

Mesure des pesticides en Poitou-Charentes

septembre 2004

Référence : second semestre 2002 - année 2003

Date : septembre 2004

Auteur : ATMO Poitou-Charentes, Fabrice VALLET

SOMMAIRE

Sommaire	1
<i>A Introduction</i>	<i>2</i>
<i>B Autres rapports disponibles</i>	<i>3</i>
<i>C Glossaire.....</i>	<i>4</i>
<i>D Généralités sur les pesticides et leur mesure en Poitou-Charentes</i>	<i>5</i>
<i>E Rappels sur la métrologie des pesticides dans l'air.....</i>	<i>7</i>
<i>F Liste de pesticides.....</i>	<i>9</i>
1 Les pesticides à La Rochelle	12
2 Les pesticides à Niort.....	18
3 Les pesticides à Poitiers.....	26
4 Répartition spatiale des pesticides sur la Communauté D'agglomération de Poitiers	34
5 Vérification de la pertinence des critères de sélection de la liste	43
F Conclusions et perspectives	45
<i>G Annexe 1 : Incertitudes analytiques.....</i>	<i>46</i>
<i>H Annexe 2 : Indicateurs de qualité de la mesure</i>	<i>47</i>
<i>I Liste des illustrations</i>	<i>48</i>

A INTRODUCTION

Ce rapport récapitule l'ensemble des résultats de mesure des principaux pesticides retrouvés dans l'air en Poitou-Charentes depuis août 2002. Il concerne les agglomérations de La Rochelle (2nd semestre 2002), Niort (2nd semestre 2002 et 1^{er} semestre 2003) et Poitiers (année 2003). Les mesures ont été réalisées en centre-ville pour La Rochelle et Niort et sur un site péri-urbain éloigné des cultures pour la ville de Poitiers.

Afin de pouvoir comparer de manière plus pertinente les résultats entre les différents sites de mesure, une étude de répartition spatiale des pesticides, a été réalisée sur la Communauté d'Agglomération de Poitiers, durant 7 semaines, au second semestre 2003.

B AUTRES RAPPORTS DISPONIBLES

D'autres rapports disponibles auprès d'ATMO Poitou-Charentes permettent d'en savoir plus sur la pollution par les pesticides dans l'air en Poitou-Charentes :

Rapport intitulé « Mesure des pesticides dans l'atmosphère en Poitou-Charentes » publié fin 2002 par ATMO Poitou-Charentes

- Bibliographie sur les pesticides, leur présence et étude dans l'air en France et dans le monde ainsi que l'agriculture de la région
- Caractérisation de la pollution par les pesticides pour 3 villes : Surgères en 2001, La Rochelle et Cognac de mars à juin 2002.
- Qualité des données de mesure des pesticides et méthodes de mesure adoptées

Rapport intitulé « Mesure des pesticides dans l'air en Poitou-Charentes, rapport technique » publié en mai 2004 par ATMO Poitou-Charentes

- Qualité des données de mesure des pesticides et méthodes de mesure adoptées et validées (suite)

Rapport intitulé « Comportement des pesticides dans l'air en Poitou-Charentes » publié début 2004 publié en mai 2004 par ATMO Poitou-Charentes)

- Analyse par molécule de la pollution par les pesticides sur la région, détermination du comportement spatial et temporel des pesticides.

Voir également le **hors-série de notre périodique « vent d'ouest »** consacré à la pollution par les pesticides dans l'air en Poitou-Charentes, publié en mai 2004

C GLOSSAIRE

- AASQA : Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l’Air
- GC/MS : Chromatographie Gazeuse couplée à la Spectrométrie de Masse
- GC/MSMS : Chromatographie Gazeuse couplée à une Double Spectrométrie de Masse
- GRAP : Groupement Régional d’Action contre la Pollution par les Produits Phytosanitaires en Poitou-Charentes
- HPLC/DAD : Chromatographie Liquide couplée à un Détecteur à Barrettes de Diode
- INERIS : Institut National de l’Environnement Industriel et des Risques
- LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l’Air
- PM₁₀ : Particules fines de diamètre inférieur à 10 microns

D GENERALITES SUR LES PESTICIDES ET LEUR MESURE EN POITOU-CHARENTES

Contexte de l'étude des pesticides dans l'air en Poitou-Charentes

La France est le troisième plus gros utilisateur de pesticides dans le monde après les USA et le Japon. Par rapport aux autres régions françaises, la région Poitou-Charentes se distingue par une forte présence de l'agriculture et une grande hétérogénéité des zones agricoles.

Jusqu'à ces dernières années, la problématique des pesticides dans l'air en France était essentiellement étudiée par certains chercheurs, si bien que des données ont été obtenues dans quelques régions françaises (Bretagne, Alsace et région parisienne). La plupart de ces mesures concernait les eaux de pluie et peu s'intéressaient directement à l'air. De plus, des problématiques particulières étaient souvent étudiées, comme les phénomènes de transport de certains pesticides, leur volatilisation à partir du sol...

En Poitou-Charentes, si les pesticides sont surveillés dans les eaux par le GRAP (Groupement Régional d'Action contre la Pollution par les Produits phytosanitaires), aucune mesure n'avait encore été réalisée dans l'air.

ATMO Poitou-Charentes fait partie des premières Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) à s'être intéressée à cette problématique. Elle participe activement au groupe de travail national sur ce thème et a développé des collaborations avec les AASQA des régions voisines.

De nombreuses campagnes de mesure ont été réalisées sur la région depuis 2001 dans les villes de Surgères, La Rochelle, Cognac, Niort et Poitiers avec comme objectifs de caractériser la présence des pesticides dans l'air mais aussi de développer et de valider des méthodes de mesure fiables.

Définition et caractéristiques des pesticides

Un pesticide est une **substance chimique utilisée pour la destruction d'espèces animales ou végétales indésirables.**

Il existe trois grandes classes de pesticides : les **herbicides** (lutte contre les mauvaises herbes), les **fongicides** (lutte contre les champignons) et les **insecticides** (lutte contre les insectes).

Très hétérogènes du point de vue chimique, ils se répartissent en un grand nombre de familles chimiques.

Très utilisés pour la protection des végétaux (agriculture, jardins, espaces verts, plantes d'intérieur) ils servent également pour le traitement des routes, des voiries, des voies ferroviaires, des boiseries, des denrées et des animaux domestiques.

La contamination de l'air s'effectue selon trois processus principaux : la **dérive** lors du traitement, la **volatilisation** à partir du sol ou des plantes ainsi que par **l'érosion** éolienne. Ils peuvent ensuite être transportés, dégradés (lumière, réactions chimiques) ou déposés sur le sol.

Si la toxicité aiguë des pesticides est reconnue, leur toxicité chronique est en revanche plus controversée. On les suspecte toutefois de jouer un rôle dans le développement de cancers, de troubles de la reproduction ou de troubles neurologiques.

Les pesticides ne sont à l'heure actuelle **pas réglementés dans l'air ambiant**.

L'historique en Poitou-Charentes

Différents sites ont été échantillonnés en Poitou-Charentes afin de caractériser la présence de pesticides dans l'air et d'étudier les variations géographiques et temporelles des concentrations sur la région.

Les premières mesures ont été effectuées à **Surgères** en juin 2001 sur un site à la fois proche des cultures et des zones habitées. Cette étude s'est poursuivie de fin septembre à fin novembre 2001.

D'avril à juin 2002, les centre-villes de **La Rochelle** et de **Cognac** ont été étudiés. Ces sites se caractérisent par une forte densité de population ainsi qu'un éloignement de quelques kilomètres des cultures. Les variations de concentrations observées sont ainsi représentatives de zones agricoles beaucoup plus larges que pour des sites situés à proximité de cultures.

La durée des campagnes de mesure a ensuite été rallongée afin de mieux cibler les périodes de traitement et d'évaluer la persistance des pesticides dans l'air. De nouvelles mesures ont ainsi été réalisées sur **La Rochelle** et **Niort** d'août à décembre 2002. La campagne terminée à Niort en décembre 2002 a redémarré en mars 2003 pour se terminer fin juin.

Parallèlement, des campagnes de mesure ont été effectuées à **Poitiers** de mars à décembre 2003 sur le site périurbain, mais éloigné des cultures, des Couronneries.

Trois autres sites ont été étudiés sur Poitiers d'août à octobre 2003, afin de caractériser la répartition spatiale des pesticides sur l'agglomération et d'évaluer l'influence de la proximité agricole sur les concentrations en pesticides dans l'air.

E RAPPELS SUR LA METROLOGIE DES PESTICIDES DANS L'AIR

ATMO Poitou-Charentes, l'INERIS ainsi que d'autres AASQA participant au groupe de travail national ont retenu comme références les deux **méthodes américaines EPA TO-4A et EPA TO-10A** concernant la détermination des pesticides et des biphényles polychlorés dans l'air ambiant à l'aide de prélèvements respectivement haut-volumes et bas-volumes sur des mousses en polyuréthane, suivis de chromatographies gazeuses et de détections multiples. Ces méthodes traitent de l'ensemble des étapes de la mesure, allant du prélèvement à l'analyse.

D'un point de vue technique, une mesure de pesticides se décompose en plusieurs phases : le nettoyage préalable du matériel servant aux prélèvements et au conditionnement des échantillons, le prélèvement proprement dit, ainsi que le stockage et le transport des échantillons. Ces étapes, mis à part le conditionnement, sont effectuées par ATMO Poitou-Charentes. Les échantillons sont ensuite apportés pour analyse au laboratoire d'analyse Ianesco Chimie basé à Poitiers.

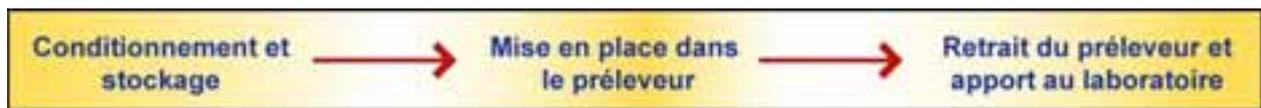


Figure 1 : parcours d'un échantillon de sa préparation à son analyse

Les deux préleveurs sélectionnés pour les mesures de pesticides dans l'air permettent d'effectuer des **prélèvements automatiques, à débit constant, sur filtres et mousses en polyuréthane**. En plus de données concernant les prélèvements, un certain nombre de paramètres météorologiques comme la température, la pression et l'humidité sont mesurés. L'air prélevé passe à travers une tête de prélèvement située à environ 2 mètres du sol au minimum. Il est ensuite dirigé sur un filtre permettant de piéger les pesticides présents en phase particulaire puis sur une mousse permettant de piéger les pesticides présents en phase gazeuse.

Le premier appareil utilisé est le **préleveur haut-volume Digitel DA80**, commercialisé par Megatec en France, dont le débit d'échantillonnage peut varier de 6 à 60 m³/h. Le second préleveur utilisé est le **préleveur moyen-volume R&P - Partisol**, commercialisé par Ecomesure en France, et dont le débit peut varier de 0.3 à 1,1 m³/h.

Equipés de **têtes de prélèvement PM₁₀**, les préleveurs DA80 et Partisol Plus nécessitent des débits d'échantillonnage respectifs de 30 m³/h et de 1 m³/h.

Si l'**échantillonneur haut-volume** prélève en **24 heures** environ 720 m³ d'air, l'échantillonneur moyen-volume nécessite des durées de prélèvement plus longues pour disposer de suffisamment de matière. Le **Partisol** a ainsi échantillonné sur des durées de **7 jours**.

Les prélèvements de la phase particulaire sont effectués sur des **micro-filtres en fibres de quartz** tandis que la fraction gazeuse est piégée sur des **mousses en polyuréthane**.

L'ensemble des supports de prélèvement filtres et mousses et du matériel entrant en contact avec les supports sont soumis à un nettoyage préalable, réalisé par Ianesco Chimie.

L'extraction des échantillons est effectuée au Soxhlet, dans un délai de 7 jours après la fin du prélèvement, par :

- 200 mL d'éther diéthylique / hexane (5/95) pendant 8 heures pour les échantillons moyen-volume
- 800 mL d'éther diéthylique / hexane (5/95) pendant 8 heures pour les échantillons haut-volume

L'extrait est ensuite séché, concentré sous vide puis sous courant d'azote à 10 mL puis divisé et concentré à un volume final variable selon les techniques analytiques mises en œuvre ; des étalons internes sont ajoutés.

Les extraits sont conservés à une température inférieure à 4°C jusqu'à l'analyse qui a lieu au plus tard 40 jours après l'extraction. **Les échantillons sont désormais analysés en GC/MSMS à la place de la GC/MS ou de la HPLC/DAD utilisés précédemment.**

Des **indicateurs de qualité de la mesure** (voir annexes) ont été élaborés pour chaque pesticide afin de synthétiser l'ensemble des tests réalisés par ATMO Poitou-Charentes mais aussi par d'autres organismes. Plusieurs étapes sont prises en compte dans la définition des indicateurs de qualité :

- Le **piégeage** sur les supports de prélèvement pour les différents préleveurs (tests de perçage)
- La **contamination** durant le parcours de l'échantillon (blancs terrain)
- Le taux de **récupération** à l'analyse
- L'**incertitude** de l'analyse (voir annexes)

L'objectif est de connaître le mieux possible la qualité des mesures pour chaque pesticide, afin d'adapter l'interprétation des résultats à la précision des données.

F LISTE DE PESTICIDES

Méthode de sélection

Environ 300 pesticides sont utilisés sur la région et il n'est pas possible de rechercher l'ensemble de ces composés dans l'air. La figure 2 présente les principaux critères retenus afin de sélectionner une liste caractéristique des utilisations régionales. Sont rajoutées à cette liste les molécules à étudier prioritairement au niveau national selon les travaux du LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air).

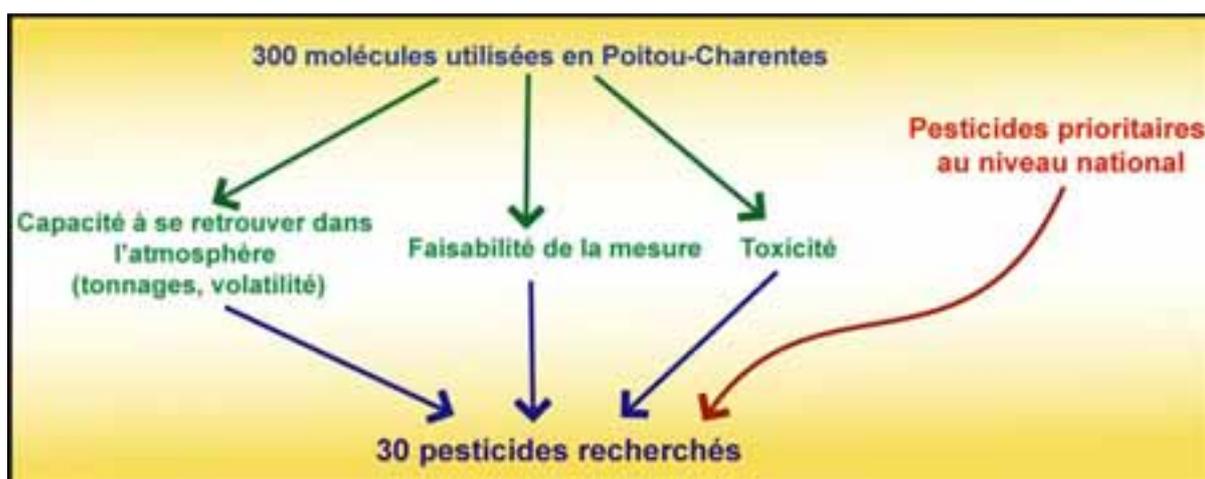


Figure 2 : mode de sélection d'une liste de pesticides à rechercher dans l'air ambiant en Poitou-Charentes

Concernant la volatilité des pesticides, la constante de Henry constitue l'indicateur utilisé pour la sélection des molécules. Concernant les quantités de pesticides utilisées, il s'agit premièrement des tonnages définis pour l'année 2000 lors de l'enquête sur l'utilisation des produits phytosanitaires réalisée par la FREDON Poitou-Charentes. Compte-tenu de l'ancienneté de ces données et de l'évolution importante des utilisations au cours de ces dernières années, ATMO Poitou-Charentes a aussi retenu des pesticides abondamment utilisés sur la région selon des experts des chambres d'agriculture de la région.

Cette liste évolue régulièrement dans une faible mesure afin de prendre en compte l'évolution des utilisations et d'être de plus en plus représentative des concentrations de pesticides dans l'air de la région. Ces données sont régulièrement réactualisées à partir de nos connaissances sur ces utilisations et les listes évoluent ainsi en conséquence.

Caractéristiques

La description ci-dessous concerne la liste étudiée fin 2002 - début 2003 qui a été utilisée pour la majorité des mesures diffusées dans ce rapport.

Cette liste contient une molécule pour 10 utilisées sur la région. Elle couvre 25% des utilisations en terme de tonnages.

En terme de nombre de molécules, **les proportions des trois principales classes de pesticides ont été très bien respectées puisque l'on a :**

- 47 % d'herbicides dans la liste (14 molécules) contre 45% sur la région (soit 120 molécules),
- 27% de fongicides dans la liste (8 molécules) contre 28% sur la région (soit 75 molécules),
- 27% d'insecticides dans la liste (8 molécules) contre 27% sur la région (soit 73 molécules),

En terme de quantité de produits utilisée, les fongicides sont moins bien représentés dans la liste que les utilisations régionales, tandis que les herbicides sont mieux représentés et les insecticides sont bien représentés. On a en effet :

- 85 % d'herbicides dans la liste (soit 663 256 t) contre 62% sur la région (soit 1 979 327 t),
- 12% de fongicides dans la liste (soit 96 538 t) contre 34% sur la région (soit 1 087 386 t),
- 3% d'insecticides dans la liste (soit 25 064 t) contre 4% sur la région (127 928 t)

Les herbicides choisis correspondent bien aux plus utilisés de la région, de même pour les insecticides (mais dans une moindre mesure), tandis que **le choix des fongicides s'avère moins pertinent en terme de quantités utilisées :**

- Les herbicides de la liste représentent environ 1/3 des quantités d'herbicides utilisées
- Les insecticides de la liste représentent environ 1/5 des quantités d'insecticides utilisées
- Les fongicides de la liste représentent environ 1/10 des quantités de fongicides utilisées

Le critère de quantité de produit utilisé n'était cependant pas le seul critère de sélection et d'autres paramètres comme la Constante de Henry, indicative de la volatilité du pesticide, et la Dose Journalière Admissible, indicative de la toxicité du pesticide, ont influencé le choix des molécules.

La liste de pesticides recherchée fin 2002 - début 2003 a évolué fin 2003. Quelques remarques concernant la nouvelle liste de pesticides recherchée :

- 2 fongicides fortement utilisés sur la région ont été rajoutés à la liste. Le folpel serait, en tonnages, le pesticide le plus abondamment utilisé sur la région. Son utilisation se limite toutefois aux cultures de type vigne et à l'arboriculture.
- Certaines molécules très peu ou pas retrouvées dans l'air jusqu'alors ont été substituées par d'autres, en fonction des critères de sélection habituels mentionnés en figure 2.

Liste fin 2002 - début 2003	Liste fin 2003 - 2004	kg utilisés en Poitou-Charentes en 2001
Herbicides		
Atrazine	Atrazine	125 647
Trifluraline	Trifluraline	106 176
Acéonifen	Acéonifen	99 801
Alachlore	Alachlore	98 256
Métolachlore	Métolachlore	77 346
Tébutame	Tébutame	69 099
Terbuthylazine	Terbuthylazine	31 937
Pendiméthaline	Pendiméthaline	29 096
	Diméthénamide	24 118
	Acétochlore	21 308
Métazachlore	Métazachlore	9 344
	Diclofop-méthyl	7 087
	Flurtamone	6 693
	Bromoxynil (ester, octanoate)	5 820
Simazine		5 143
Diflufenicanil	Diflufenicanil	3 974
Oxadiazon		3 620
	Bifenox	2 457
Clodinafop propargyl		2 431
Fenoxaprop-p-ethyl	Fenoxaprop-p-ethyl	1 386
Fongicides		
	Folpel	176 650
	Azoxystrobine	25 674
Cyprodinil	Cyprodinil	21 971
Fenpropimorphe	Fenpropimorphe	19 240
Chlorothalonil	Chlorothalonil	17 588
Epoxiconazole	Epoxiconazole	14 507
Flusilazole	Flusilazole	12 047
Tébuconazole	Tébuconazole	5 119
Kresoxim-méthyl	Kresoxim-méthyl	3 638
Hexaconazole	Hexaconazole	2 428
	Oxadixyl	144
	Tolyfluanid	0
Insecticides, acaricides		
	Carbofuran	24 433
Mercaptodiméthur		10 562
Chlorpyrifos ethyl		9 590
Cyperméthrine		3 494
	Lambda cyhalothrine	1 360
Endosulfan	Endosulfan	1 296
	Deltaméthrine	733
	Fenazaquin	455
Malathion		93
Dichlorvos	Dichlorvos	18
Parathion ethyl	Parathion ethyl	6
Lindane	Lindane	3
	Phosmet	0
Metabolites		
Lindane alpha		0

Tableau 1 : liste des molécules recherchées dans l'air ambiant en Poitou-Charentes de juin 2002 à décembre 2003 et tonnages utilisés en 2000

1 LES PESTICIDES A LA ROCHELLE

Le point de mesure de La Rochelle est très aéré et dégagé puisqu'il se situe sur la station urbaine de la Place de Verdun en plein centre-ville (voir figure 7). **La ville de La Rochelle est en bord de mer et par vents d'ouest ou de sud, il avait été montré que les concentrations en pesticides étaient quasiment nulles.** L'influence urbaine, ainsi que des îles est ainsi négligeable par rapport à l'influence des cultures lors de vents d'est et de nord. Les prélèvements ont cette fois-ci été réalisés lorsque les vents plaçaient le point de mesure sous l'influence des cultures. Ce mode d'échantillonnage explique ainsi le faible nombre de prélèvements en octobre – novembre, période où les vents n'étaient pas favorables à l'étude. Les principales cultures autour de La Rochelle sont les céréales et les oléo-protéagineux (colza, pois, tournesol).

Les résultats de mesure de pesticides à La Rochelle d'avril à juin 2002 ont déjà été présentés dans un précédent rapport. Les résultats ci-dessous concernent les **mesures effectuées du 20 août au 18 décembre 2002.**

Les concentrations cumulées en pesticides varient entre 0.7 et 5.4 ng/m³ du 20/08 au 18/12/2002 (voir figure 3), alors qu'elles variaient entre 1.5 et 4.6 ng/m³ du 9/04 au 25/06/2002. Les listes de pesticides mesurés sont cependant légèrement différentes. Les concentrations cumulées en pesticides sont faibles du 20 au 21/08/2002 avec 0.87 ng/m³ en moyenne. Elles deviennent ensuite plus élevées fin août - début septembre (avec des concentrations comprises entre 3 et 5.4 ng/m³) durant 3 semaines. Elles oscillent ensuite entre 0.9 et 3 ng/m³ jusqu'à début octobre pour ensuite rester sous la barre des 2 ng/m³ jusqu'à fin décembre.

Chaque prélèvement se caractérise par un mélange de 5 à 10 pesticides détectés (voir figure 3). Le nombre de pesticides détectés est moins important à l'automne qu'au printemps, ce qui peut être rapproché du fait qu'un moins grand nombre de traitements est réalisé à cette période. On constate une évolution parallèle du nombre de pesticides mesurés et de la concentration cumulée en pesticides.

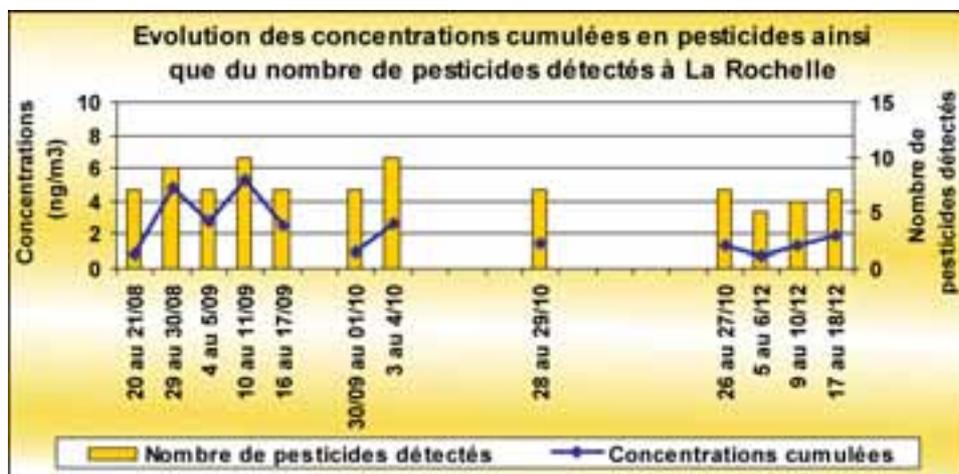


Figure 3 : évolution des concentrations cumulées en pesticides ainsi que du nombre de pesticides détectés à Niort

La figure 4 présente les concentrations moyennes et les fréquences de détection des pesticides mesurés à La Rochelle.

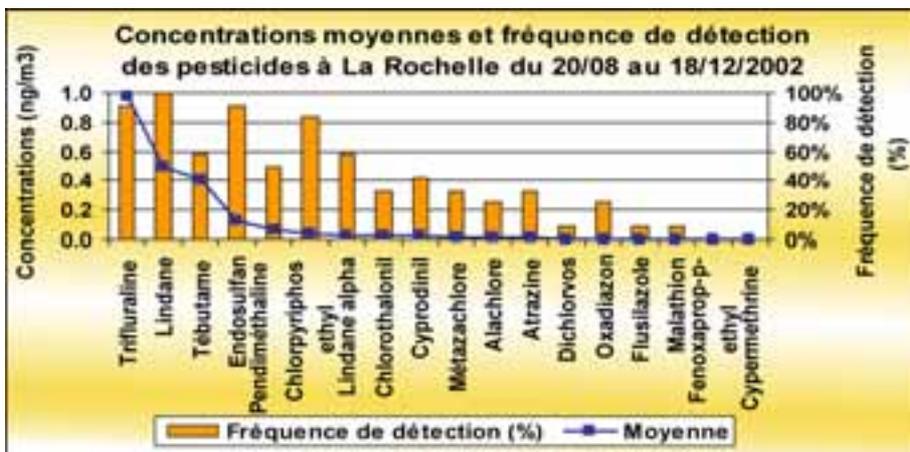


Figure 4 : concentrations moyennes et fréquence de détection des pesticides à La Rochelle du 20/08 au 18/12/2002

La figure 5 montre que parmi les pesticides mesurés dans l'air, **les herbicides sont généralement les plus abondants, suivis par les insecticides**. Très peu de fongicides ont été mesurés à La Rochelle du 20/08 au 18/12/2002. Mais les proportions de ces 3 classes varient en fonction de la période de mesure, avec notamment une réduction de la proportion d'herbicides au profit des insecticides sur le premier prélèvement effectué vers la mi-août et d'octobre à décembre 2003.

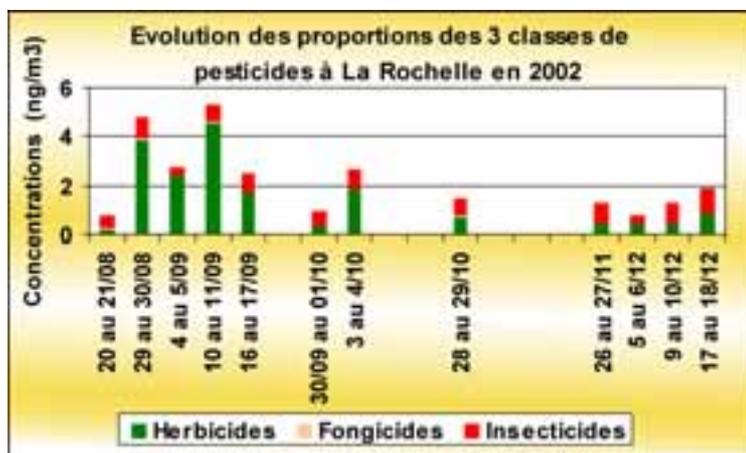


Figure 5 : évolution des proportions des 3 classes de pesticides à La Rochelle du 20/08 au 18/12/2002

16 pesticides ont été détectés au moins une fois dans l'air à La Rochelle du 20/08 au 18/12/2002 (voir tableau 2). Les figures ci-dessous décrivent plus précisément les évolutions de concentrations des principaux pesticides mesurés. **Ces pesticides proviennent pour l'essentiel d'utilisations agricoles autour de la ville. Les pesticides sont ainsi transportés des zones agricoles vers les zones urbaines.**

Certains pesticides très peu retrouvés dans l'air pourraient aussi être utilisés en milieu urbain par les particuliers (malathion, pendiméthaline). Les services de la ville de La Rochelle n'auraient pas

utilisé les pesticides qui ont été retrouvés dans l'air. Les principaux pesticides utilisés pour les traitements urbains par les services de la ville (routes, voiries, cimetières, parc floral, arbres et arbustes d'ornement, rosiers, espaces verts, terrains de sport...) n'ont pas été recherchés durant cette campagne.

D'autres pesticides ne sont actuellement plus ou très peu utilisés sur la région.

PRINCIPAUX PESTICIDES MESURES :

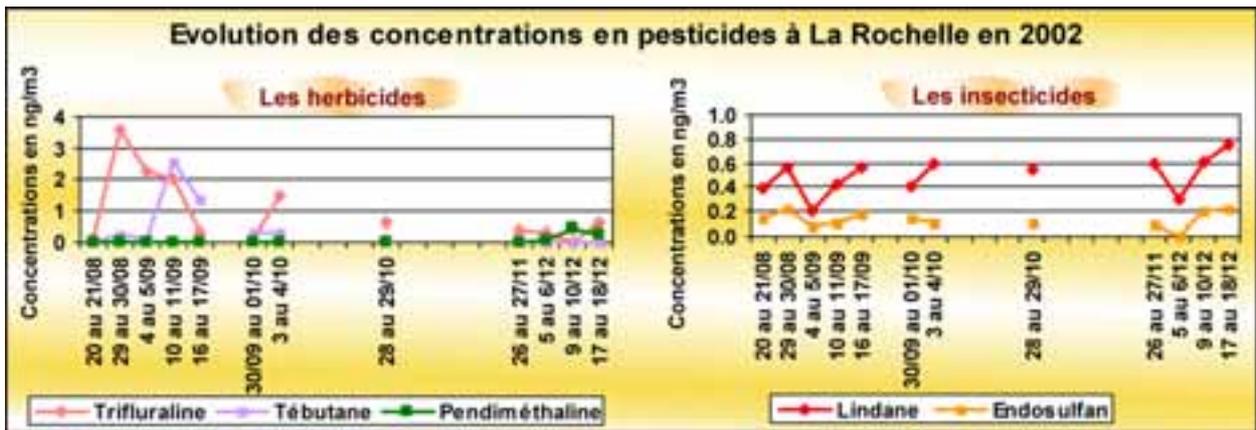


Figure 6 : évolution des concentrations en pesticides fin 2002 à La Rochelle

On retrouve des **herbicides**, avec par ordre décroissant de leurs concentrations moyennes : la **trifluraline** et le **tebutame** utilisés sur colza du 15/08 au 15/10 ainsi que la **pendiméthaline**. La pendiméthaline est très peu retrouvée dans l'air de septembre à novembre mais les concentrations sont à la hausse mi-décembre lors des traitements effectués sur céréales d'hiver. En dehors de ces traitements d'hiver, cette molécule est aussi utilisée au printemps du 15 mars au 15 mai. La trifluraline persiste dans l'air jusqu'à fin décembre alors que le tebutame disparaît plus rapidement de l'air.

Parmi les **insecticides**, on retrouve le **lindane** qui n'est plus utilisé en agriculture depuis 1998 et l'**endosulfan** utilisé sur colza en septembre-octobre. Les concentrations de lindane, qui oscillent entre 0.2 et 0.8 ng/m³ proviendraient de la revolatilisation de ce composé à partir de compartiments de l'environnement où il persisterait. Il s'agit en effet d'un composé très stable et persistant dans l'environnement. Les concentrations d'endosulfan ne dépassent pas 0.2 ng /m³. Ce composé serait très peu utilisé autour de La Rochelle. Il est de la même famille chimique que le lindane et leurs concentrations dans l'air évoluent sensiblement de la même manière. Sa présence dans l'air à La Rochelle pourrait être due à sa persistance dans l'environnement en plus des utilisations actuelles.

Les **fongicides** recherchés ne sont quasiment pas retrouvés dans l'air. Des traces de **chlorothalonil**, de **cyprodinil** et de **dichlorvos** ont cependant été mesurées à des concentrations inférieures à 0.1 ng/m³.

CONCLUSION :

Un certain nombre de pesticides sont retrouvés dans l'air en centre-ville de La Rochelle, provenant pour l'essentiel des traitements agricoles environnants mais pouvant également provenir d'utilisations par les particuliers pour quelques molécules. **Un transfert de pesticides a donc été mis en évidence des zones agricoles vers le centre-ville de La Rochelle.**

Chaque prélèvement se caractérise par un mélange complexe de pesticides qui évolue au cours du temps. Les molécules détectées sont moins nombreuses à l'automne qu'elles ne l'étaient au printemps mais les concentrations cumulées en pesticides sont voisines sur ces 2 périodes.

Les pesticides mesurés proviennent soit d'utilisations pendant la période de mesure, soit de la volatilisation des pesticides quelques semaines après leur utilisation ou encore de leur persistance importante dans l'environnement.

	20 au 21/08	29 au 30/08	4 au 5/09	10 au 11/09	16 au 17/09	30/09 au 01/10	3 au 4/10	28 au 29/10	26 au 27/11	5 au 6/12	9 au 10/12	17 au 18/12
PESTICIDES LES PLUS ABONDAMMENT RETROUVES DANS L'ATMOSPHERE												
Trifluraline	0.14	3.59	2.25	2.01	0.31	0.05	1.44	0.60	0.35	0.33		0.58
Lindane	0.39	0.56	0.20	0.42	0.56	0.41	0.60	0.54	0.59	0.30	0.61	0.74
Tébutane		0.24	0.10	2.52	1.31	0.27	0.30	0.12				
Endosulfan	0.14	0.23	0.08	0.11	0.16	0.14	0.11	0.11	0.09		0.21	0.22
Pendiméthaline	0.02		0.02				0.01			0.09	0.40	0.24
PESTICIDES DONT LES CONCENTRATIONS NE DEPASSENT PAS 0.1 NG/M³												
Chlorpyrifos éthyl		0.07	0.02	0.03		0.03	0.04	0.03	0.10	0.02	0.04	0.05
alpha-HCH	0.09	0.07		0.03				0.03	0.05		0.06	0.04
Chlorothalonil	0.06	0.07	0.07	0.05								
Cyprodinil								0.04	0.07	0.03	0.06	0.05
Métazachlore				0.03	0.09	0.03	0.06					
Alachlore						0.03	0.05		0.05			
Atrazine	0.03	0.02			0.02		0.01					
Dichlorvos				0.06								
Oxadiazon		0.01			0.02		0.01					
Flusilazole				0.03								
Malathion								0.03				
Aclonifen												
Clodinafop propargyl												
Cyperméthrine												
Dilufénicanil												
Epoxiconazole												
Fenoxaprop-p-éthyl												
Fenpropimorphe												
Hexaconazole												
Kresoxim methyl												
Mercaptodiméthur												
Métalochlore												
Parathion méthyl												
Simazine												
Tébuconazole												
Terbuthylazine												

Tableau 2 : résultats des mesures de pesticides à La Rochelle d'août à décembre 2002 en ng/m³
(les cases vides signifient que les pesticides n'ont pas été détectés)

MESURES A LA ROCHELLE D'AOUT A DECEMBRE 2002



CARACTERISTIQUES DU SITE

Description :	Place de Verdun, à côté de la station de mesure, site dégagé, en plein centre-ville
Type :	Urbain, éloigné des cultures, proche de la mer
Exposition :	Site sous les vents des cultures par vents d'est ou de nord. Par vents d'ouest, influence possible des îles de Ré et d'Oléron

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES PRELEVEMENTS

Préleveur :	DA80 Mégatec
Débit :	30 m ³ /h
Tête de prélèvement :	PM ₁₀ (particules inférieures à 10 µm)
Supports de prélèvement :	Filtres en quartz 150 mm Schleicher et Schuell Bouchon en mousse de polyuréthane pour PUF-ACCU 25*50 mm Bouchon en mousse de polyuréthane pour PUF-ACCU 50*50 mm
Durée des prélèvements :	24 heures
Fréquence :	1 mesure par semaine, mise en place les lundi, mardi, mercredi ou jeudi en fonction des vents

REMARQUES

- Le prélèvement du 20 au 21/08 est composé de 24 heures de prélèvements les 20 et 21/08 ainsi que de 3 heures de prélèvements le 19/08 (appareil arrêté au bout de 3 heures et relancé le lendemain pour 24 heures)
- Suite à la perte du fichier de données du DA80, les volumes servant au calcul des concentrations ont été estimés à partir des durées d'échantillonnage pour les échantillons du 04 au 05/09 et du 28 au 29/10
- Les blancs terrains des 29 au 30/08, 28 au 29/10 et 17 au 18/12 montrent la présence de 2 pesticides à des concentrations de :
 - o 0.10, 0.10 et 0.25 ng/m³ respectivement pour le lindane
 - o 0.04, 0.03 et 0.17 ng/m³ respectivement pour la trifluraline
- Réalisation de tests de perçages pour l'échantillon du 16 au 17/09

Figure 7 : récapitulatif de la campagne de mesure effectuée à La Rochelle d'avril à juin 2002

2 LES PESTICIDES A NIORT

Le point de mesure de Niort se situe en centre-ville, sur le parvis de l'hôtel de ville (voir figure 13). Le bâtiment de l'hôtel de ville est proche du point de mesure mais son influence sur les concentrations mesurées est vraisemblablement négligeable. Les principales cultures autour de Niort sont les céréales et les oléo-protéagineux.

Les résultats ci-dessous concernent les **mesures effectuées du 21 août 2002 au 1^{er} juillet 2003**. Les **concentrations cumulées en pesticides varient entre 1 et 24 ng/m³**, avec deux prélèvements qui dépassent 10 ng/m³ en septembre 2002. **Chaque prélèvement se caractérise par un mélange de 4 à 18 pesticides**.

Le nombre de pesticides détecté est généralement plus important au printemps qu'à l'automne, ce qui peut être rapproché du fait qu'un plus grand nombre de traitements est réalisé au printemps.

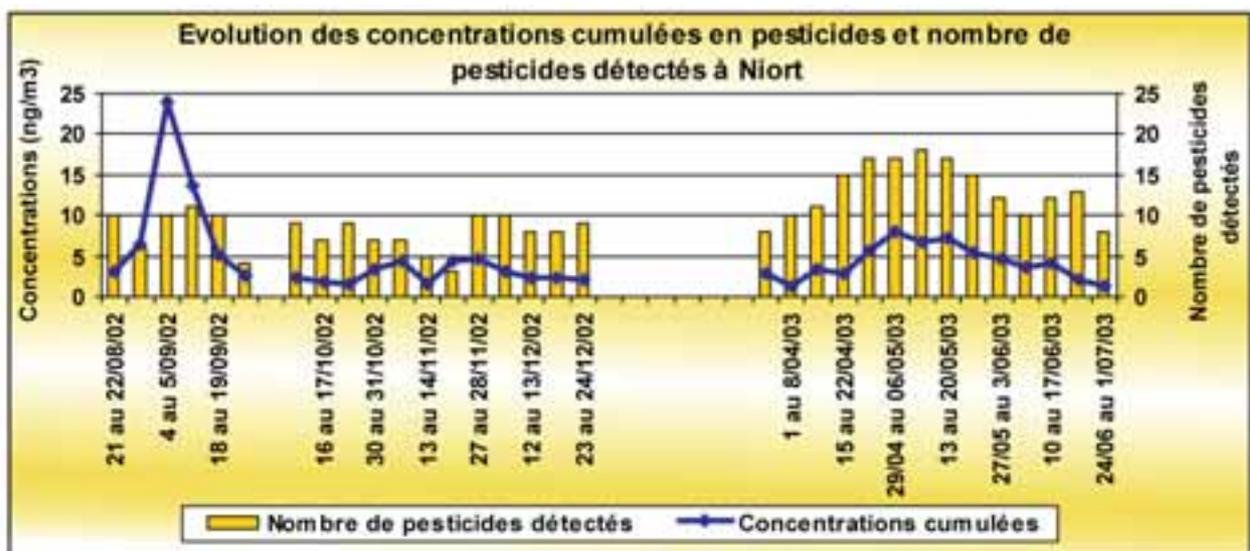


Figure 8 : évolution des concentrations cumulées en pesticides ainsi que du nombre de pesticides détectés à Niort

La figure 9 présente les concentrations moyennes et les fréquences de détection des pesticides mesurés à Niort au cours des deux campagnes de mesure. On retrouve le fait qu'un plus grand nombre de pesticides se retrouve dans l'air au premier semestre 2003 en comparaison au second semestre 2002. Les concentrations moyennes par campagne, les plus élevées, ont cependant été observées pour 2 pesticides au second semestre 2002 (tebutame et trifluraline). Les proportions moyennes des différents pesticides diffèrent en fonction des campagnes de mesure.

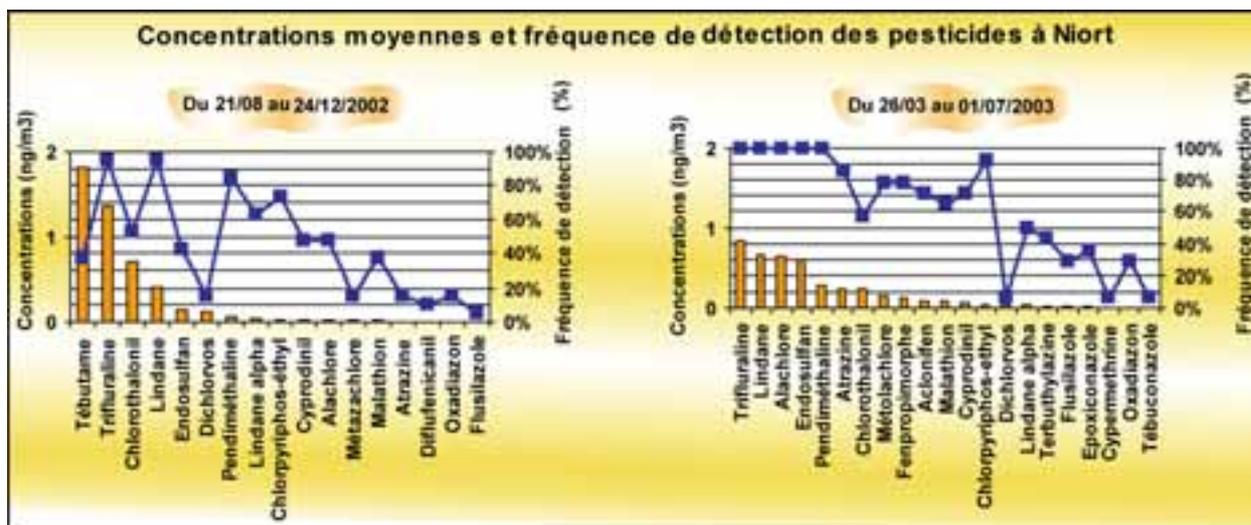


Figure 9 : concentrations moyennes et fréquence de détection des pesticides à Niort du 21/08 au 24/12/2002 et du 26/03 au 01/07/2003

Les figures ci-dessous montrent que parmi les pesticides mesurés dans l'air, les herbicides sont généralement les plus abondants, suivis par les insecticides et les fongicides. Mais les proportions de ces 3 classes varient en fonction de la période de mesure, avec notamment une moindre proportion d'herbicides d'octobre à décembre 2002 et en juin et juillet 2003.

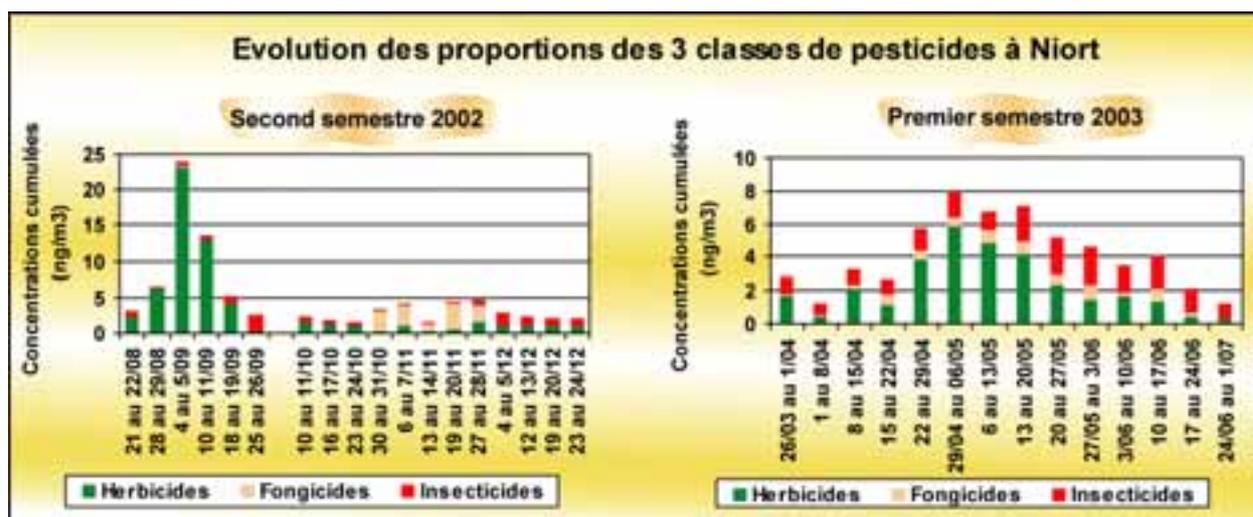


Figure 10 : évolution des proportions des 3 classes de pesticides à Niort

24 pesticides ont été détectés au moins une fois dans l'air à Niort en 10 mois de mesures. Les figures ci-dessous décrivent plus précisément les évolutions des concentrations des principaux pesticides mesurés. Ces pesticides proviennent pour l'essentiel d'utilisations agricoles autour de la ville. Certains pesticides seraient aussi utilisés en milieu urbain par les particuliers (malathion, pendiméthaline). Les services de la ville de Niort n'auraient pas utilisé les pesticides qui ont été retrouvés dans l'air. Les principaux pesticides utilisés pour les traitements urbains par les services de la ville (routes, voiries, cimetières, parc floral, arbres et arbustes d'ornement, rosiers, espaces verts, terrains de sport...) n'ont pas été recherchés durant cette campagne. Les pesticides mesurés sont ainsi essentiellement transportés des zones agricoles vers les zones urbaines. D'autres ne sont actuellement plus ou très peu utilisés sur la région.

Principaux pesticides mesurés de fin mars à début juillet 2003 :

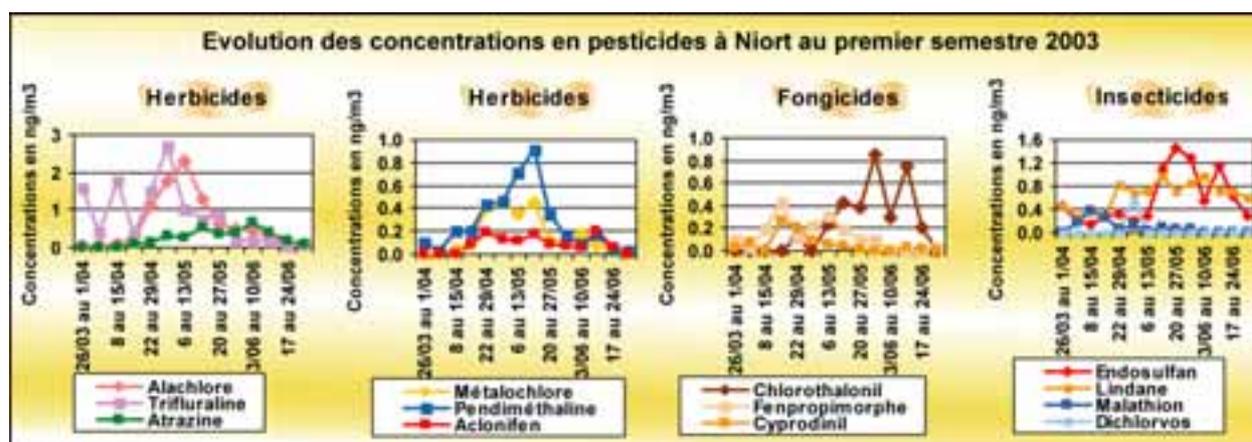


Figure 11 : évolution des concentrations en pesticides début 2003 à Niort

On retrouve des **herbicides**, avec par ordre décroissant de leurs concentrations moyennes : la **trifluraline** (tournesol), l'**alachlore** (maïs), la **pendiméthaline** (pois, blé et maïs), l'**atrazine** et le **metolachlore** (maïs) et l'**aclonifen** (pois et tournesol). Ces herbicides sont épandus sur les cultures du 15/03 au 15/05 mais on les mesure encore dans l'air à des concentrations plus faibles plus d'un mois après leur période d'épandage. On les retrouve le plus abondamment dans l'air de fin avril - début mai.

Parmi les **fongicides**, on retrouve en plus grande quantité le **chlorothalonil** utilisé sur pois et blé en mai, puis le **fenpropimorphe** utilisé sur blé, orge et tournesol d'avril à juillet et enfin le **cyprodinil** utilisé sur céréales début avril. La encore, on observe une certaine persistance des pesticides dans l'atmosphère.

Concernant les **insecticides**, on retrouve par ordre décroissant des concentrations moyennes : le **lindane** qui est interdit d'utilisation depuis 1998 en agriculture, l'**endosulfan** qui est essentiellement utilisé sur pois et colza d'avril à juin pendant la période de mesure ainsi que le **dichlorvos** et le **malathion**, très peu utilisés sur la région en agriculture. Ces deux derniers composés n'ont été retrouvés dans l'air que peu fréquemment et à de faibles concentrations. Le lindane serait toujours présent dans l'air du fait de sa grande persistance dans les différents compartiments de l'environnement et de sa re-volatilisation dans l'air.

Le malathion et la pendiméthaline pourraient aussi provenir d'utilisations urbaines, notamment par les particuliers.

Principaux pesticides mesurés de mi-août à fin décembre 2002 :

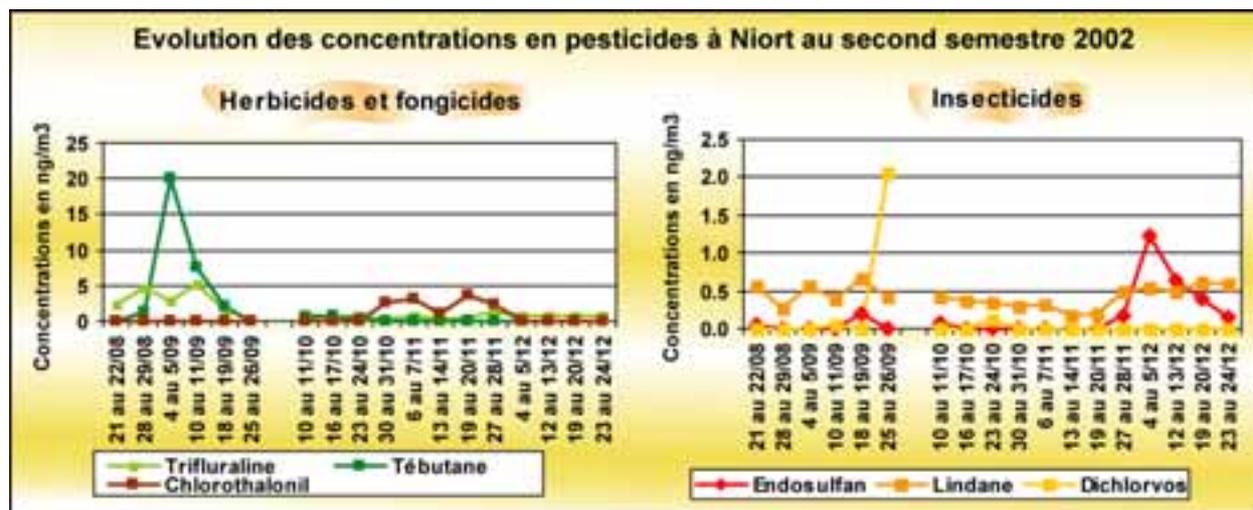


Figure 12 : évolution des concentrations en pesticides fin 2002 à Niort

Le nombre de pesticides mesuré est nettement moins important à cette période que durant le premier semestre 2003, mais les concentrations cumulées de pesticides sont aussi importantes.

2 **herbicides** utilisés sur colza du 15/08 au 15/10 sont retrouvés : le **tebutame**, dont les concentrations atteignent 20 ng/m^3 sur un prélèvement, et la **trifluraline**, dont les concentrations atteignent 5 ng/m^3 , mais qui persiste dans l'air jusqu'à fin décembre à des concentrations proches de 1 ng/m^3 .

Le **chlorothalonil** est le seul **fongicide** mesuré à l'automne et il n'est utilisé en agriculture qu'au printemps sur pois et céréales. Nous ne pouvons pas expliquer l'augmentation des concentrations en novembre par les utilisations agricoles.

Concernant les **insecticides**, on observe pour l'**endosulfan** un léger décalage avec les utilisations agricoles puisque les concentrations augmentent en décembre alors qu'il est utilisé en septembre-octobre et de fin janvier à février sur colza. L'endosulfan est cependant très peu utilisé sur la région, et sa présence dans l'atmosphère pourrait aussi provenir, comme le **lindane**, de sa revolatilisation à partir de l'environnement, où il y serait également persistant, et non d'utilisations actuelles. Le lindane est présent à environ 0.4 ng/m^3 de moyenne pendant toute la période et le **dichlorvos** présente un pic de concentration sur une mesure fin septembre que nous ne savons expliquer.

Conclusion :

On retrouve dans l'air en centre-ville de Niort une grande diversité de pesticides provenant pour l'essentiel des traitements agricoles environnants mais pouvant également provenir, pour certaines molécules, d'utilisations par les particuliers. **Un transfert de pesticides, en provenance des zones agricoles, vers le centre-ville de Niort, a donc été mis en évidence.**

Chaque prélèvement se caractérise par un mélange complexe de pesticides qui évolue au cours du temps.

Les molécules détectées sont plus nombreuses au printemps qu'à l'automne mais les concentrations cumulées en pesticides sont voisines sur ces 2 périodes.

Les pesticides mesurés proviennent soit d'utilisations pendant la période de mesure, soit de la volatilisation des pesticides quelques semaines après leur utilisation, ou encore de leur persistance beaucoup plus importante dans l'environnement.

	21 au 22/08	28 au 29/08	4 au 5/09	10 au 11/09	18 au 19/09	25 au 26/09	10 au 11/10	16 au 17/10	23 au 24/10	30 au 31/10	6 au 7/11	13 au 14/11	19 au 20/11	27 au 28/11	4 au 5/12	12 au 13/12	19 au 20/12	23 au 24/12
PESTICIDES LES PLUS ABONDAMMENT RETROUVES DANS L'ATMOSPHERE																		
Tébutane (h)		1.40	20.15	7.48	2.18		0.41	0.78	0.21									<=0.24
Trifluraline (h)	2.29	4.70	2.87	5.30	1.61	0.14	1.12	0.53	0.76	0.36	0.88	0.14	0.61	1.22	0.85	0.73	0.83	0.82
Chlorothalonil (f)	0.11	0.05	0.07	0.05						2.69	3.00	1.16	3.59	2.44	0.08			
Lindane (i)	0.55	0.27	0.56	0.39	0.67	0.41	0.42	0.37	0.34	0.29	0.32	0.18	0.21	0.48	0.55	0.49	0.62	0.59
Endosulfan (i)	0.06				0.21		0.07							0.17	1.22	0.63	0.40	0.15
Dichlorvus (i)				0.05		2.06			0.13									
Pendiméthaline (h)	0.02	0.03	0.01	0.04	0.09	0.02	0.04	0.02	0.03		0.07			0.22	0.05	0.24	0.18	0.21
PESTICIDES DONT LES CONCENTRATIONS NE DEPASSENT PAS 0.12 NG/M³																		
Alpha-HCH	0.02		0.07	0.03					0.08	0.03	0.07	0.03		0.05	0.06	0.10	0.06	0.11
Chlorpyrifos éthyl (i)	0.08	0.02		0.02	0.06		0.11	0.03	0.03	0.03	0.01			0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
Cyprodinil (f)							0.02		0.05	0.03	0.01			0.05	0.10	0.06	0.07	0.04
Alachlore (h)			0.11	0.02	0.08			0.02	0.03					0.05	0.06	0.03	0.03	
Métazachlore (h)			0.09	0.13	0.19													
Malathion (i)	0.04			0.05	0.05		0.08					0.03			0.04			0.08
Atrazine (h)	0.02		0.02				0.03											
Diflufenicanil (h)														0.04				0.03
Oxadiazon (h)			0.02		0.02			0.02										
Flusilazole (f)	0.02																	
Métolachlore																		
Fenpropiormorphe																		
Aclonifen																		
Terbutylazine																		
Epoxiconazole																		
Cyperméthrine																		
Tébuconazole																		
Clodinafop propargyl																		
Fénoxaprop-p-éthyl																		
Hexaconazole																		
Kresoxim methyl																		
Mercaptodiméthur																		
Parathion méthyl																		
Simazine																		

Tableau 3 : résultats des mesures de pesticides à Niort d'août à décembre 2002 en ng/m³

(les cases vides signifient que les pesticides n'ont pas été détectés)

	26/03 au 1/04	1 au 8/04	8 au 15/04	15 au 22/04	22 au 29/04	29/04 au 06/05	6 au 13/05	13 au 20/05	20 au 27/05	27/05 au 3/06	3/06 au 10/06	10 au 17/06	17 au 24/06	24/06 au 1/07
PESTICIDES LES PLUS ABONDAMMENT RETROUVES DANS L'ATMOSPHERE														
Trifluraline (h)	1.57	0.40	1.78	0.36	1.50	2.69	1.03	0.74	0.83	0.16	0.19	0.17	0.04	0.07
Lindane (i)	0.45	0.29	0.38	0.29	0.82	0.69	0.72	0.97	0.72	0.86	0.97	0.71	0.71	0.59
Alachlore (h)	0.02	0.02	0.08	0.26	1.12	1.75	2.29	1.28	0.63	0.49	0.46	0.33	0.10	0.08
Endosulfan (i)	0.46	0.20	0.15	0.29	0.31	0.19	0.29	1.08	1.46	1.30	0.55	1.16	0.63	0.30
Pendiméthaline (h)	0.10	0.03	0.21	0.21	0.44	0.46	0.72	0.91	0.35	0.16	0.09	0.18	0.04	0.03
Atrazine (h)		0.02		0.07	0.15	0.32	0.28	0.52	0.35	0.41	0.64	0.39	0.18	0.11
Chlorothalonil (f)					0.12		0.24	0.42	0.38	0.86	0.29	0.74	0.21	
Métolachlore (h)			0.04	0.08	0.40	0.46	0.34	0.44	0.11	0.11	0.18	0.08	0.02	
Fenpropimorphe (f)	0.10	0.02	0.19	0.42	0.12	0.22	0.31	0.19	0.10	0.10				0.02
Acronifen (h)				0.09	0.19	0.13	0.12	0.17	0.08	0.08	0.06	0.21	0.06	
Malathion (i)		0.16	0.38	0.25	0.05	0.10	0.03	0.08	0.07	0.06				
Cyprodinil (f)	0.02	0.08		0.27	0.20	0.09	0.06	0.05	0.02			0.02	0.02	
Chlorpyrifos éthyl (i)	0.07		0.02	0.01	0.04	0.04	0.07	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07
Dichlorvos (i)						0.57								
PESTICIDES DONT LES CONCENTRATIONS NE DEPASSENT PAS 0.15 NG/M³														
Alpha-HCH			0.07	0.05		0.10	0.07	0.10	0.07					0.03
Terbutylazine (h)			0.03	0.04	0.08	0.08	0.05	0.04						
Flusilazole (f)					0.04	0.14	0.07	0.07						
Epoconazole (f)				0.04	0.06	0.06	0.09	0.05						
Cyperméthrine (i)					0.13									
Oxadiazon (h)		0.01					0.02					0.03	0.02	
Tébuconazole (f)									0.07					
Tébutane														
Métazachlore														
Diflufenical														
Clodinafop propargyl														
Fénoxaprop-p-éthyl														
Hexaconazole														
Kresoxim methyl														
Mercaptodiméthur														
Parathion méthyl														
Simazine														

Tableau 4 : résultats des mesures de pesticides à Niort de mars à juillet 2003 en ng/m³
(les cases vides signifient que les pesticides n'ont pas été détectés)

MESURES A NIORT D'AOUT 2002 A JUIN 2003



CARACTERISTIQUES DU SITE

Description :	Sur le parvis de l'hôtel de ville, en plein centre-ville
Type :	Urbain, éloigné des cultures
Dégagement :	Site bien dégagé sur 180°, proximité de l'hôtel de ville

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES PRELEVEMENTS

Préleveur :	Partisol au printemps-été 2003	DA80 en été-automne 2002
Débit :	1 m ³ /h	30 m ³ /h
Tête de prélèvement :	PM ₁₀ (particules inférieures à 10 µm)	
Supports de prélèvement :	Filtres en quartz 150 mm Schleicher et Schuell Filtres en quartz 47 mm Pall Gelman Bouchon en mousse de polyuréthane pour PUF-ACCU 25*50 mm Bouchon en mousse de polyuréthane pour PUF-ACCU 50*50 mm Bouchon en mousse de polyuréthane pour PUF-ACCU 80*200 mm	
Durée des prélèvements :	7 jours	24 heures
Fréquence :	1 mesure par semaine	

REMARQUES

- Suite à la perte du fichier de données du DA80, les volumes servant au calcul des concentrations ont été estimés à partir des durées d'échantillonnage pour les échantillons du 10 au 11/09, du 16 au 17/10 et du 13 au 14/11 en 2002.
- Tests de répétabilité de la mesure du 16 au 20/09/2002 (mise en parallèle pendant 4 jours de 2 DA80) non présentés dans le tableau ci-contre. Réalisation de tests de perçage pour l'échantillon du 4 au 5/09
- Légère contamination de certains blancs terrains effectués (en ng/m³) :

	Lindane	Trifluraline	Chlorpyrifos éthyl
Du 4 au 5/09/02	0.06		
Du 18 au 19/09/02 (*2)			
Du 23 au 24/10/02	0.14	0.08	0.02
Du 14 au 22/04/03			
Du 27/05 au 3/06/03	0.02		

Figure 13 : récapitulatif de la campagne de mesure effectuée à Niort d'août 2002 à juillet 2003

3 LES PESTICIDES A POITIERS

Le point de mesure se situe sur le site péri-urbain des Couronneries, à Poitiers, dans la cours de la ludothèque où se situe la station de mesure automatique d'ATMO Poitou-Charentes (voir figure 19). Le site est bien dégagé, représentatif d'une grande zone agricole et éloigné des cultures les plus proches d'environ 1 km. Les principales cultures autour de Poitiers sont les céréales et les oléo-protéagineux.

Les résultats ci-dessous concernent les **mesures effectuées du 26 mars au 16 décembre 2003 sur le site des Couronneries à Poitiers**. La liste de pesticides recherchée a été légèrement modifiée à partir du mois de septembre 2003.

Les concentrations cumulées en pesticides varient entre 0.5 et 15 ng/m³, avec un seul prélèvement qui dépasse 10 ng/m³ en septembre 2002. Chaque prélèvement se caractérise par un mélange de 3 à 15 pesticides. Le nombre de pesticides détecté est généralement plus important au printemps qu'à l'automne, ce qui peut être rapproché du fait qu'un plus grand nombre de traitements est réalisé au printemps.

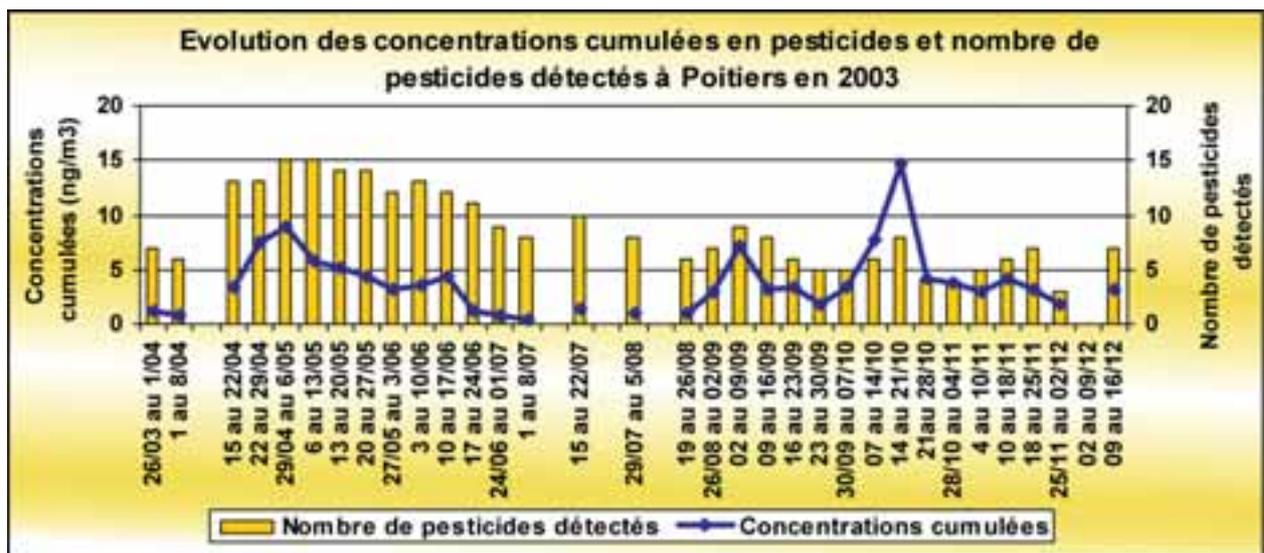


Figure 14 : évolution des concentrations cumulées en pesticides ainsi que du nombre de pesticides détectés à Poitiers

Les concentrations moyennes et les fréquences de détection des pesticides mesurés à Poitiers durant les deux campagnes de mesure sont présentées dans la figure 15. On retrouve le fait que l'on mesure dans l'air un plus grand nombre de pesticides au premier semestre 2003 en comparaison au second semestre 2003. La concentration moyenne par campagne, la plus élevée, a cependant été observée pour la trifluraline au second semestre 2003. Les proportions moyennes des différents pesticides diffèrent entre les campagnes de mesure.

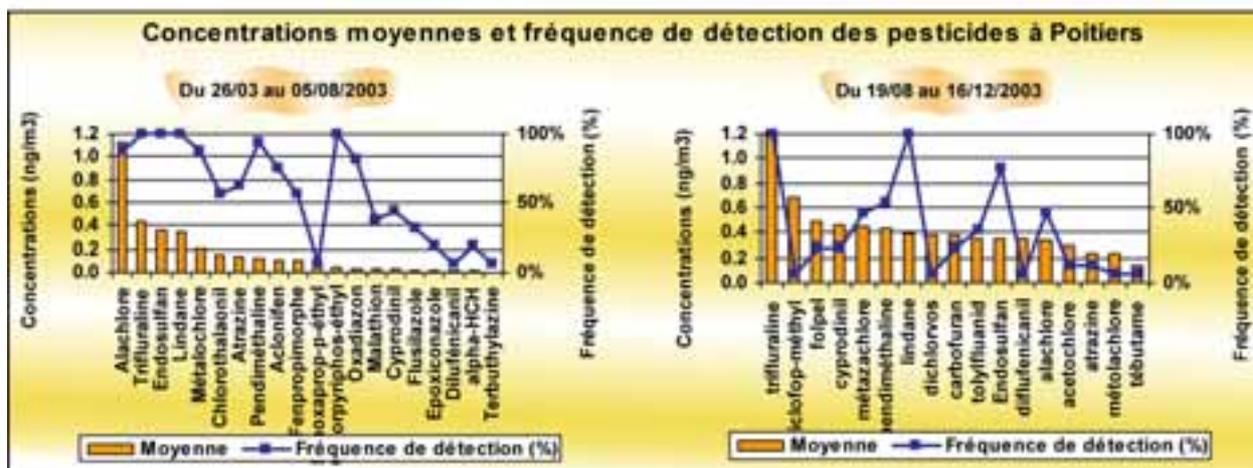


Figure 15 : concentrations moyennes et fréquence de détection des pesticides à Poitiers

La figure 16 montre que **parmi les pesticides mesurés dans l'air à Poitiers, les herbicides sont généralement les plus abondants, suivis par les insecticides et les fongicides**. Les proportions de ces 3 classes varient cependant en fonction de la période de mesure, avec notamment une plus forte proportion d'herbicides de fin avril à début juin ainsi qu'en octobre-novembre. Ces périodes sont nettement décalées par rapport aux principales dates d'utilisation des herbicides (15/03 - 15/05 et 15/08 - 15/10). Très peu de fongicides sont retrouvés au second semestre 2003, ce qui est cohérent avec le fait que ces derniers ne sont utilisés qu'au printemps.

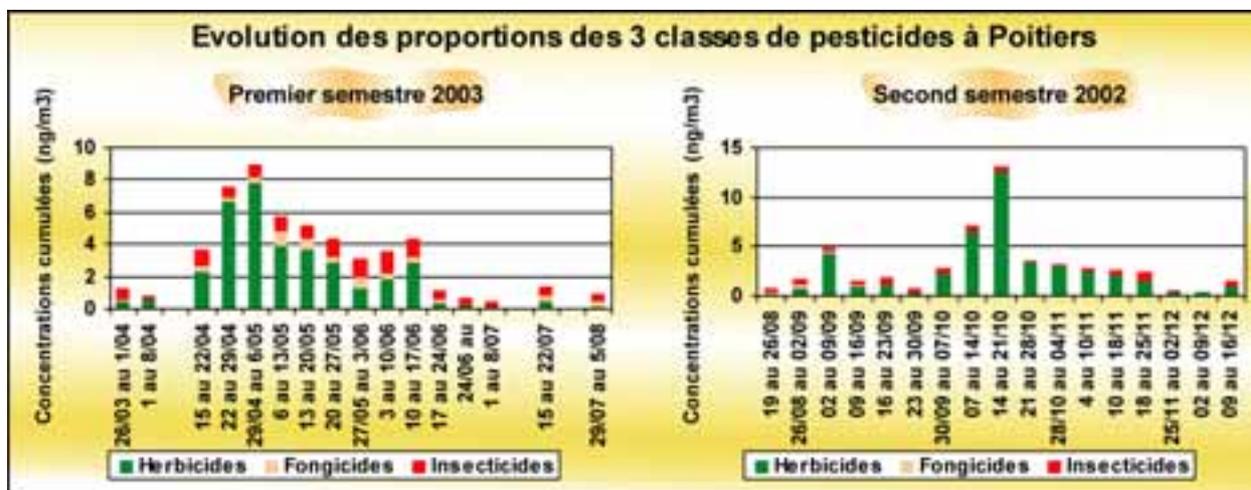
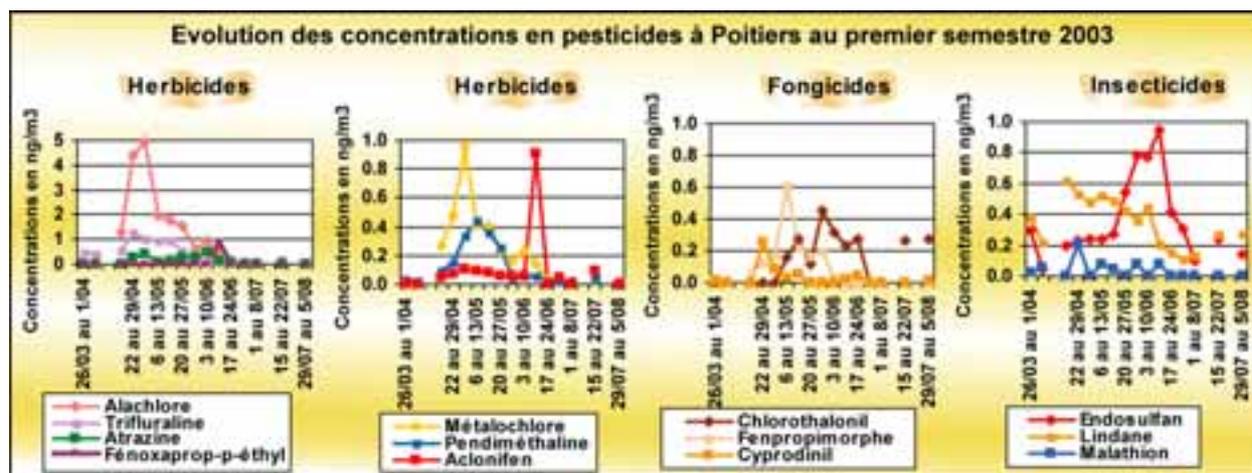


Figure 16 : Evolution des proportions des 3 classes de pesticides à Poitiers

Principaux pesticides mesurés de fin mars à début août 2003 :



On retrouve des **herbicides**, avec par ordre décroissant de leurs concentrations moyennes : l'**alachlore** (maïs), la **trifluraline** (tournesol), le **métolachlore** et l'**atrazine** (maïs), la **pendiméthaline** (pois, blé et maïs), l'**aclonifen** (pois et tournesol) et le **fenoxaprop-p-éthyl** (blé) (voir figures 14 et 15). Ces herbicides sont épandus sur les cultures du 15/03 au 15/05. On les retrouve les plus abondamment dans l'air pendant leur période d'utilisation fin avril - début mai mais on les mesure encore dans l'air à des concentrations un peu plus faibles plus d'un mois après leur période d'épandage.

Parmi les **fongicides**, on retrouve, par ordre décroissant de leurs concentrations moyennes, le **chlorothalonil** (pois et blé en mai), le **fenpropimorphe** (blé, orge et tournesol d'avril à juillet), le **cyprodinil** (céréales début avril) et le **flusilazole**. Le **chlorothalonil** est toujours présent durant les mois de juin, juillet et août bien au delà de sa période d'utilisation en grandes cultures.

Concernant les **insecticides**, l'**endosulfan** (pois et colza d'avril à juin) et le **lindane** (pas utilisé en agriculture depuis 1998) sont présents à des concentrations voisines. Le **malathion**, très peu utilisé sur la région et autour de Poitiers en agriculture pourrait provenir d'utilisations urbaines. Il est présent à de très faibles concentrations dans l'air sur la période du 26/03 au 05/08/2003.

Principaux pesticides mesurés de mi août à mi décembre 2003 :

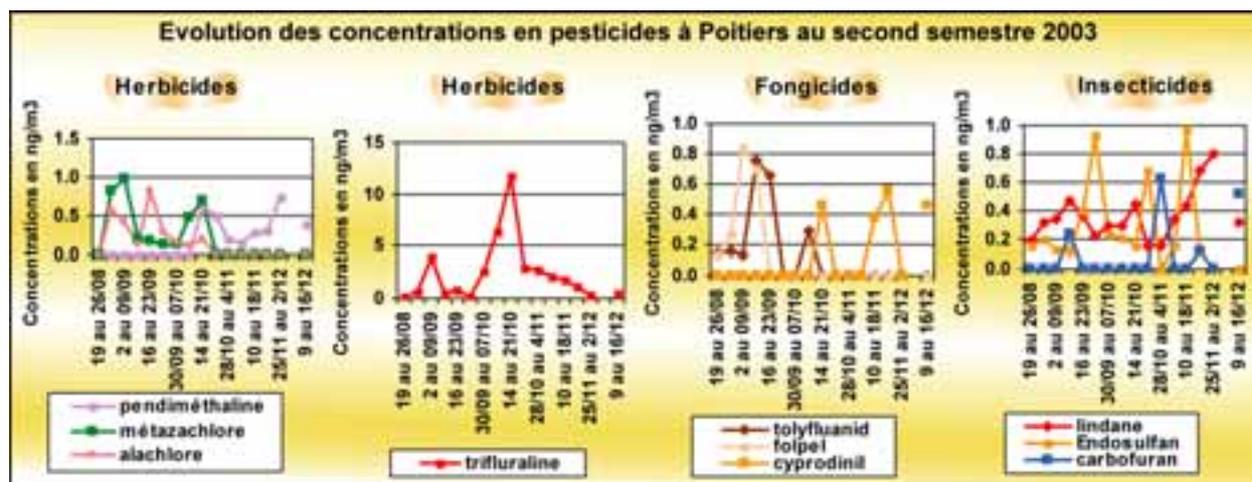


Figure 18 : évolution des concentrations en pesticides fin 2003 à Poitiers

La **trifluraline** est le pesticide le plus abondamment retrouvé dans l'air à l'automne 2003. Il est utilisé du 15/03 au 15/05 comme **herbicide** du tournesol et du 15 août au 15 octobre comme herbicide du colza. Ses concentrations atteignent un maximum de 12 ng/m^3 en fin de période de traitement du colza. Elle persiste ensuite dans l'air à des concentrations de plus en plus faibles jusqu'à la fin de la campagne de mesure. Les autres herbicides mesurés sont présents à des concentrations toujours inférieures à 1 ng/m^3 .

On retrouve un herbicide, utilisé sur les cultures de colza, le **metazachlore**, qui est beaucoup moins utilisé que la trifluraline, et dont la persistance dans l'air est moins importante. L'augmentation des concentrations en **pendiméthaline** en fin d'année peut être reliée aux traitements herbicides réalisés sur céréales d'hiver en fin d'année. La pendiméthaline pourrait aussi provenir d'utilisations par les particuliers.

Les concentrations d'insecticides et de fongicides mesurés restent inférieures à 1 ng/m^3 . Concernant les **fongicides**, le **cyprodinil** ne serait à notre connaissance pas utilisé à cette période de l'année et nous ne pouvons ainsi pas expliquer les quelques valeurs de concentrations voisines de 0.5 ng/m^3 obtenues de mi octobre à mi décembre. Les deux autres fongicides, le **folpel** et le **tolylfluaniid**, sont utilisés en viticulture et en arboriculture, respectivement durant les mois de juin-juillet et d'août-septembre. Ces cultures sont très peu présentes autour de Poitiers. Si le tolylfluanid se retrouve dans l'air essentiellement durant sa période d'utilisation, le folpel serait, lui, plus persistant.

Concernant les **insecticides**, le **lindane** est détecté en permanence dans l'atmosphère, à des concentrations comprises entre 0.15 et 0.8 ng/m^3 . Ce composé proviendrait d'utilisations effectuées il y a plusieurs années et de sa stabilité dans l'environnement. L'**endosulfan** et le **carbofuran** sont utilisés en septembre-octobre sur les cultures de colza.

Conclusion :

On retrouve dans l'air à Poitiers une grande diversité de pesticides provenant pour l'essentiel des traitements agricoles environnants mais pouvant également provenir, pour certaines molécules, d'utilisations par les particuliers. **Un transfert de pesticides des zones agricoles vers le centre urbain de Poitiers a donc été mis en évidence.**

Les principaux pesticides utilisés pour les traitements urbains par les services de la ville (routes, voiries, cimetières, parc floral, arbres et arbustes d'ornement, rosiers, espaces verts, terrains de sport...) n'ont pas été recherchés durant cette campagne. Les pesticides détectés dans l'air n'auraient pas été utilisés par la ville.

Chaque prélèvement se caractérise par un mélange complexe de pesticides qui évolue au cours du temps.

Les molécules détectées sont plus nombreuses au printemps qu'à l'automne mais les concentrations cumulées en pesticides sont voisines sur ces 2 périodes.

Les pesticides mesurés proviennent soit d'utilisations pendant la période de mesure, soit de la re-volatilisation des pesticides quelques semaines après leur utilisation, ou encore de leur persistance beaucoup plus importante dans l'environnement.

	du 26/03 au 1/04	du 1 au 8/04	du 15 au 22/04	du 25 au 29/04	du 29/04 au 6/05	du 6 au 13/05	du 13 au 20/05	du 20 au 27/05	du 27/05 au 3/06	du 3 au 10/06	du 10 au 17/06	du 17 au 24/06	du 24/06 au 01/07	du 1 au 8/07	du 15 au 22/07	du 29/07 au 5/08	
PESTICIDES LES PLUS ABONDAMMENT RETROUVES DANS L'ATMOSPHERE																	
Alachlore (h)			1.27	4.37	4.95	1.96	1.75	1.59	0.58	0.92	0.34	0.08	0.07	0.05	0.06	0.02	
Trifluraline (h)	0.46	0.38	0.56	1.30	1.04	0.92	0.96	0.51	0.16	0.11	0.05	0.07	0.05	0.05	0.23	0.09	
Endosulfan (i)	0.29	0.05	0.19	0.22	0.24	0.24	0.27	0.54	0.79	0.77	0.94	0.42	0.30	0.10	0.24	0.14	
Lindane (i)	0.38	0.22	0.62	0.53	0.48	0.52	0.49	0.42	0.36	0.44	0.20	0.15	0.11	0.13	0.27	0.27	
Métalochlore (h)			0.27	0.47	0.95	0.40	0.40	0.23	0.16	0.23	0.13	0.04	0.03	0.02	0.04	0.02	
Chlorothalonil (f)						0.16	0.27	0.11	0.45	0.31	0.24	0.27			0.26	0.27	
Atrazine (h)			0.03	0.24	0.43	0.09	0.13	0.24	0.25	0.48	0.17	0.08					
Pendiméthaline (h)	0.03	0.02	0.09	0.15	0.34	0.44	0.36	0.25	0.04	0.06	0.05	0.03	0.02	0.02	0.05		
Aclonifen (h)			0.05	0.07	0.10	0.10	0.08	0.06	0.06	0.06	0.91	0.00	0.05		0.10		
Fenpropimorphe (f)	0.03		0.06	0.12	0.17	0.61	0.22	0.17	0.20	0.03							
Fénoxaprop-p-éthyl (h)											0.91						
Chlorpyrifos éthyl (i)	0.04	0.01	0.02	0.02	0.01	0.05	0.07	0.05	0.04	0.08	0.08	0.05	0.05	0.10	0.06	0.07	
Oxadiazon (h)				0.01	0.04	0.02	0.00	0.02		0.02	0.34	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	
Malathion (i)	0.05		0.21		0.07	0.04		0.07		0.07							
Cyprodinil (f)			0.25	0.08	0.03	0.05				0.02	0.04				0.01		
PESTICIDES DONT LES CONCENTRATIONS NE DEPASSENT PAS 0.15 NG/M³																	
Flusilazole (f)			0.02		0.05	0.05	0.07	0.05									
Epoxiconazole (f)					0.04	0.07	0.07										
Diflufenicanil (h)		0.14															
alpha-HCH			0.04	0.05	0.03												
Terbuthylazine (h)				0.04													
Clodinafop propargyl																	
Cyperméthrine																	
Dichlorvos																	
Hexaconazole																	
Kresoxim methyl																	
Mercaptodiméthur																	
Métazachlore																	
Parathion méthyl																	
Simazine																	
Tébuconazole																	
Tébutame																	

Tableau 5 : résultats des mesures de pesticides à Poitiers de mars à juillet 2003 en ng/m³

	du 19/08 au 26/08/03	du 26/08 au 02/09/03	du 02/09 au 09/09/03	du 09/09 au 16/09/03	du 16/09 au 23/09/03	du 23/09 au 30/09/03	du 30/09 au 07/10/03	du 07/10 au 14/10/03	du 14/10 au 21/10/03	du 21/10 au 28/10/03	du 28/10 au 04/11/03	du 04/11 au 10/11/03	du 10/11 au 18/11/03	du 18/11 au 25/11/03	du 25/11 au 02/12/03	du 02/12 au 09/12/03	du 09/12 au 16/12/03
PESTICIDES RETROUVES DANS L'ATMOSPHERE																	
trifluraline	0.16	0.60	3.98	0.56	0.85	0.23	2.60	6.37	11.74	2.86	2.72	2.17	1.72	1.13	0.32		0.51
lindane	0.10	0.32	0.34	0.47	0.36	0.22	0.30	0.29	0.45	0.15	0.16	0.34	0.43	0.68	0.80		0.31
pendiméthaline									0.63	0.49	0.19	0.16	0.29	0.30	0.73		0.40
endosulfan	0.15	0.20	0.13	0.12	0.39	0.93	0.24	0.22	0.15	0.69		0.15	0.98	0.12			
métazachlore		0.82	0.97	0.20	0.18	0.14	0.14	0.47	0.69								
alachlore		0.58	0.42	0.13	0.83	0.29	0.15	0.12	0.19								
tolylfuanid	0.15	0.15	0.13	0.76	0.85		0.29										
folpel	0.13	0.27	0.85	0.70													
carbofuran				0.23							0.62			0.12			0.51
acetochlore												0.16	0.43				
cyprodinil								0.46					0.38	0.56			0.46
tébutame			0.14								<=0.2						
diclofop. methyl																	0.68
atrazine			0.18											0.30			
dichlorvos																	0.38
diflufenicanil									0.34								
métolachlore	0.23																
PESTICIDES NON RETROUVES DANS L'ATMOSPHERE																	
terbuthylazine																	
tebuconazole																	
phosmet																	
oxadixyl																	
lamba cyhalothrine																	
kresoxim methyl																	
fluzilazole																	
flurtamone																	
flurochloridone																	
Fenoxaprop-p- ethyl																	
fenazaquin																	
ethyl parathion																	
epoxiconazole																	
dimethenamide																	
deltamethrine																	
bromoxynil octanoate																	
bifenox																	
azoxystrobine																	
acilonifen																	

Tableau 6 : résultats des mesures de pesticides à Poitiers d'août à décembre 2003 en ng/m³
(les cases vides signifient que les pesticides n'ont pas été détectés)

MESURES A POITIERS DE MARS A DECEMBRE 2003



CARACTERISTIQUES DU SITE

Description : Les Couronneries, dans la cour de la ludothèque, à côté de la station de mesure, site dégagé

Type : Péri-urbain, éloigné des cultures

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES PRELEVEMENTS

Préleveur : Partisol 2000

Débit : 1 m³/h

Tête de prélèvement : PM₁₀ (particules inférieures à 10 µm)

Supports de prélèvement : Filtres en quartz 47 mm Pall Gelman
Bouchon en mousse de polyuréthane pour PUF-ACCU 80*200 mm

Durée des prélèvements : 1 semaine

REMARQUES

- Le volume servant au calcul des concentrations a été estimé pour l'échantillon du 13 au 20/05
- Les résultats de 7 tests de perçage et de l'étude de répartition spatiale des pesticides sur 4 sites à Poitiers durant 7 semaines au second semestre ne sont pas présentés dans les tableaux ci-contre
- Légère contamination de certains blancs terrains (en ng/m³) :

	Lindane	Trifluraline
6 au 13/05/2003	/	/
17 au 24/06/2003	0.11	0.04
29/07 au 5/08/2003	0.22	0.19
7 au 14/10/2003	0.08	0.06
18 au 25/11/2003	/	/

Figure 19 : récapitulatif de la campagne de mesure effectuée à Poitiers d'avril à juin 2002

4 REPARTITION SPATIALE DES PESTICIDES SUR LA COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DE POITIERS

INFLUENCE DE LA PROXIMITE AGRICOLE SUR LES CONCENTRATIONS DE PESTICIDES

PROBLEMATIQUE :

Les données présentées précédemment sur la ville de Poitiers de mars à août 2003 ont été obtenues sur le site des Couronneries, au nord-est de la ville. Ce site bien dégagé est représentatif des concentrations en pesticides sur une grande zone d'étude. Les pesticides mesurés à Poitiers proviennent essentiellement des traitements agricoles effectués dans les zones agricoles entourant la ville (voir partie précédente). Ce site que l'on peut qualifier de péri-urbain est un site de fond par rapport aux pesticides puisqu'il se situe à environ 1 km des cultures les plus proches. L'intérêt de choisir un site de fond pour la mesure des pesticides est qu'il est représentatif des utilisations agricoles sur une grande zone sans être trop influencé par des traitements effectués à proximité.

Mais quelle est l'influence du choix du point de mesure sur une agglomération ? L'implantation du préleveur en plein centre-ville ou sur un autre site aurait-elle eu un impact important sur les concentrations mesurées ? Doit-on plutôt interpréter les différences de concentrations sur différents sites à partir des différences d'utilisations agricoles autour des points de mesure ou à partir du choix de l'implantation du site en centre-ville ou en périphérie de la ville ? **Quelle est l'influence de la proximité agricole sur les concentrations en pesticides ?**

IMPLANTATION DE 4 SITES DE MESURE :

Des mesures de pesticides ont été réalisées sur le site des Couronneries de mars à décembre 2003. En plus de ce site, trois autres sites très dégagés ont été choisis sur la Communauté d'Agglomération de Poitiers (voir figure 20). Le dégagement des sites était considéré comme un critère de choix très important afin d'éviter que les différences de concentrations en pesticides ne soient attribuables à la micro-implantation des sites (proximité de bâtiments notamment) et non à la proximité agricole.

Les sites de **Bellejouanne**, de **l'Hôtel de Région** et des **Couronneries** sont approximativement alignés selon l'axe des vents dominants, si bien que par vents de sud-ouest, le site de Bellejouanne est le plus proche des cultures, suivi par le site de l'Hôtel de Région et enfin celui des Couronneries. Le site de Chasseneuil se situe le plus proche des cultures. La distance aux émissions de pesticides sur les 4 sites varie en fonction de la direction des vents. Ces 4 sites sont considérés comme des sites de fond vis à vis de la pollution par les pesticides compte-tenu qu'aucun de ces sites n'est implanté à proximité immédiate des cultures.

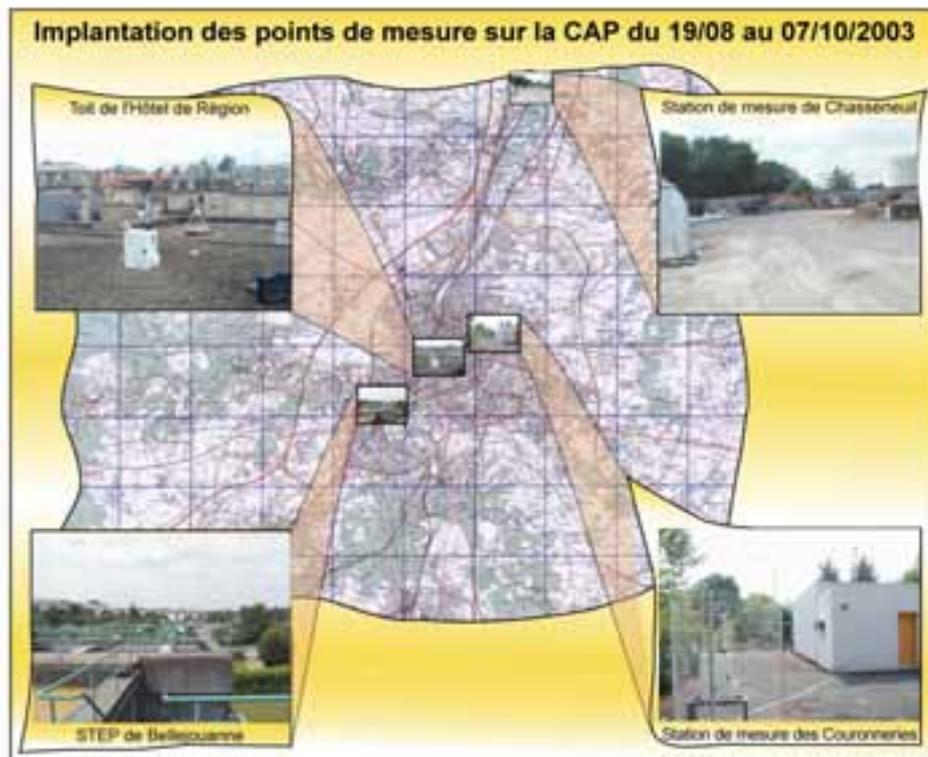


Figure 20 : localisation des 4 sites de mesure sur la Communauté d'Agglomération de Poitiers durant la campagne de mesure du 19/08 au 07/10/2003

ECHANTILLONNAGE :

Des mesures hebdomadaires ont été effectuées avec des préleveurs Partisol durant 7 semaines du 19/08 au 07/10/2003. Cette durée permet de connaître la répartition de la pollution par les pesticides sur la CAP lors de conditions météorologiques différentes et pour des émissions de pesticides différentes.

ROSES DES VENTS :

La figure ci-dessous montre que les vents dominants sur la station de mesure de Chasseneuil proviennent du sud-ouest. Durant la campagne de mesure du 26/08 au 07/10/2003, sont mesurés des vents de sud, mais également de sud-ouest, de nord-ouest et de nord-est.

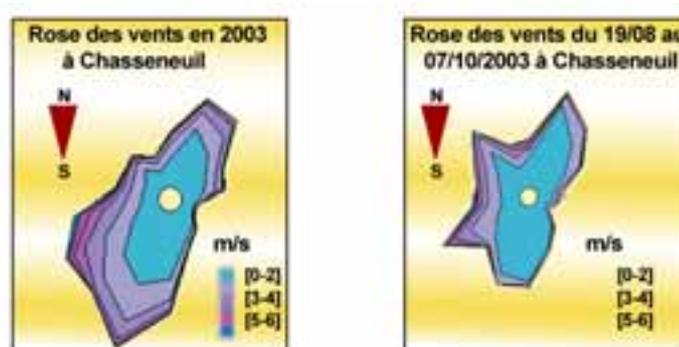


Figure 21 : rose des vents moyenne à Chasseneuil de 2000 à 2003 (à gauche), et rose des vents moyenne à Chasseneuil durant la campagne du 26/08 au 07/10/2003

Les roses de vents hebdomadaires sont présentées dans la figure ci-dessous.

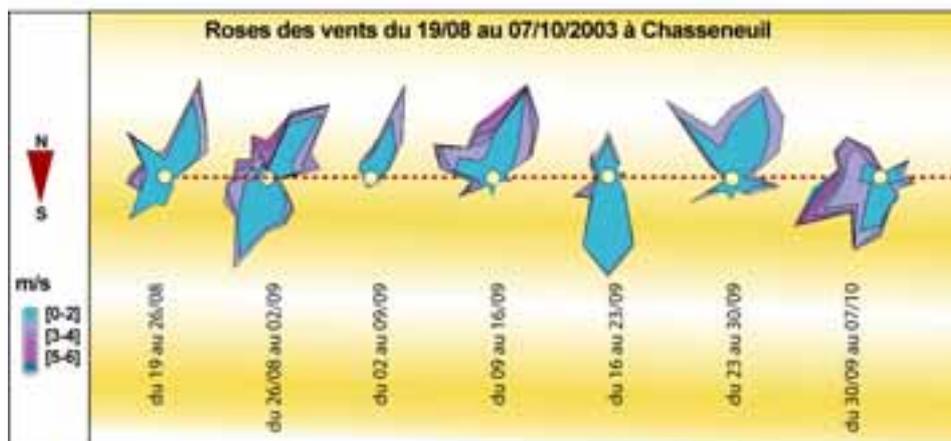


Figure 22 : roses des vents hebdomadaires durant les 7 semaines de mesure du 26/08 au 07/10/2003

DONNEES AGRICOLES :

L'agriculture à proximité immédiate de la CAP n'est pas très intensive. On constate la présence de bocages. Les champs cultivés sont de tailles modérées et les haies ou zones forestières sont nombreuses. Du 26/08 au 07/10, les traitements effectués sont essentiellement réalisés sur les cultures de colza.

CONCENTRATIONS CUMULEES MOYENNES :

Les variations des concentrations moyennes cumulées en pesticides sont relativement faibles en fonction du site de mesure, puisqu'elles varient entre 2 et 2.7 ng/m³.

Le site de Chasseneuil, site le plus proche des cultures, ne présente pas les concentrations en pesticides les plus élevées (2.5 ng/m³ en moyenne). Le site des Couronneries, choisi pour la campagne de mesure tout au long de l'année 2003, présente des concentrations en pesticides légèrement plus faibles que les autres sites (2 ng/m³ en moyenne). Le site de Bellejouanne, situé à l'entrée de la ville, au sud-ouest, présente les plus fortes concentrations en pesticides (2.7 ng/m³ en moyenne). Le site de l'Hôtel de Région, situé en plein centre-ville, présente des niveaux intermédiaires avec 2.3 ng/m³ en moyenne.

Les deux composés les plus abondamment mesurés au cours de cette campagne sont la trifluraline et le lindane. Ces pesticides présentent une incertitude importante de la mesure liée à un biais possible sur le prélèvement ainsi que sur l'analyse. Les moyennes présentées ci-dessous correspondent aux moyennes de concentrations cumulées sur 7 mesures hebdomadaires et les incertitudes sont nettement moins élevées que les concentrations cumulées pour chaque mesure. La principale conclusion du graphe ci-dessous est cependant que **la pollution par les pesticides est très homogène sur les 4 sites de mesure de la CAP.**

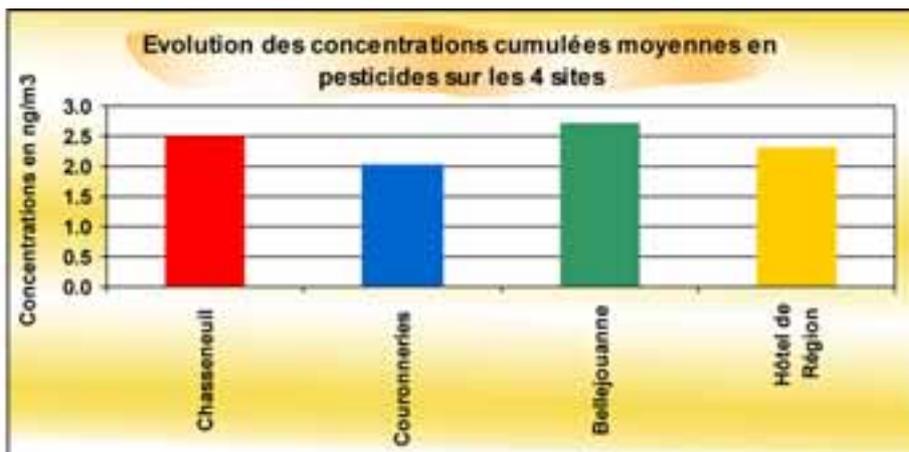


Figure 23 : concentrations cumulées moyennes en pesticides sur les 4 sites.

CONCENTRATIONS CUMULEES HEBDOMADAIRES :

Le précédent paragraphe montre l'homogénéité des concentrations moyennes sur la campagne, mais certains paramètres météorologiques (comme les directions de vent) s'accompagnent-ils de concentrations plus élevées sur certains sites ? En effet, en fonction de la direction des vents, les sites peuvent se retrouver plus ou moins proches des émissions de pesticides en provenance des cultures. Le site des Couronneries serait par exemple susceptible d'être plus directement influencé par les cultures par vents de nord-est (semaines 3 et 4), tandis que celui de Bellejouanne serait plus influencé par les cultures lors de vents d'ouest (semaine 7).

Le graphique ci-dessous montre l'évolution des concentrations cumulées en pesticides sur les 4 sites durant les 7 semaines de mesure. **Les concentrations sont très homogènes sur les différents sites tout au long de la période de mesure et quelque soient les paramètres météorologiques.** Les différences de concentrations constatées entre les 4 sites peuvent ne pas être significatives compte tenu de l'incertitude importante de la mesure. De plus, les concentrations ne sont pas plus élevées sur les sites plus directement exposés aux cultures.

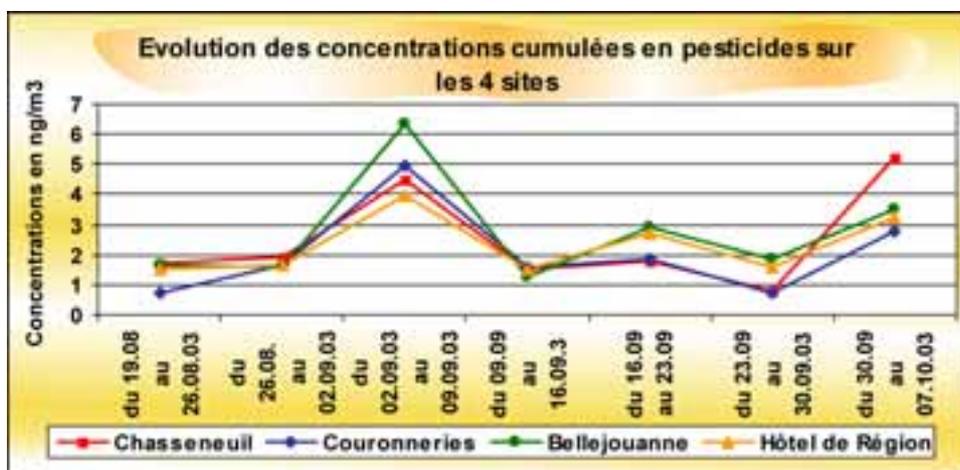


Figure 24 : évolution des concentrations cumulées moyennes en pesticides sur les 4 sites.

CONCENTRATIONS CUMULEES MOYENNES PAR PESTICIDE :

Quelque soit le pesticide retrouvé dans l'air, on constate que les concentrations moyennes sur la période sont très homogènes sur les 4 sites de mesure. De plus, en fonction du pesticide, les sites ne se classent pas dans le même ordre. La trifluraline, l'endosulfan, le métazachlore et le tebutame sont utilisés sur les cultures de colza pendant la période de mesure. Le lindane n'est plus utilisé depuis plusieurs années. Le folpel est utilisé en arboriculture et viticulture de début juin jusqu'à fin juillet. L'alachlore et le métolachlore sont utilisés sur maïs du 15 mars au 15 mai. Le tolylfluaniid est utilisé en arboriculture aux mois d'août et de septembre.

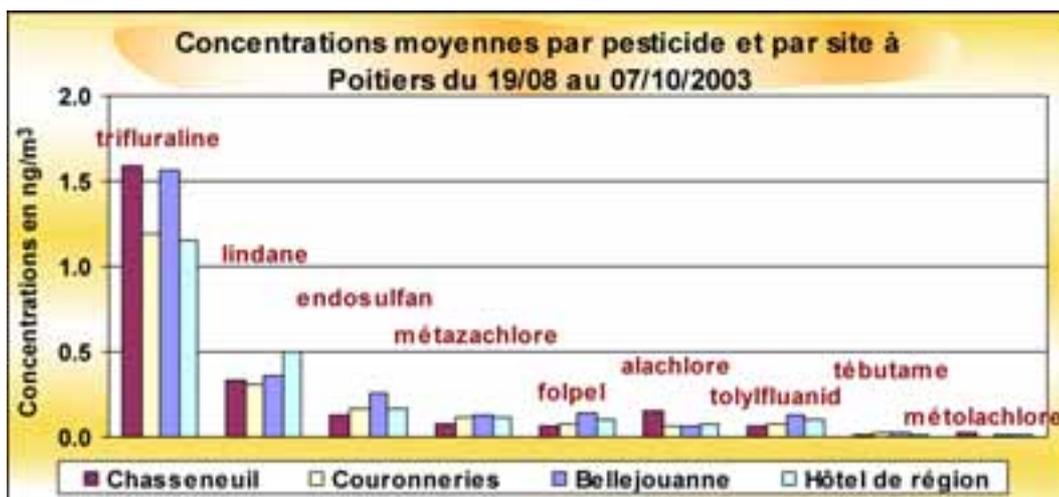


Figure 25 : concentrations moyennes par pesticide et par site à Poitiers du 19/08 au 07/10/2003

CONCENTRATIONS HEBDOMADAIRES PAR PESTICIDE:

La **trifluraline** est le pesticide le plus présent sur la campagne, et, malgré l'incertitude élevée de la mesure, les concentrations sont extrêmement proches sur les 4 sites et évoluent de la même manière.

Concernant le **lindane**, les concentrations en moyenne les plus importantes sont mesurées sur le site de l'hôtel de région, mais l'incertitude de la mesure est importante, du fait de biais sur le prélèvement, et les concentrations restent tout de même proches sur les 4 sites.

Pour les autres pesticides, les concentrations sont plus faibles, mais les évolutions de teneurs dans l'air sont également très proches quelque soit la semaine de mesure, même si l'on note quelques cas particuliers pour certains pesticides où les concentrations varient un peu plus certaines semaines. C'est le cas notamment de l'**endosulfan** qui présente des concentrations plus élevées sur le site de Bellejouanne l'avant dernière semaine, ou encore de l'**alachlore** la 4^e semaine à Chasseneuil.

Si certains profils de pesticides diffèrent très légèrement en fonction des sites, ils restent tout de même très proches, et la répartition des pesticides sur les 4 sites varie peu en fonction du pesticide considéré, de ses émissions, de la direction des vents ou des variations d'autres paramètres météorologiques.

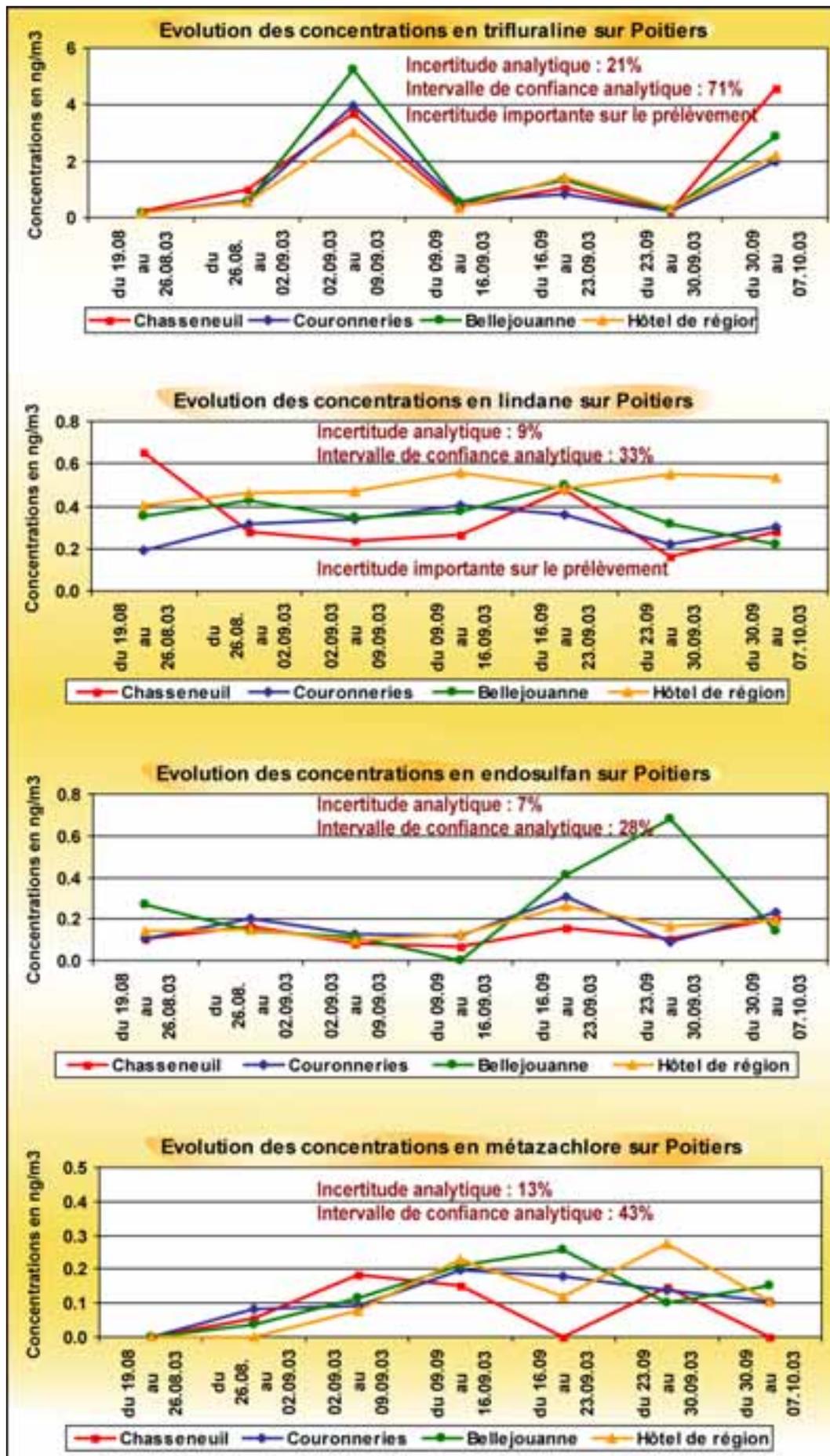


Figure 26 : évolution des concentrations en trifluraline, lindane, endosulfan, méta-zachlore sur les 4 sites de la CAP

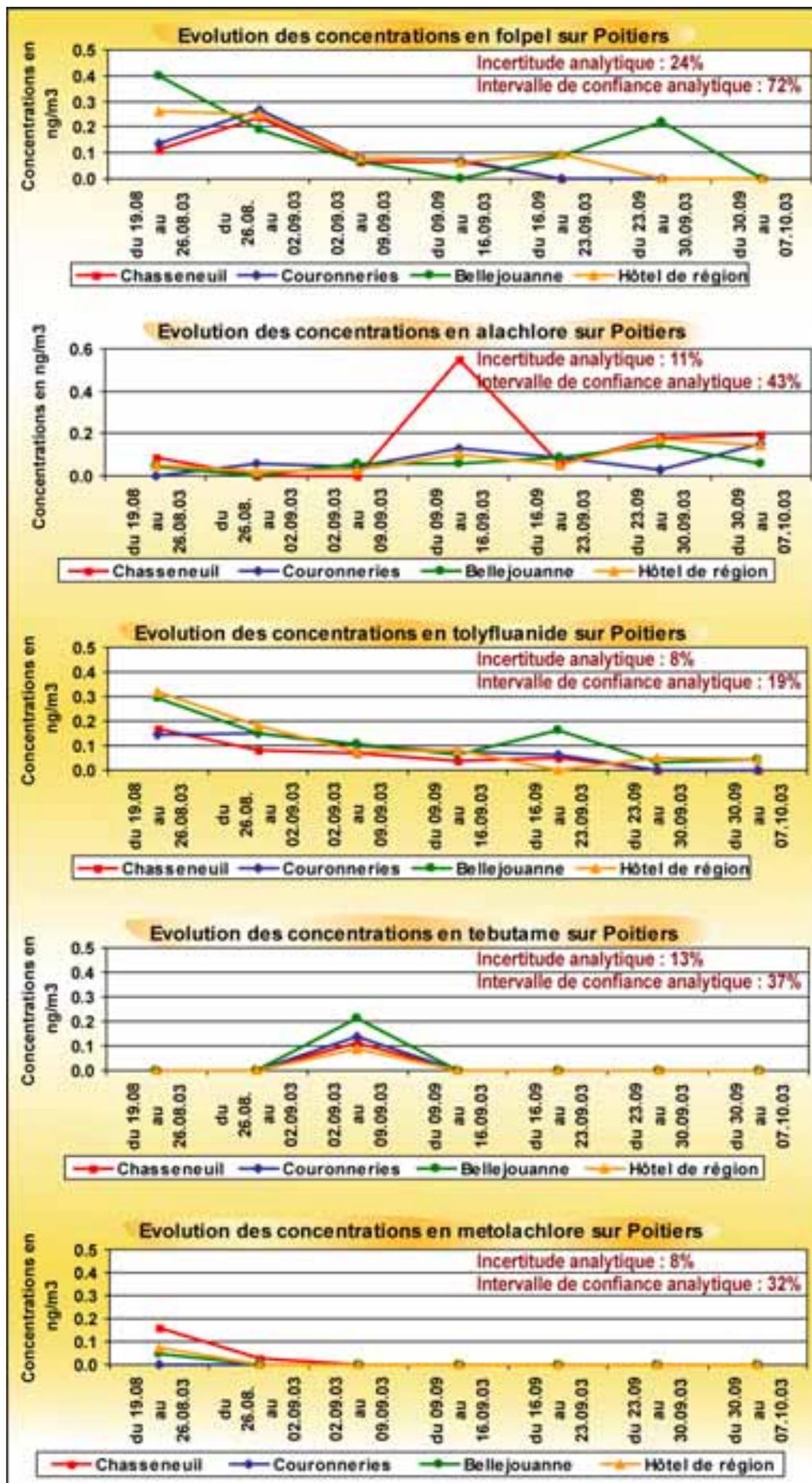


Figure 27 : évolution des concentrations en folpel, alachlore, tolyfluanid, tébutame et métolachlore sur les 4 sites de la CAP

CONCLUSION :

Cette étude a montré que quelques soient les paramètres météorologiques, notamment les directions des vents, la pollution par les pesticides semble très homogène sur les 4 sites de mesure, y compris sur le site le plus proche des cultures et le plus éloigné du centre-ville de Poitiers (Chasseneuil).

De plus, le site choisi en plein centre-ville (site de l'hôtel de région) ne présente pas des concentrations en pesticides plus faibles que les deux sites péri-urbains (Bellejouanne et Les Couronneries).

Le choix de l'emplacement du point de mesure afin d'évaluer la contamination de l'air par les pesticides sur une agglomération ne semble ainsi pas influencer de manière importante les concentrations mesurées.

Il est par contre essentiel de choisir des sites les plus dégagés possible afin de ne pas risquer de perturber la mesure du fait d'un écoulement turbulent de l'air autour de la tête de prélèvement. Il serait intéressant d'évaluer l'influence de la micro-implantation d'un point de mesure sur les concentrations en pesticides. Il est possible que la présence de bâtiments n'ait que peu d'influence sur les concentrations moyennes mesurées du fait de l'éloignement important de la source.

Ces 4 sites étaient tous plus ou moins éloignés des cultures et constituaient des sites de fond pour la mesure des pesticides. Il est probable que le choix d'un site de proximité agricole se serait accompagné de concentrations nettement plus importantes pour certains pesticides.

Cette étude confirme également que le choix d'un site de fond permet d'avoir des résultats représentatifs d'une grande zone agricole et non d'une zone très restreinte, puisque l'implantation de points de mesure très distants les uns des autres s'accompagne des mêmes profils de pesticides.

Une telle étude sera renouvelée sur une plus courte durée au printemps 2004, afin de vérifier la validité de ces conclusions pour d'autres molécules (utilisées au printemps) et en modifiant éventuellement l'emplacement de certains sites. Le choix d'un site de proximité agricole serait notamment intéressant.

L'agriculture autour de Poitiers est assez peu intensive, et il est également possible que les conclusions aient été sensiblement différentes sur d'autres agglomérations.

Le choix du site des Couronneries pour le suivi de la pollution par les pesticides à Poitiers durant un an semble également pertinent.

De plus, les différences de concentrations en pesticides mesurées entre le site péri-urbain de Poitiers et les sites de type centre-ville de Niort, La Rochelle et Cognac seraient plus liées aux utilisations agricoles autour de la ville, ou à la période de mesure, qu'à l'emplacement de ces sites sur les villes. Les cartes

d'utilisations agricoles cantonales de pesticides semblent ainsi constituer un outil pertinent d'interprétation des différences de concentrations en pesticides sur les sites d'études en Poitou-Charentes de 2001 à 2003.

Cela peut aussi expliquer que les profils annuels de concentrations en pesticides sur les différents sites soient si proches. Ils sont représentatifs des utilisations environnantes (dates d'utilisation, quantités de produits utilisées) ainsi que du comportement des pesticides dans l'air et l'environnement (persistance, volatilité, sensibilité aux paramètres météorologiques...). Ils ne seraient que peu influencés par le choix du site et par les conditions de vent plaçant les points de mesure plus ou moins proches des émissions de pesticides.

5 VERIFICATION DE LA PERTINENCE DES CRITERES DE SELECTION DE LA LISTE

Les concentrations indiquées dans cette partie sont des moyennes de concentrations en pesticides d'août 2002 à juillet 2003 sur Niort (2nd semestre 2002, 1^{er} semestre 2003), Poitiers (1^{er} semestre 2003) et La Rochelle (second semestre 2002). Compte tenu de l'hétérogénéité de ces données, il s'agit donc d'un indicateur de présence des pesticides dans l'air.

INFLUENCE DE LA CONSTANTE DE HENRY SUR LA PRESENCE DE PESTICIDES DANS L'ATMOSPHERE :

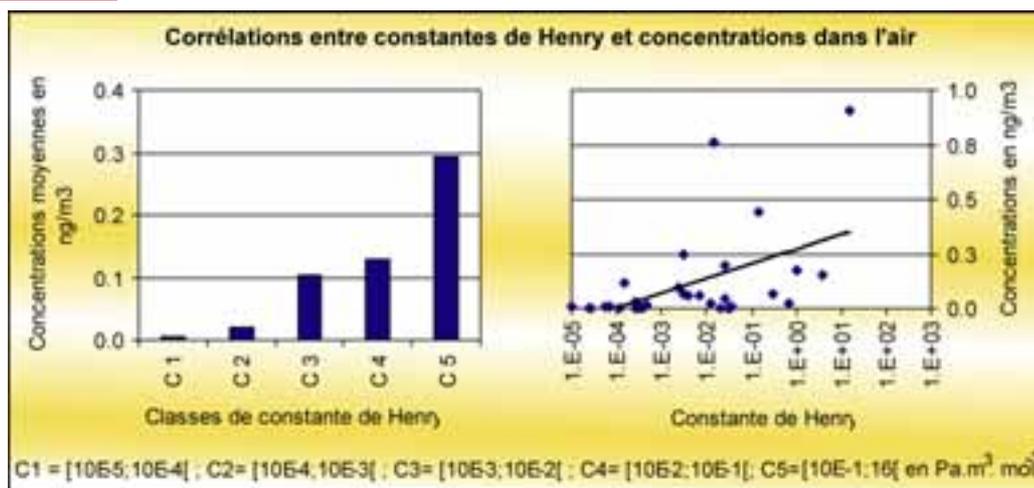


Figure 28 : influence de la constante de Henry sur les concentrations en pesticides dans l'air

Dans la bibliographie, le seuil de $10E^{-5}$ Pa.m³.mol⁻¹ représente la valeur à partir de laquelle les pesticides sont considérés comme volatils et peuvent donc se retrouver dans l'atmosphère. L'ensemble des molécules de la liste présentent une constante de Henry supérieure à ce seuil mais on constate tout de même la nette influence de la valeur de cette constante sur les concentrations de pesticides dans l'atmosphère.

INFLUENCE DES TONNAGES UTILISES SUR LA PRESENCE DE PESTICIDES DANS L'ATMOSPHERE :

On vérifie sur la figure 29 l'influence des tonnages de pesticides utilisés sur les concentrations de pesticides retrouvées dans l'atmosphère. Seule l'échelle utilisée diffère entre ces 2 graphiques, le graphique de gauche utilise une échelle logarithmique pour l'axe des concentrations, cette échelle ne pouvant pas représenter les concentrations nulles comme sur le graphique de droite. Quelques molécules sont très peu utilisées (moins de 1000 tonnes sur la région et sont pourtant très présentes dans l'atmosphère. Pour les autres pesticides, le facteur tonnage semble jouer un rôle très important et la tendance est qu'une molécule utilisée 10 fois plus qu'une autre se retrouve à des concentrations environ 10 fois supérieures dans l'air.

On ne peut toutefois pas dire que les concentrations retrouvées sont proportionnelles aux utilisations, car la double échelle logarithmique rend très délicate l'estimation précise des variations de concentrations en fonction des variations de tonnages.

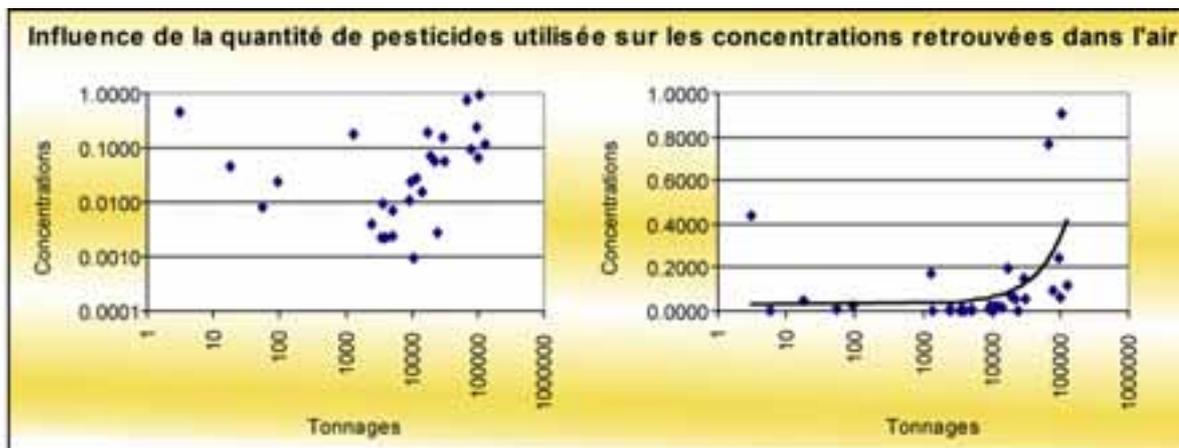


Figure 29 : corrélations entre les tonnages utilisés en 2000 et les concentrations en pesticides dans l'air

INFLUENCE COMBINÉE DE LA CONSTANTE DE HENRY ET DES TONNAGES UTILISÉS SUR LA PRÉSENCE DE PESTICIDES DANS L'ATMOSPHÈRE :

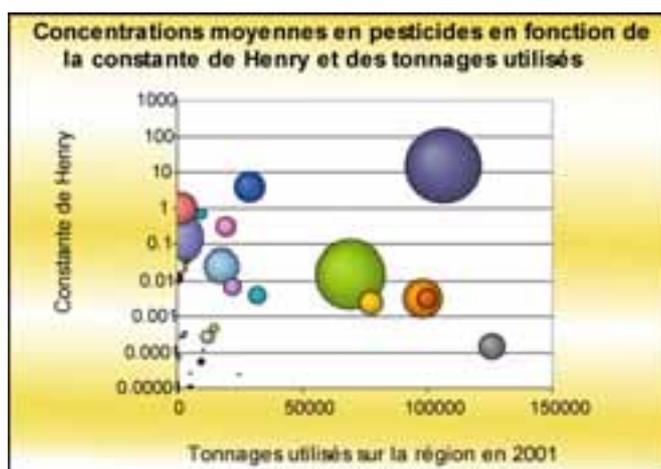


Figure 30 : corrélations entre la constante de Henry, les tonnages utilisés en 2000 et les concentrations en pesticides dans l'air

On retrouve sur ce graphique la nette influence de la constante de Henry et des tonnages utilisés sur les concentrations retrouvées dans l'atmosphère, la surface des bulles étant proportionnelle à la concentration moyenne retrouvée dans l'air.

Chaque concentration importante de pesticide s'explique par une constante de Henry élevée, une très forte utilisation régionale ou les deux à la fois.

D'autres paramètres affectent cependant les concentrations de pesticides dans l'air car certains produits très utilisés et très volatils ne sont pas parmi les plus abondamment retrouvés de la région. Par contre, les molécules les plus faiblement retrouvées dans l'air ou jamais retrouvées possèdent toujours l'un voire les 2 paramètres très faibles.

F CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les études réalisées sur les villes de La Rochelle, de Niort et de Poitiers ont montré que les pesticides mesurés provenaient essentiellement des traitements agricoles réalisés autour de ces villes. Nous n'avons pas retrouvé de pesticides utilisés par les services de la ville mais certains pourraient provenir d'utilisations par les particuliers.

La pollution par les pesticides s'est montrée très homogène sur les 4 sites de mesure étudiés sur la Communauté d'Agglomération de Poitiers.

Les herbicides ont été les plus abondamment mesurés dans l'air de ces villes, suivis par les insecticides puis par les fongicides.

Les mesures se poursuivront sur le site des Couronneries à Poitiers en 2004 afin d'évaluer les variations annuelles de concentrations en pesticides dans l'air ainsi que l'influence des nouvelles réglementations interdisant l'usage d'un grand nombre de pesticides.

Des mesures seront aussi réalisées dans des serres horticoles avant, pendant et après traitement.

Des collaborations avec des organismes travaillant dans le domaine de l'impact sanitaire (Mutualités Sociales Agricoles de la région et Institut National de Veille Sanitaire) seront développées afin d'évaluer l'impact sur la santé des concentrations mesurées.

Nos collaborations avec d'autres AASQA (notamment LIG'AIR, AIRBREIZH, AIRAQ et ORAMIP) seront poursuivies sur cette problématique ainsi que nos travaux dans le cadre du groupe de travail national.

Quelques mesures seront effectuées sur un site de mesure en centre-ville d'Angoulême ainsi qu'une étude de plus grande ampleur sur le site rural de Mougou, dans les Deux-Sèvres, situé à une dizaine de kilomètres au sud-est de Niort.

Les travaux métrologiques se poursuivront en 2004 afin de poursuivre le développement et la validation de méthodes de mesure de plus en plus fiables, ainsi que la connaissance des incertitudes de la mesure. Nous participerons notamment à l'élaboration d'une norme AFNOR sur la mesure des pesticides dans l'air.

G ANNEXE 1 : INCERTITUDES ANALYTIQUES

L'analyse est une étape très importante lors de la mesure des pesticides dans l'air. La GC/MSMS est l'une des techniques les plus fiables et les plus performantes existant à l'heure actuelle sur le marché. Dans le tableau ci-dessous sont présentés une estimation de l'incertitude de l'analyse déterminée à partir de tests de dopages sur mousses en poly-uréthane.

	GC/MSMS			
	Population	Taux de récupération moyen (%)	Intervalle de confiance (%)	Incertitude (%)
Acétochlore *	9	88	50%	17%
Acionifen	9	100	40%	12%
Alachlore	14	82	43%	11%
alpha-HCH	3	61	86%	50%
Atrazine	14	76	52%	14%
Azoxystrobine *	8	81	63%	22%
Bifenoxy *	8	112	45%	16%
Bromoxynil octanoate *	9	91	27%	9%
Carbaryl	2	69	4%	3%
Carbofuran	6	92	33%	13%
Chlorothalonyl	14	68	71%	19%
Chlorpyrifos-éthyl	8	72	38%	13%
Cyperméthrine	5	122	11%	5%
Cyprodinil	11	86	65%	20%
Deltaméthrine *	9	103	32%	11%
Dichlorvos	7	41	102%	38%
Diclofop-méthyl *	6	96	21%	8%
Diflufenicanil	11	91	35%	11%
Diméthénamide *	6	95	18%	7%
Endosulfan alpha	14	90	28%	7%
Epoxiconazole	11	67	69%	21%
Fénazaquin *	9	94	48%	16%
Fénoxaprop-p-éthyl	11	99	27%	8%
Fenpropimorphe	11	43	193%	58%
Flurochloridone *	6	99	34%	14%
Flurtamone *	3	52	27%	16%
Flusilazole	11	61	88%	26%
Folpel *	9	90	72%	24%
Hexaconazole	8	64	112%	40%
Krésoxim méthyl *	11	61	73%	22%
Lamba-cyhalothrine *	9	101	39%	13%
Lindane	14	89	33%	9%
Malathion	5	88	32%	14%
Mercaptodiméthur	5	77	49%	22%
Métolochlore	11	97	21%	6%
Métazachlore	11	91	43%	13%
Oxadiazon	5	74	34%	15%
Oxadixyl *	6	36	126%	51%
Parathion éthyl *	6	100	35%	23%
Pendiméthaline	11	90	43%	13%
Phosmet *	9	89	43%	14%
Simazine	8	74	29%	10%
Tébuconazole	13	39	102%	28%
Tébutame				13%
Terbuthylazine	14	86	50%	13%
Tolyfluanid *	6	100	19%	8%
Trifluraline	11	85	71%	21%

Tableau 7 : taux de récupération moyens, intervalles de confiance et pourcentages d'incertitudes liées à l'analyse en GC/MSMS et en GC/MS

(* : pesticides recherchés à partir d'août 2003)

H ANNEXE 2 : INDICATEURS DE QUALITE DE LA MESURE

La mesure des pesticides se décompose en plusieurs étapes allant du prélèvement à l'analyse. Un certain nombre de tests ont été effectués afin de valider la fiabilité d'un certain nombre d'étapes de la mesure. Les difficultés liées à la mesure de certains pesticides sont présentées dans le tableau ci-dessous. L'incertitude globale de la mesure est certainement plus élevée lorsqu'une difficulté est constatée pour une, voire plusieurs étapes de la mesure. Les deux molécules, abondamment mesurées dans l'air et posant le plus de difficultés métrologiques sont le lindane et la trifluraline. Leur présence dans l'air est certaine mais les concentrations indiquées dans ce rapport sont en revanche peu précises.

	Concentrations moyennes Fin 2002 – début 2003 en Poitou-Charentes	Perçage haut-volume	Perçage bas-volume	Blancs	Taux de récupération moyen	Répétabilité
Trifluraline	0.947	X	X	X		X
Tébutame	0.635					
Lindane	0.481	X	X	X		
Alachlore	0.466		X			
Chlorothalonil	0.324					X
Endosulfan	0.315					
Pendiméthaline	0.134					
Atrazine	0.097					
Métolachlore	0.096		X			
Fenpropimorphe	0.058				X	X
Dichlorvos	0.049	X			X	X
Aclonifen	0.048					
Chlorpyrifos ethyl	0.042					
Malathion	0.036					
Cyprodinil	0.034					X
Lindane alpha	0.029					X
Fenoxaprop-ethyl	0.015					
Oxadiazon	0.012					
Métazachlore	0.011					
Flusilazole	0.010					
Epoxiconazole	0.008		X			X
Terbutylazine	0.006					
Diflufenicanil	0.003					
Cyperméthrine	0.002					
Tébuconazole	0.001				X	X
Simazine	0.000					
Mercaptodiméthur	0.000					
Hexaconazole	0.000					X
Krésoxim méthyl	0.000					X
Parathion méthyl	0.000					
(*) : pesticides recherchés à partir d'août 2003)						
Acétochlore *	0.000					
Azoxystrobine *	0.000					X
Bifenox *	0.000					
Bromoxynil	0.000					
Deltaméthrine *	0.000					
Diclofop-méthyl *	0.000					
Diméthénamide *	0.000					
Fenazaquin *	0.000					
Flurochloridone *	0.000					
Flurtamone *	0.000				X	
Lamba-cyhalothrine*	0.000					
Oxadixyl *	0.000				X	X
Phosmet *	0.000					
Tolyfluanid *	0.000					

Tableau 8 : identification de difficultés liées à la mesure pour certains pesticides

(Les croix sont indicatrices d'un problème lié à l'une des étapes de la mesure)

I LISTE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES :

FIGURE 1 : PARCOURS D'UN ECHANTILLON DE SA PREPARATION A SON ANALYSE	7
FIGURE 2 : MODE DE SELECTION D'UNE LISTE DE PESTICIDES A RECHERCHER DANS L'AIR AMBIANT EN POITOU-CHARENTES	9
FIGURE 3 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS CUMULEES EN PESTICIDES AINSI QUE DU NOMBRE DE PESTICIDES DETECTES A NIORT	12
FIGURE 4 : CONCENTRATIONS MOYENNES ET FREQUENCE DE DETECTION DES PESTICIDES A LA ROCHELLE DU 20/08 AU 18/12/2002	13
FIGURE 5 : EVOLUTION DES PROPORTIONS DES 3 CLASSES DE PESTICIDES A LA ROCHELLE DU 20/08 AU 18/12/2002 .	13
FIGURE 6 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN PESTICIDES FIN 2002 A LA ROCHELLE	14
FIGURE 7 : RECAPITULATIF DE LA CAMPAGNE DE MESURE EFFECTUEE A LA ROCHELLE D'AVRIL A JUIN 2002	17
FIGURE 8 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS CUMULEES EN PESTICIDES AINSI QUE DU NOMBRE DE PESTICIDES DETECTES A NIORT	18
FIGURE 9 : CONCENTRATIONS MOYENNES ET FREQUENCE DE DETECTION DES PESTICIDES A NIORT DU 21/08 AU 24/12/2002 ET DU 26/03 AU 01/07/2003	19
FIGURE 10 : EVOLUTION DES PROPORTIONS DES 3 CLASSES DE PESTICIDES A NIORT	19
FIGURE 11 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN PESTICIDES DEBUT 2003 A NIORT	20
FIGURE 12 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN PESTICIDES FIN 2002 A NIORT	21
FIGURE 13 : RECAPITULATIF DE LA CAMPAGNE DE MESURE EFFECTUEE A NIORT D'AOÛT 2002 A JUILLET 2003	25
FIGURE 14 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS CUMULEES EN PESTICIDES AINSI QUE DU NOMBRE DE PESTICIDES DETECTES A POITIERS	26
FIGURE 15 : CONCENTRATIONS MOYENNES ET FREQUENCE DE DETECTION DES PESTICIDES A POITIERS	27
FIGURE 16 : EVOLUTION DES PROPORTIONS DES 3 CLASSES DE PESTICIDES A POITIERS	27
FIGURE 17 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN PESTICIDES DEBUT 2003 A POITIERS	28
FIGURE 18 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN PESTICIDES FIN 2003 A POITIERS	29
FIGURE 19 : RECAPITULATIF DE LA CAMPAGNE DE MESURE EFFECTUEE A POITIERS D'AVRIL A JUIN 2002	33
FIGURE 20 : LOCALISATION DES 4 SITES DE MESURE SUR LA COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DE POITIERS DURANT LA CAMPAGNE DE MESURE DU 19/08 AU 07/10/2003	35
FIGURE 21 : ROSE DES VENTS MOYENNE A CHASSENEUIL DE 2000 A 2003 (A GAUCHE), ET ROSE DES VENTS MOYENNE A CHASSENEUIL DURANT LA CAMPAGNE DU 26/08 AU 07/10/2003	35
FIGURE 22 : ROSES DES VENTS HEBDOMADAIRES DURANT LES 7 SEMAINES DE MESURE DU 26/08 AU 07/10/2003	36
FIGURE 23 : CONCENTRATIONS CUMULEES MOYENNES EN PESTICIDES SUR LES 4 SITES.	37
FIGURE 24 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS CUMULEES MOYENNES EN PESTICIDES SUR LES 4 SITES	37
FIGURE 25 : CONCENTRATIONS MOYENNES PAR PESTICIDE ET PAR SITE A POITIERS DU 19/08 AU 07/10/2003	38
FIGURE 26 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN TRIFLURALINE, LINDANE, ENDOSULFAN, METAZACHLORE SUR LES 4 SITES DE LA CAP	39
FIGURE 27 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN FOLPEL, ALACHLORE, TOLYLFLUANID, TEBUTAME ET METOLACHLORE SUR LES 4 SITES DE LA CAP	40
FIGURE 28 : INFLUENCE DE LA CONSTANCE DE HENRY SUR LES CONCENTRATIONS EN PESTICIDES DANS L'AIR	43
FIGURE 29 : CORRELATIONS ENTRE LES TONNAGES UTILISES EN 2000 ET LES CONCENTRATIONS EN PESTICIDES DANS L'AIR	44
FIGURE 30 : CORRELATIONS ENTRE LA CONSTANCE DE HENRY, LES TONNAGES UTILISES EN 2000 ET LES CONCENTRATIONS EN PESTICIDES DANS L'AIR	44

LISTE DES TABLEAUX :

TABLEAU 1 : LISTE DES MOLECULES RECHERCHEES DANS L'AIR AMBIANT EN POITOU-CHARENTES DE JUIN 2002 A DECEMBRE 2003 ET TONNAGES UTILISES EN 2000	11
TABLEAU 2 : RESULTATS DES MESURES DE PESTICIDES A LA ROCHELLE D'AOÛT A DECEMBRE 2002 EN NG/M ³	16
TABLEAU 3 : RESULTATS DES MESURES DE PESTICIDES A NIORT D'AOÛT A DECEMBRE 2002 EN NG/M ³	23
TABLEAU 4 : RESULTATS DES MESURES DE PESTICIDES A NIORT DE MARS A JUILLET 2003 EN NG/M ³	24
TABLEAU 5 : RESULTATS DES MESURES DE PESTICIDES A POITIERS DE MARS A JUILLET 2003 EN NG/M ³	31
TABLEAU 6 : RESULTATS DES MESURES DE PESTICIDES A POITIERS D'AOÛT A DECEMBRE 2003 EN NG/M ³	32
TABLEAU 7 : TAUX DE RECUPERATION MOYENS, INTERVALLES DE CONFIANCE ET POURCENTAGES D'INCERTITUDES LIEES A L'ANALYSE EN GC/MSMS ET EN GC/MS	46
TABLEAU 8 : IDENTIFICATION DE DIFFICULTES LIEES A LA MESURE POUR CERTAINS PESTICIDES	47

