min	max	moy	mediane	P90
H	Aclonifen	100,0	6,5	0,17	0,18	0,17	0,17	0,18
H	Alachlore	100,0	22,6	0,53	3,21	1,54	1,62	2,79
H	Atrazine	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Azoxystrobine	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Captane	48,4	0,0	/	/	/	/	/
F	Chlorothalonil	100,0	51,6	0,15	5,17	1,63	0,66	4,70
I	Chlorpyrifos ethyl	100,0	6,5	0,16	0,20	0,18	0,18	0,19
H	Chlortoluron	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Cyprodinil	100,0	3,2	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
I	Deltaméthrine	100,0	0,0	/	/	/	/	/
H	Déséthylatrazine	100,0	0,0	/	/	/	/	/
H	Desisopropylatrazine	100,0	0,0	/	/	/	/	/
H	Diflufenicanil	100,0	0,0	/	/	/	/	/
H	Diuron	100,0	9,7	0,69	2,38	1,54	1,54	2,21
I	Endosulfan	100,0	58,1	0,26	2,86	1,00	0,63	2,22
A	Fenazaquin	48,4	0,0	/	/	/	/	/
H	Fenoxaprop-ethyle	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Fenpropimorphe	100,0	12,9	0,21	0,72	0,53	0,59	0,71
F	Fluzilazole	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Folpel	48,4	26,7	0,40	1,03	0,69	0,65	0,93
H	Isoproturon	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Kresoxim-methyl	48,4	0,0	/	/	/	/	/
I	Lindane-a	80,6	12,0	0,14	0,36	0,23	0,20	0,33
I	Lindane-g	100,0	87,1	0,14	1,01	0,39	0,36	0,65
H	Métazachlore	100,0	9,7	0,16	0,27	0,22	0,21	0,26
I	Methyl parathion	100,0	6,5	0,14	0,45	0,30	0,30	0,42
H	Métolachlore	100,0	3,2	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
H	Oxadiazon	100,0	3,2	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
I	Parathion ethyl	100,0	0,0	/	/	/	/	/
H	Pendiméthaline	100,0	25,8	0,14	0,60	0,26	0,20	0,45
I	Phosmet	48,4	0,0	/	/	/	/	/
I	Propargite	48,4	0,0	/	/	/	/	/
H	Simazine	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Tébuconazole	100,0	0,0	/	/	/	/	/
I	Tebufenpyrad	48,4	0,0	/	/	/	/	/
H	Tébutame	100,0	3,2	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
H	Terbutylazine	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Tolyfluanide	48,4	66,7	0,13	1,12	0,54	0,49	1,01
H	Trifluraline	100,0	45,2	0,13	2,26	0,79	0,46	1,63

Tableau 4 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Orléans
(du 25 février au 7 octobre 2003)

Type de pesticides	Pesticides	fréquence d'analyses %	fréquence de détection %	min	max	Moy	mediane	P90
H	Aclonifen	100,0	11,1	0,16	0,22	0,19	0,19	0,22
H	Alachlore	100,0	44,4	0,24	1,06	0,63	0,63	1,00
H	Atrazine	100,0	14,8	0,15	0,24	0,19	0,18	0,23
F	Azoxystrobine	100,0	3,7	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
F	Captane	100,0	77,8	0,26	35,38	13,94	11,56	24,84
F	Chlorothalonil	100,0	51,9	0,13	1,79	0,59	0,30	1,40
I	Chlorpyrifos ethyl	100,0	18,5	0,09	0,77	0,32	0,27	0,61
H	Chlortoluron	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Cyprodinil	100,0	11,1	0,14	1,62	0,68	0,27	1,35
I	Deltaméthrine	100,0	0,0	/	/	/	/	/
H	Déséthylatrazine	100,0	0,0	/	/	/	/	/
H	Desisopropylatrazine	100,0	3,7	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
H	Diflufenicanil	100,0	0,0	/	/	/	/	/
H	Diuron	100,0	0,0	/	/	/	/	/
I	Endosulfan	100,0	81,5	0,33	29,91	4,06	1,21	10,05
A	Fenazaquin	100,0	0,0	/	/	/	/	/
H	Fenoxaprop-ethyle	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Fenpropimorphe	100,0	22,2	0,14	0,80	0,42	0,29	0,79
F	Fluzilazole	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Folpel	100,0	66,7	0,40	3,23	1,32	1,22	2,27
H	Isoproturon	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Kresoxim-methyl	100,0	33,3	0,14	0,78	0,44	0,43	0,68
I	Lindane-a	100,0	3,7	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
I	Lindane-g	100,0	96,3	0,15	2,08	0,39	0,32	0,49
H	Métazachlore	100,0	14,8	0,37	1,83	0,83	0,57	1,49
I	Methyl parathion	100,0	51,9	0,13	10,50	1,81	0,46	6,00
H	Métolachlore	100,0	0,0	/	/	/	/	/
H	Oxadiazon	100,0	33,3	0,12	0,37	0,17	0,15	0,25
I	Parathion ethyl	100,0	0,0	/	/	/	/	/
H	Pendiméthaline	100,0	0,0	/	/	/	/	/
I	Phosmet	100,0	37,0	0,12	0,41	0,23	0,21	0,37
I	Propargite	100,0	18,5	1,43	6,72	2,95	2,12	5,14
H	Simazine	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Tébuconazole	100,0	0,0	/	/	/	/	/
I	Tebufenpyrad	100,0	0,0	/	/	/	/	/
H	Tébutame	100,0	0,0	/	/	/	/	/
H	Terbutylazine	100,0	0,0	/	/	/	/	/
F	Tolyfluanide	100,0	51,9	0,88	54,23	9,61	5,00	15,97
H	Trifluraline	100,0	81,5	0,15	25,68	2,84	0,56	4,61

Tableau 5 : résultats statistiques des mesures hebdomadaires à Saint-Martin-d'Auxigny (du 1^{er} avril au 7 octobre 2003)

III.2 Comparaison des concentrations de 11 pesticides

Les graphes 1 à 3 représentent l'évolution hebdomadaire de 11 pesticides qui présentent sur au moins 1 des sites une fréquence de détection supérieure à 50%.

Les concentrations en pesticides mesurées varient du dixième à la cinquantaine de nanogrammes par mètre cube. C'est sur le site rural de Saint-Martin-d'Auxigny (hors mesures de proximité) que les concentrations les plus élevées sont observées.

A l'exception d'une teneur en méthyl parathion élevée sur le site périurbain de Mareau-aux-Prés (248,1 ng/m³ durant la semaine 29), les concentrations maximales pour une grande partie des pesticides étudiés se retrouvent au niveau du site rural de Saint-Martin-d'Auxigny (une trentaine de ng/m³ en règle générale).

Ces teneurs maximales sont à comparer aux deux autres sites où les pointes observées sont de l'ordre de 6 ng/m³ à Mareau-aux-Prés et de 3 à 5 ng/m³ à Orléans (Cf. tableau 6).

	Tolyfluanide	Captane	Endosulfan	Trifluraline	Chlorothalonil
Saint-Martin-d'Auxigny	54,22	35,37	35,37	25,67	1,79
Mareau-aux-Prés	6,61	2,65	5,80	1,66	4,82
Orléans	1,11	/	2,86	2,26	5,17

Tableau 6 : concentrations maximales de quelques pesticides observées sur chaque site

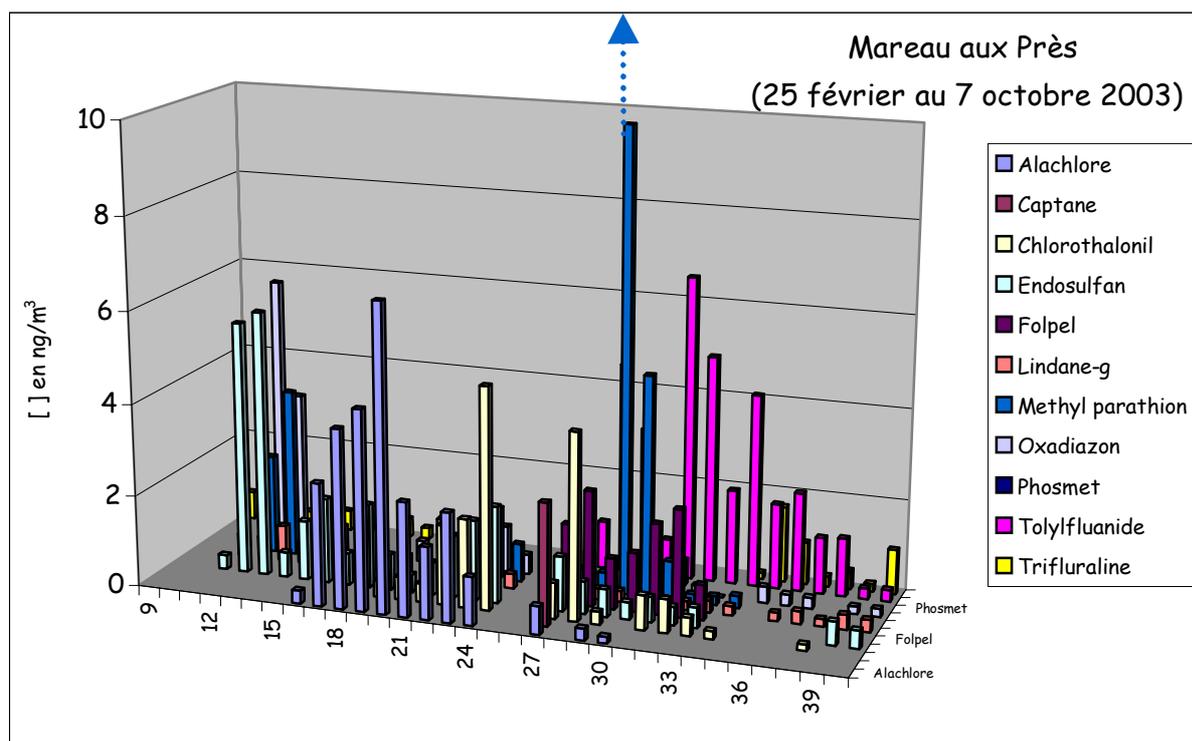
Les différences de concentrations constatées sur les différents sites semblent être directement liées à la nature même du site : Saint-Martin-d'Auxigny est un site pomicole alors que les deux autres sont périurbain et urbain. Un gradient de concentrations semble exister des sites ruraux vers les sites urbains :

- La trifluraline est absente l'été sur Orléans et Mareau-aux-Prés et n'est détectée que durant les périodes printanière et automnale.
- La tolylfluanide n'est détectée qu'à partir de la fin du mois de juin sur les trois sites de mesures et semblent avoir pour origine l'épandage en milieu rural. En effet, les teneurs les plus importantes se retrouvent au niveau du site rural de Saint-Martin-d'Auxigny. Ce résultat semble logique car la tolylfluanide est un fongicide utilisé en arboriculture (concentration moyenne de 9,60 ng/m³ à Saint-Martin-d'Auxigny, de 2,50 ng/m³ à Mareau-aux-Prés et de 0,54 ng/m³ à Orléans).
- Le lindane est détecté sur l'ensemble des prélèvements et ce quelle que soit la typologie du site. Par contre, aucune distinction au niveau des concentrations n'apparaît. La concentration moyenne du lindane avoisine les 0,3 à 0,4 ng/m³. Ces teneurs sont extrêmement faibles et la variation saisonnière n'est pas flagrante. Il semblerait donc que ce composé persistant et interdit depuis 1998 ait un niveau de fond plutôt constant.
- L'endosulfan, insecticide utilisé sur les grandes cultures, est détecté de la mi-mars à la mi-août sur les trois sites. Son comportement est proche de celui de la tolylfluanide, à savoir que les niveaux les plus abondants se retrouvent au niveau rural (4,05 ng/m³ à Saint-Martin-d'Auxigny, 1,40 ng/m³ à Mareau-aux-Prés et 1 ng/m³ à Orléans).

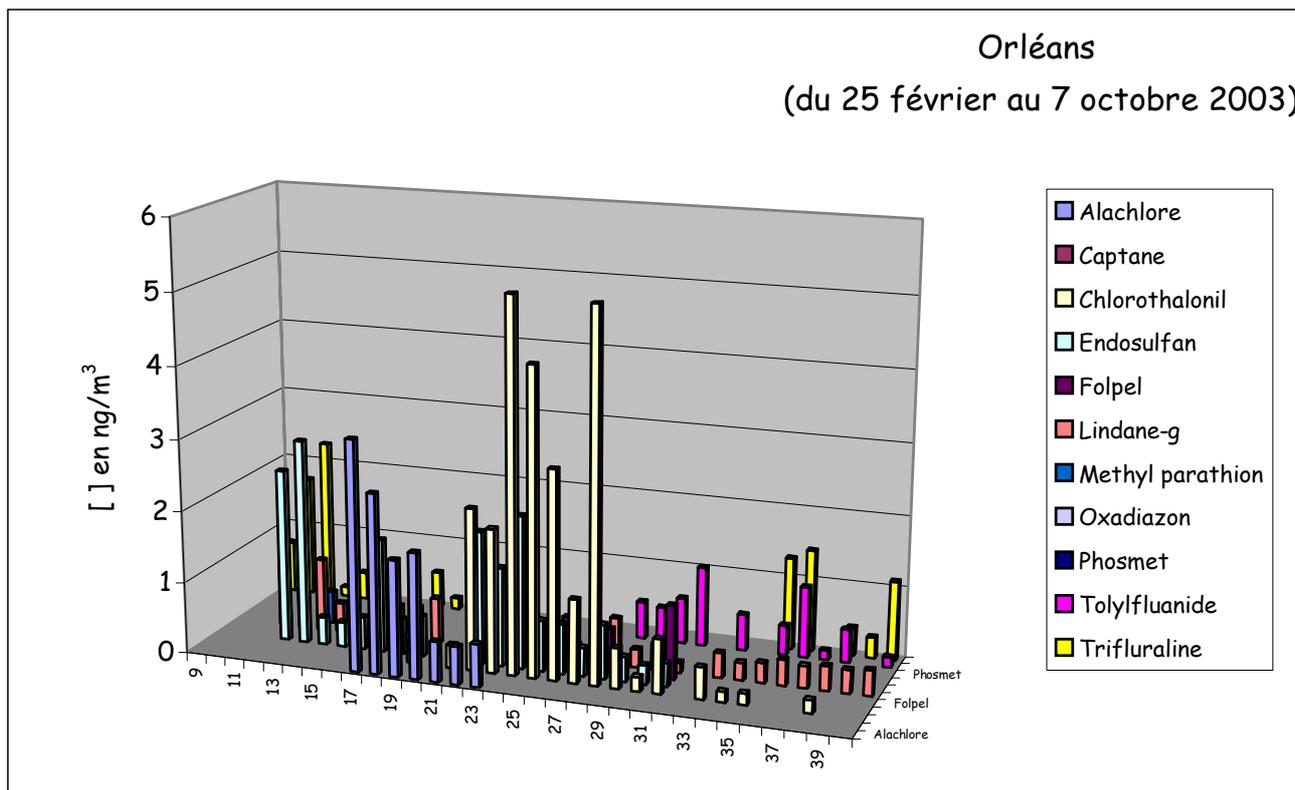
- Le captane, fongicide utilisé en arboriculture se retrouve essentiellement sur Saint-Martin-d'Auxigny (1 seule détection à Mareau-aux-Prés et aucune à Orléans), ce qui semble logique au vu de la configuration du site (activité pomicole).

Le comportement du chlorothalonil semble être différent de celui des autres fongicides et insecticides. En effet, ce fongicide présente un gradient inverse : les teneurs moyennes les plus importantes se situent au niveau d'Orléans (1,73 ng/m³) suivi de Mareau-aux-Prés (1,30 ng/m³) et de Saint-Martin-d'Auxigny (0,60 ng/m³). Le chlorothalonil se retrouve durant la même période sur les trois sites de début mai à fin août. Cela coïncide avec la période de traitement (mai à juin) : les teneurs maximales se situent au mois de juin.

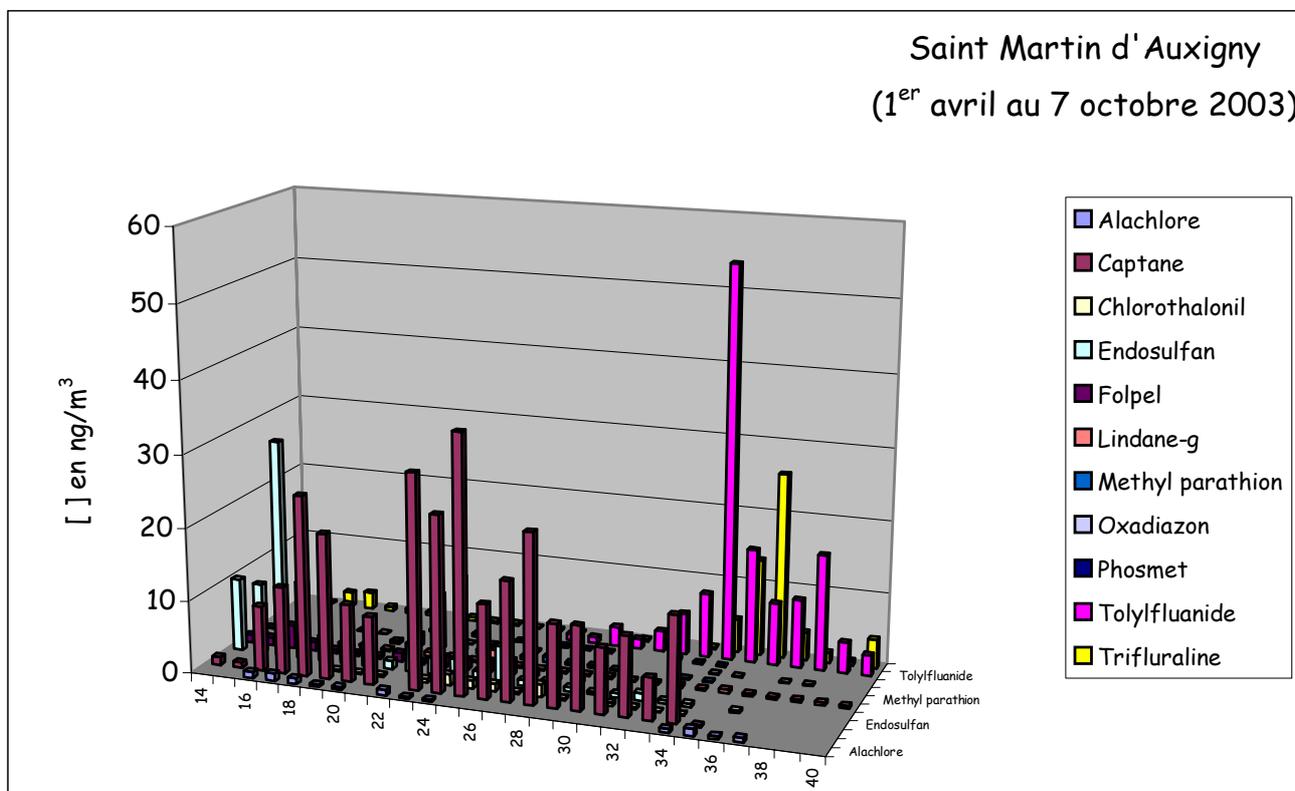
Une autre molécule est remarquable dans la mesure où les années précédentes elle était détectée essentiellement en milieu urbain alors que cette année elle est principalement détectée en milieu périurbain (1 seule détection en milieu urbain à Orléans) : il s'agit de l'oxadiazon.



Graphie 1 : évolutions hebdomadaires des 11 pesticides les plus détectés à Mareau-aux-Prés (du 25 février au 7 octobre 2003)



Graphe 2 : évolutions hebdomadaires des 11 pesticides les plus détectés à Orléans (du 25 février au 7 octobre 2003)



Graphe 3 : évolutions hebdomadaires des 11 pesticides les plus détectés à Saint-Martin-d'Auxigny (du 1^{er} avril au 7 octobre 2003)

III.3 Résumé de la campagne de Saint-Martin-d'Auxigny en situation de proximité

Durant le mois de juin 2003, Lig'Air a mené en parallèle des prélèvements hebdomadaires effectués à Saint Martin, une campagne de mesures chez un agriculteur de Saint Palais (commune située à 3 km de Saint Martin d'Auxigny).

Lig'air a effectué des mesures à proximité de vergers afin de fournir des éléments à la CIRE (Cellule Inter-Régionale d'Epidémiologie) Centre Ouest dans le cadre de leur étude sur l'impact sanitaire des pesticides dans l'air ambiant.

Deux campagnes ont été effectuées dans les vergers (du 5 au 6 juin puis du 16 au 18 juin) avec à chaque fois un déroulement bien précis : des prélèvements étaient effectués avant, pendant et après l'épandage.

Deux pesticides ont été plus particulièrement étudiés à savoir le phosmet et le captane, produits utilisés durant l'épandage.

Les principaux résultats font apparaître de fortes disparités de concentrations entre les périodes post et pré épandages et la période d'épandage. Ainsi, des teneurs maximales de l'ordre du microgramme par mètre cube ont été constatées pour les deux pesticides : 7893 ng/m³ pour le captane et 1209 ng/m³ pour le phosmet.

Ces données sont à comparer avec celles obtenues avant épandage (de l'ordre de 70 ng/m³) et après épandage (700 ng/m³) pour le captane.

Si l'on pousse plus loin la comparaison, la concentration hebdomadaire obtenue à Saint-Martin-d'Auxigny (du 3 au 10 juin 2003) est de 30 ng/m³.

On peut donc constater l'écart de concentration d'une part avant, pendant et après épandage et d'autre part entre des mesures entre un site de proximité et un site de fond.

IV/ Synthèse des données de mesures 2001 - 2003

Depuis le mois d'avril 2001, 64 pesticides ont été analysés sur un et/ou plusieurs sites en région Centre (Cf. tableau 7). Au départ, une liste de 48 pesticides dont 18 jugés prioritaires (Cf. annexe 1) ont été recherchés.

Les améliorations de la méthodologie d'analyse combinées à des demandes spécifiques ont permis l'ajout de nouveaux composés. Entre temps, des substances actives ont cessé d'être recherchées compte tenu de leur fréquence de détection nulle.

Ainsi, en octobre 2003, il ne subsiste plus que 39 pesticides recherchés. Néanmoins, les 18 pesticides jugés prioritaires au départ ont été conservés. La synthèse effectuée ci-après fait un bilan de l'ensemble des mesures opérées depuis 2001 par Lig'Air. Par souci de cohérence et d'homogénéité, seuls les prélèvements hebdomadaires ont été retenus dans notre synthèse.

H	Aclonifen	H	Diflufenicanil	H	Méthabenzthiazuron
H	Alachlore	H	Diuron	I	Methyl parathion
H	Atrazine	I	Endosulfan	H	Métobromuron
F	Azoxystrobine	F	Epoxiconazole	H	Métolachlore
F	Benomyl	A	Fenazaquin	H	Métoxuron
I	Bifenthrine	H	Fenoxaprop-ethyle	H	Métribuzine
F	Captane	F	Fenpropimorphe	H	Monolinuron
I	Carbaryl	H	Flurochloridone	H	Monuron
F	Carbendazime	F	Fluzilazole	H	Néburon
I	Carbofuran	F	Folpel	H	Oxadiazon
F	Chlorothalonil	F	Hexaconazole	F	Oxadixyl
I	Chlorpyrifos ethyl	H	Hexazinone	I	Parathion ethyl
H	Chlortoluron	H	Imazaméthabenz-méthyl	H	Pendiméthaline
H	Cyanazine	H	Isoproturon	I	Phosmet
I	Cypermethrine	F	Kresoxim-methyl	I	Propargite
F	Cyproconazole	I	Lambda-cyhalothrine	H	Simazine
F	Cyprodinil	I	Lindane-a	F	Tébuconazole
I	Deltaméthrine	I	Lindane-g	I	Tebufenpyrad
H	Déséthylatrazine	H	Linuron	H	Tébutame
H	Déséthylsimazine	I	Mercaptodiméthur	H	Terbutylazine
H	Desisopropylatrazine	H	Métazachlore	F	Tolyfluanide
				H	Trifluraline

Tableau 7 : liste des 64 pesticides recherchés depuis 2001

(en bleu, les 18 pesticides jugés prioritaires)(en gras les 39 pesticides mesurés en 2003)

IV.1 Bilan statistique

Depuis le début des premières mesures effectuées par Lig'Air en 2001, le bilan statistique est le suivant :

- 3 typologies de sites ont été étudiées : urbain, périurbain et rural.

- **14** campagnes de mesures ont été menées (durant lesquelles toutes les saisons ont été approchées) sur différents sites (Oysonville (3), Saint-Jean-de-Braye (2), Joué-lès-Tours (2), Orléans (2), Mareau-aux-Prés (2), Châteauroux, Bourges et Saint-Martin-d'Auxigny).
- **64** pesticides ont été recherchés : 31 herbicides, 16 fongicides, 16 insecticides et 1 acaricide.
- **213** analyses à partir de prélèvements hebdomadaires ont été réalisées entre les mois d'avril 2001 et octobre 2003.

Le tableau 8 représente les fréquences d'analyses et de détection par pesticide depuis avril 2001 jusqu'à octobre 2003.

Type	Pesticide	Fréquence analyses (%)	Fréquence de détection (%)
I	Lindane-g	93,4	89,9
H	Trifluraline	92,5	78,2
F	Tolyfluanide	27,2	69,0
F	Folpel	27,2	53,4
I	Endosulfan	63,4	50,4
F	Chlorothalonil	79,3	46,2
H	Alachlore	92,0	40,8
F	Captane	27,2	37,9
H	Pendiméthaline	91,1	37,1
I	Methyl parathion	63,4	25,9
F	Fenpropimorphe	87,3	25,8
H	Oxadiazon	85,0	24,3
I	Phosmet	27,2	20,7
H	Atrazine	88,7	16,9
I	Chlorpyriphos ethyl	42,3	16,7
F	Kresoxim-methyl	27,2	15,5
H	Métolachlore	89,2	14,7
F	Cyprodinil	86,4	13,6
H	Tébutame	86,9	12,4
I	Propargite	27,2	10,3
H	Aclonifen	85,4	9,3
H	Terbutylazine	87,3	8,6
I	Lindane-a	36,6	7,7
H	Métazachlore	89,7	7,3
F	Azoxystrobine	81,2	6,4
I	Parathion ethyl	85,4	4,4
H	Diflufenicanil	78,9	3,0
H	Déséthylatrazine	77,0	2,4
H	Desisopropylatrazine	77,5	2,4

H	Diuron	73,2	1,9
Acaricide	Fenazaquin	27,2	1,7
F	Fluzilazole	82,6	1,1
H	Simazine	85,9	1,1
F	Tébuconazole	67,1	0,7
F	Benomyl	9,4	0,0
I	Bifenthrine	3,8	0,0
I	Carbaryl	9,4	0,0
F	Carbendazime	9,4	0,0
I	Carbofuran	9,4	0,0
H	Chlortoluron	72,8	0,0
H	Cyanazine	5,6	0,0
I	Cypermethrine	3,8	0,0
F	Cyproconazole	3,8	0,0
I	Deltaméthrine	67,1	0,0
H	Déséthylsimazine	12,2	0,0
F	Epoxiconazole	3,8	0,0
H	Fenoxaprop-ethyle	63,4	0,0
H	Flurochloridone	4,7	0,0
F	Hexaconazole	3,8	0,0
H	Hexazinone	3,8	0,0
H	Imazaméthabenz-méthyl	9,4	0,0
H	Isoproturon	56,8	0,0
I	Lambda-cyhalothrine	3,8	0,0
H	Linuron	9,4	0,0
I	Mercaptodiméthur	9,9	0,0
H	Méthabenzthiazuron	9,4	0,0
H	Métobromuron	5,6	0,0
H	Métoxuron	5,6	0,0
H	Métribuzine	6,1	0,0
H	Monolinuron	5,6	0,0
H	Monuron	5,6	0,0
H	Néburon	9,4	0,0
F	Oxadixyl	4,7	0,0
I	Tebufenpyrad	27,2	0,0

Tableau 8 : fréquences de détection et d'analyses des 64 pesticides échantillonnés par Lig'Air (sur un total de 213 analyses)

Certains résultats issus de ce tableau sont à relativiser étant donné que des pesticides ont été mesurés depuis peu (folpel, tolylfluanide, captane ...) : certains ont été détectés du fait de leur utilisation reconnue sur les sites de mesures. D'autres composés pourraient également ressortir si on les mesurait sur des emplacements où ils sont utilisés (zone viticole par exemple).

IV.2 Zoom sur les composés jugés prioritaires en 2001

La liste des pesticides jugés prioritaires en 2001 a été passée au crible : cette analyse a révélé qu'entre la théorie et la pratique existait parfois un grand fossé.

En effet, sur les 18 pesticides prioritaires de 2001, la moitié d'entre eux ont une fréquence de détection inférieure à 10 %. Les cas extrêmes sont deux pesticides de la famille des urées substituées, à savoir le chlortoluron (72 tonnes émises en 1996) et l'isoproturon (37 tonnes épanchées) qui n'ont jamais été détectés durant ces trois années de mesures.

A contrario, deux pesticides jugés prioritaires se retrouvent aux deux premières places des fréquences de détection : il s'agit du lindane (89,9% de détection) et de la trifluraline (78,2%).

Sur les dix substances actives les plus détectées, seuls quatre pesticides jugés prioritaires au départ figurent parmi la liste.

Au vu de ce constat, il apparaît clairement que la sélection des pesticides à surveiller est à revoir.

En effet, lors de l'élaboration de la liste, le tonnage a été un des paramètres qui a influé grandement sur le choix des pesticides prioritaires. Étant donné que près de 60% des quantités de matières actives utilisées en 1996 étaient des herbicides (Cf. figure 1), la conséquence fut l'omniprésence d'herbicides dans l'élaboration de la liste prioritaire (14 herbicides sur 18 pesticides).

De plus, l'étude de terrain montre qu'une forte utilisation d'un produit ne signifie pas forcément sa présence dans l'air. Un des enseignements de ces campagnes de mesures montre que les pesticides les plus volatils sont ceux qui ont les fréquences de détection les plus importantes.

Toutefois, la liste des pesticides a été revue et a évolué depuis avril 2001 ; seule, la liste des composés prioritaires n'a pas été retouchée. Certains composés, dont la présence dans l'atmosphère n'a pas été vérifiée, pourraient être écartés au profit de nouvelles molécules surveillées depuis peu.

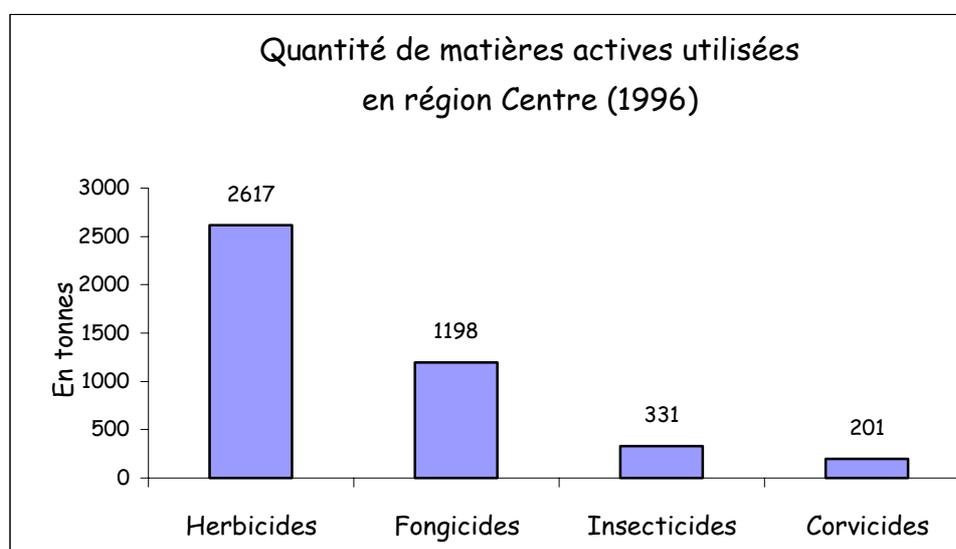


Figure 1 : quantité de matières actives utilisées en région Centre en 1996

IV.3 Vers une détermination d'indicateurs ?

La surveillance des pesticides représente un coup financier important et par conséquent il est nécessaire d'avoir du recul quant à sa surveillance en « continu ».

Après 3 ans de mesures au sein de la région Centre, Lig'Air a pu développer et pérenniser une technique de prélèvements, de mesures et d'analyses fiable.

Cependant, le problème réside quant aux choix des pesticides à suivre ainsi qu'à la typologie de sites à surveiller.

Diverses questions se posent, notamment au niveau de la pertinence à créer des indicateurs de pollution pour les produits phytosanitaires.

Plusieurs questions restent, pour l'instant, sans réponse. Toutefois, la base de données de Lig'Air ainsi que les avertissements agricoles du SRPV nous permettent désormais de tirer des enseignements et d'orienter nos choix. Ainsi, Lig'Air est désormais capable de connaître quels sont les pesticides à surveiller selon les saisons.

Les axes de travail de Lig'Air pour l'année 2004 seront basés sur ces réflexions afin, d'une part, d'affiner notre liste de pesticides à surveiller, et d'autre part de proposer des indicateurs de pollution répondant à différents critères (impact sanitaire, volatilité, représentativité des saisons et des typologies de sites ...).

Conclusion

Les campagnes hebdomadaires de l'année 2003 ont permis la mesure de 39 pesticides en continu où une année complète sera utile afin d'étudier le comportement de ces derniers selon les saisons et les typologies de sites.

Le bilan provisoire de cette année de mesures fait apparaître des fréquences de détection plus élevées en milieu périurbain alors que les concentrations les plus fortes se situent en milieu rural.

Toutefois, le nombre de pesticides observé en milieu urbain n'est pas négligeable (19 pesticides détectés au moins une fois) ; malgré tout, les teneurs restent faibles (moyenne inférieure au nanogramme par mètre cube).

Parallèlement à ces campagnes hebdomadaires, des prélèvements courts en temps (entre 30 minutes et quelques heures) ont été effectués en proximité agricole (Cf. rapport spécifique). On a pu alors constater l'écart de concentrations entre les valeurs maximales observées en milieu rural « de fond » et à proximité des épandages : les concentrations sont de l'ordre du microgramme par mètre cube soit environ 1000 fois plus élevées. Un rapport spécifique traite cette campagne de mesure.

Après une phase expérimentale puis de développement au niveau de la mesure et de l'analyse des pesticides, Lig'Air maîtrise désormais la technique de surveillance des produits phytosanitaires. Cependant, il est nécessaire de savoir quels types de pesticides nous serons à même de surveiller dans l'avenir. La synthèse des mesures effectuée entre 2001 et 2003 apporte des éléments intéressants : certains composés jugés prioritaires en 2001 n'ont jamais (ou pratiquement jamais) été retrouvés durant 3 années de mesures alors que d'autres pesticides rajoutés au cours du temps se sont avérés être très présents dans l'atmosphère.

Afin de déterminer des indicateurs pertinents pour la surveillance et l'exposition, Lig'Air va poursuivre sa phase exploratoire en 2004. Ainsi, de nouvelles campagnes de mesures seront menées dans le but d'élargir la typologie des sites et des cultures à surveiller.

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

Annexe 1: Sélection des pesticides à rechercher

Nous ne pouvons pas rechercher les 163 substances actives utilisées en région Centre (recensement 1996-1997, source FREDEC). Une sélection a donc été opérée sur la base de quatre critères sans ordre d'importance :

Premier critère : Pour prendre en compte le caractère toxicologique des produits, nous avons décidé de présélectionner les pesticides dont la Dose Journalière Admissible, représentant la toxicité chronique, est inférieure à 0,01 mg/kg/jour. Cette valeur limite est celle utilisée par Hayo M.G. van der Werf et Christophe Zimmer, un indicateur d'impact environnemental de pesticides basé sur un système expert à logique floue. INRA, Le courrier de l'Environnement n°34, juillet 1998.

Deuxième critère : Au niveau du tonnage des produits, nous avons choisi de façon arbitraire de présélectionner les trente premiers.

Troisième critère : Pour prendre en compte la possible présence des produits dans l'atmosphère, nous nous sommes basés sur la détection de ceux-ci dans les eaux de pluie. Les produits trouvés dans les eaux de pluie sont, par conséquent, présélectionnés. Pour le moment, la constante de Henry n'est pas utilisée comme critère. Car l'étude sur les eaux de pluie ne montre pas de corrélation évidente entre la constante de Henry et la présence du produit dans les précipitations, par conséquent dans l'atmosphère. Cependant, la constante de Henry peut être utilisée, pour une première approche, en prenant comme valeur limite $1,10^{-5} \text{ Pa.m}^3.\text{mol}^{-1}$.

Quatrième critère : Nous avons ciblé les produits utilisés pour « les grandes cultures » (maïs, blé, orge, colza, betteraves, ...) et les vignes. Ces cultures sont présentes aux alentours des sites retenus pour la campagne de prélèvement printemps 2001.

La règle de décision est la suivante : un produit répondant au minimum à deux de ces critères est sélectionné. Si le produit répond à trois des quatre critères ou à l'ensemble, il est classé « prioritaire ».

Nous présentons dans le tableau, la liste des pesticides retenus. Le nombre d'étoiles représente le nombre de critères auquel répond le pesticide.

Substances actives	Intérêt	Formule	Type de culture	Action	Quantités utilisées (en kg) (rang)	Détection dans les précipitations	DJA (mg/kg/jour)
Atrazine	****	$\text{C}_8\text{H}_{14}\text{ClN}_5$	Maïs, cultures légumières	H	189901 (4)	Oui	0,0005
Alachlore	****	$\text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{ClNO}_2$	Maïs, cultures légumières	H	170699 (7)	Oui	0,005
Diuron	****	$\text{C}_9\text{H}_{10}\text{N}_2\text{OCl}_2$	Arboriculture, cultures légumières, vigne, Horticultures	H	51623 (23)	Oui	0,0015
Isoproturon	****	$\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}$	Blé, orge	H	37120 (30)	Oui	0,006
Lindane	****	$\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$	Grandes cultures	I	88449 (13)	Oui	0,001
Terbuthylazine	****	$\text{C}_9\text{H}_{16}\text{ClN}_5$	Vigne	H	46364 (26)	Oui	0,0035

Trifluraline	****	$C_{13}H_{16}F_3N_3O_4$	Colza, tournesol, pois, cultures légumières	H	172773 (6)	Oui	$0,001 \leq DJ$ $A < 0,01$
Aclonifen	***	$C_{12}H_9ClN_2O_3$	Tournesol, pois, cultures légumières	H	156367 (8)	Oui	0,02
Chlortoluron	***	$C_{10}H_{13}ClN_2O$	Blé, orge	H	72234 (16)	Oui	0,02
Cyprodinil	***	$C_{14}H_{15}N_3$	Blé, orge, vigne	F	83231 (14)	Oui	0,03
Diflufénicanil	***	$C_9H_{11}F_5N_2O_2$	Blé, orge	H	185601 (5)	Oui	0,25
Fenpropimorphe	***	$C_{20}H_{33}NO$	Blé, orges	F	31101 (35)	Oui	0,003
Métazachlore	***	$C_{14}H_{16}ClN_3O$	Colza	H	47256 (25)	Oui	0,05
Métolachlore	***	$C_{15}H_{22}ClNO_2$	Maïs, Tournesol	H	217567 (2)	Oui	0,03
Parathion ethyl	***	$C_{10}H_{14}NO_5PS$	Viticulture	I	530 (148)	Oui	$0,001 \leq DJ$ $A < 0,01$
Pendiméthaline	***	$C_{13}H_{19}N_3O_4$	Pois, vignes	H	40468 (27)	Oui	0,05
Simazine	***	$C_7H_{12}ClN_5$	Arboriculture, vigne	H	24808 (44)	Oui	0,001
Tébutame	***	$C_{15}H_{23}NO$	Colza	H	207720 (3)	Oui	0,15
Aminotriazole	**	$C_2H_4N_4$	Arboriculture, vigne, Horticulture	H	66335 (19)	Non	$0,001 \leq DJ$ $A < 0,01$
Arsenic de l'arsenite de sodium	**	$As_2O_3Na_2O$	Vigne	F	57364 (22)	Non	?
Bifénox	**	$C_{14}H_9Cl_2NO_5$	Blé, orges	H	13042 (65)	Oui	0,03
Carbendazime	**	$C_9H_9N_3O_2$	Colza, tournesol, pois, blé, orge, vigne, betterave	F	302236 (1)	Nom	0,03
Chlorméquat chlorure	**	$C_5H_{13}Cl_2N$	Colza, blé, orge	C	129399 (10)	Non	0,05
Chlorothalomil	**	$C_8Cl_4N_2$	Pois, blé, orge, cultures légumières, vigne	F	89809 (12)	Non	0,01
Clodinafop propargyl	**	$C_{17}H_{13}ClFNO_4$	Blé, Orges	H	6020 (96)	Non	$0,001 \leq DJ$ $A < 0,01$
Clopyralid	**	$C_6H_3Cl_2NO_2$	Maïs, blé, orge	H	2306 (126)	Oui	0,05
Dichlorprop	**	$C_9H_8Cl_2O_3$	Blé, orge	H	34 111 (32)	Oui	0,12
Dicofol	**	$C_{14}H_9Cl_5O$	Viticultures	I	10755 (71)	Non	$0,001 \leq DJ$ $A < 0,01$
Diethion	**	$C_9H_{22}O_4P_2S_4$	Viticulture	I	5212 (102)	Non	$0,001 \leq DJ$ $A < 0,01$

Dinocap	**	C ₁₈ H ₂₄ O ₆ N ₂	Viticultures	F	3695 (117)	Non	0,001≤DJ A<0,01
Diquat	**	C ₁₂ H ₁₂ N ₂	Cultures légumières, Viticultures	H	11091 (70)	Non	0,001≤DJ A<0,01
Epoxiconazole	**	C ₁₇ H ₁₃ ClF N ₃ O	Blé, orges	F	16052 (60)	Oui	0,01
Fenpropidine	**	C ₁₉ H ₃₁ N	Blé, orge, betterave	F	28884 (37)	Non	0,005
Fentine acetate	**	C ₂₀ H ₁₈ O ₂ Sn	Betterave industrielle	F	2548 (125)	Non	0,0001≤D JA<0,001
Flusilazole	**	C ₁₆ H ₁₅ F ₂ N ₃ Si	Arboriculture Blé, orges Viticultures	F	14378 (63)	Non	0,001≤DJ A<0,01
Glyfosinate	**	C ₅ H ₁₅ N ₂ O ₄ P	Arboriculture, vigne, horticulture	H	81227 (15)	Non	0,02
Iprodione	**	C ₁₃ H ₁₃ Cl ₂ N ₃ O ₃	Colza, arboriculture, cultures légumières, vigne	F	48768 (24)	Non	0,6
Linuron	**	C ₉ H ₁₀ Cl ₂ N ₂ O ₂	Pois, cultures légumières	H	4081 (113)	Oui	0,001≤DJ A<0,01
Mancozebe	**	(C ₄ H ₆ N ₂ MnS ₄)x (Zn)y	Arboriculture, cultures légumières, vigne, horticulture	F	133097 (9)	Non	0,5 OMS 0,3 Fra
MCPPP	**	C ₁₀ H ₁₁ Cl O ₃	Blé, orge	H	15049 (62)	Oui	0,01
Méta mitrone	**	C ₁₀ H ₁₀ N ₄ O	Betterave	H	109013 (11)	Non	0,03
Metconazole	**	C ₁₇ H ₂₂ Cl N ₃ O	Blé, orge	F	23075 (47)	Non	0,001≤DJ A<0,01
Norflurazon	**	-	Arboriculture Vigne	H	61214 (20)	Non	0,04
Oryzalin	**	C ₁₂ H ₁₈ N ₄ O ₆ S	Vigne	H	39137 (28)	Non	0,05
Quinalphos	**	C ₁₂ H ₁₅ N ₂ O ₃ P ₅	Viticultures	I	8567 (80)	Non	0,0001≤D JA<0,001
Sulcotrione	**	C ₁₄ H ₁₃ Cl O ₅ S	Maïs	H	24709 (45)	Non	<0,0001
Sulfosate	**	C ₆ H ₁₆ NO ₅ PS	Vigne	H	67781 (18)	Non	0,1
Tebufenpyrad	**	C ₁₈ H ₂₄ N ₃ O	Arboriculture, Viticulture	I	1183 (137)	Non	0,001≤DJ A<0,01
Thiocyanate d'amonium	**	-	Arboriculture Vigne	H	59507 (21)	Non	?
Thiometon	**	C ₆ H ₁₅ O ₂ P S ₃	Grandes cultures	I	8578 (79)	Non	0,001≤DJ A<0,01
Thirame	**	C ₆ H ₁₂ N ₂ S ₄	Vigne, horticulture	F	37611 (29)	Non	0,01
Triazamate	**	C ₁₃ H ₂₂ N ₄ O ₃ S	Betterave industrielle	I	1387 (133)	Non	0,001≤DJ A<0,01

H : herbicide, I : insecticide, F : fongicide, C : corvidé

Liste des pesticides à rechercher dans les prélèvements