



# *Rapport d'étape : Étude de la contamination de l'air par les produits phytosanitaires*



## *Novembre 2002*

## Sommaire

<b>Introduction</b> .....	<b>2</b>
<b>I/ Méthodes</b> .....	<b>3</b>
I.1 Rappel de la méthodologie de prélèvement et d'analyse des produits phytosanitaires dans l'air ambiant.....	3
I.2 Déroulement de l'étude du printemps 2002 .....	4
I.3 Déroulement de l'étude de l'été 2002 .....	6
<b>II/ Résultats</b> .....	<b>7</b>
II.1 Résultats généraux .....	7
II.2 Comparaison par site (rural, périurbain, urbain) du printemps 2002 .....	8
II.2.a Au niveau des concentrations.....	8
II.2.b Au niveau des fréquences de détection .....	9
II.3 Mesures « hors épandages » de l'été 2002 .....	10
III.3.a En milieu urbain .....	10
III.3.b En milieu rural.....	10
<b>III/ Discussion</b> .....	<b>12</b>
III.1 Des comportements atmosphériques différents suivant les pesticides.....	12
III.2 Lindane et Trifluraline.....	13
III.2 Des révélateurs de l'utilisation urbaine des pesticides .....	13
<b>Conclusion</b> .....	<b>15</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>16</b>
<b>Annexe 1: sélection des pesticides à rechercher</b> .....	<b>17</b>
<b>Annexe 2: Evolution des concentrations en pesticides sur les sites du printemps</b> .....	<b>20</b>

## Introduction

L'utilisation des produits phytosanitaires entraîne leur présence dans l'atmosphère. Les pesticides peuvent s'introduire dans l'atmosphère directement lors de l'application mais aussi après leur dépôt en se volatilisant ou encore en s'y diffusant par les phénomènes d'érosion. La présence de produits phytosanitaires a été montrée aussi bien en milieu urbain qu'en milieu rural [1, 2, 3, 4, 5]. Ces composés peuvent être soumis au transport atmosphérique. La diffusion à des très grandes distances peut éventuellement se produire comme en témoigne la présence de pesticides organochlorés dans les précipitations en Antarctique [6].

Depuis fin 2000, Lig'Air<sup>1</sup> s'intéresse 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 EPA<sup>2</sup> afin d'évaluer la méthodologie la plus adaptée au suivi désiré des concentrations de pesticides dans l'air ambiant. Des campagnes de mesure 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.

En 2002, plusieurs campagnes de mesures ont été réalisées sur des sites de différentes typologies (urbain, périurbain et rural). Ces mesures avaient pour objectif d'estimer les concentrations rencontrées en région Centre pendant et en dehors des périodes d'épandages. L'étude s'intéresse à l'influence des activités agricoles sur les concentrations en pesticides dans l'air ambiant, mais aussi à estimer les concentrations auxquelles est exposée la population en milieux urbain et périurbain.

Pour cela, la méthodologie de prélèvement et d'analyse mise au point en 2001 a été utilisée. Au printemps, trois sites de différentes typologies (urbain, périurbain et rural) ont été équipés d'échantillonneurs. A l'été, des mesures ont été réalisées en milieu rural et urbain. Ces mesures seront complétées par une étude en milieu urbain à l'automne sur Bourges, Châteauroux et Orléans et des mesures en milieu rural au mois de décembre.

Nous présenterons dans ce rapport les résultats des campagnes du printemps et de l'été ainsi que les interprétations et les discussions qui peuvent en être tirées.

Ces travaux sont réalisés dans le cadre du GREPPES<sup>3</sup>. Ils sont financés par la DRAF<sup>4</sup>, l'ADEME<sup>5</sup>, la DIREN<sup>6</sup> et la DRASS<sup>7</sup>.

---

<sup>1</sup> Association Agréée chargée de la Surveillance de la Qualité de l'Air en région Centre

<sup>2</sup> Environment Protection Agency

<sup>3</sup> Groupe Régional pour l'Etude de la Pollution par les Produits Phytosanitaires des Eaux et des Sols en région Centre

<sup>4</sup> Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt

<sup>5</sup> Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

<sup>6</sup> Direction Régionale de l'ENvironnement

<sup>7</sup> Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales

## I/ Méthodes

### I.1 Rappel de la méthodologie de prélèvement et d'analyse des produits phytosanitaires dans l'air ambiant

Dans la majorité des études, les prélèvements des pesticides dans l'air ambiant sont effectués à des débits supérieurs à  $10 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Les préleveurs utilisés sont souvent fabriqués ou adaptés au sein des laboratoires et les dimensions des supports utilisés sont variables [7, 8, 9]. En ce qui nous concerne, nous avons privilégié l'utilisation des échantillonneurs commercialisés dont les supports sont adaptés aux méthodes américaines

relatives aux prélèvements et à l'analyse des pesticides dans l'air (EPA TO-4 et EPA TO-10) [8, 9]. Le principe de prélèvement et d'analyse de ces deux méthodes, est schématisé sur la figure 1. Les débits des prélèvements préconisés dans ces deux méthodes sont  $15 \text{ m}^3/\text{h}$  et entre 1 et 5 L/mn respectivement pour EPA TO-4 et EPA TO-10. Notons ici que la méthode EPA TO-10 est destinée essentiellement au prélèvement d'air en milieu

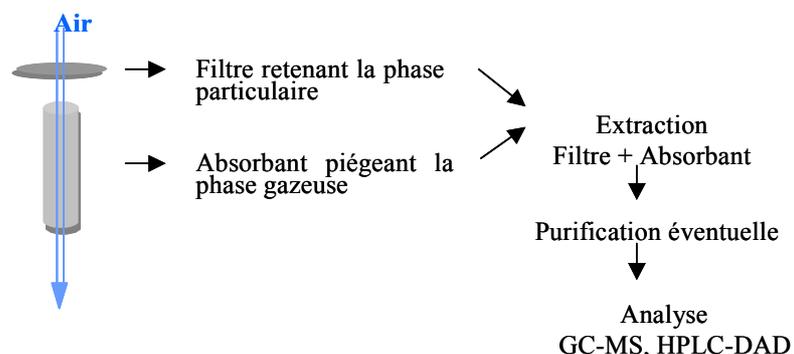


Figure 1: Principe de mesure des pesticides suivant les méthodes EPA T-O4 et EPA TO-10

professionnel (durée de prélèvement préconisée : environ 8 heures). Compte tenu des faibles concentrations susceptibles d'être observées et après des tests de colmatage, nous avons augmenté la durée du prélèvement à 168 heures (prélèvement hebdomadaire). Pour les prélèvements à haut débit ( $15 \text{ m}^3/\text{h}$ ) la durée d'échantillonnage est celle préconisée par la méthode EPA TO-4 soit 24 heures (prélèvement journalier). En plus de ces deux modes de prélèvements, dont les débits sont extrêmes, nous avons utilisé un troisième échantillonneur avec un débit intermédiaire d'environ  $1 \text{ m}^3/\text{h}$  et un pas d'échantillonnage hebdomadaire. Ce type de prélèvement semble présenter des conditions d'utilisation confortables (logistique, conditionnement des échantillons...) [10]. Une inter-comparaison entre ces différentes méthodes d'échantillonnage a été réalisée pendant la saison printanière 2001, sur un site urbain influencé par une activité agricole. Les principaux paramètres ainsi que les supports utilisés pour chaque méthode sont regroupés dans le tableau 1.

	Bas débit	Moyen débit	Haut débit
Débit	2 et 4 L/mn	$1 \text{ m}^3/\text{h}$	$15 \text{ m}^3/\text{h}$
Durée	168 heures	168 heures	24 heures
Support d'échantillonnage	PUF/QFF PUF/XAD-2/PUF/XAD-2/QFF	PUF/QFF	PUF/QFF

Tableau 1: Conditions de comparaison des modes de prélèvements

*PUF : mousse absorbante en polyuréthane - QFF : filtre en quartz - XAD-2 : polymère absorbant*

Lors de cette étude comparative, six produits ont été détectés et quantifiés dans l'atmosphère (pendiméthaline, diflufénicanil, cyprodinil, fenpropimorphe, trifluraline et lindane) à des concentrations allant de  $0,15$  à  $5 \text{ ng}/\text{m}^3$ . La pendiméthaline, la trifluraline et le lindane ont été observés par l'ensemble des techniques utilisées. Les trois autres molécules étaient souvent présentes à des concentrations inférieures à la limite de quantification en particulier dans les échantillons prélevés par le mode "bas débit".

La figure 2 présente les concentrations hebdomadaires obtenues par les prélèvements bas et moyen débits ainsi que celles calculées à partir des prélèvements journaliers (haut débit). Il apparaît que l'ensemble des techniques de prélèvement, utilisées lors de cette étude, permet la quantification des produits phytosanitaires dans l'air ambiant. Les écarts entre les différents modes ne sont pas très élevés. Ils sont inférieurs à l'incertitude analytique, mis à part pour le lindane.

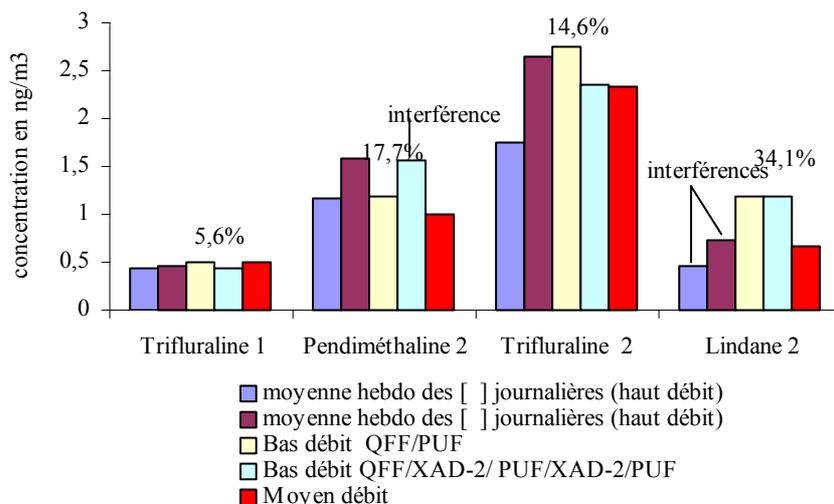


Figure 2: Comparaison de l'ensemble des modes de prélèvements

Les prélèvements hebdomadaires ne semblent pas entraîner de sous-estimation des concentrations. Toutes les concentrations déterminées par les différents modes de prélèvement sont proches et cohérentes. Ainsi, une caractérisation des produits phytosanitaires, en vue d'évaluer l'exposition de la population, dans différentes situations (exposition chronique ou sur du long terme) semble possible. Pour une surveillance continue à long terme, les prélèvements hebdomadaires avec un débit de 1 m<sup>3</sup>/h paraissent préférables en particulier pour des raisons économiques et de logistique [11]. De plus, l'analyse de filtre marqué par de l'atrazine deutérée n'a pas montré de pertes notables lors des prélèvements hebdomadaires.

Sur le plan analytique, certaines mesures étaient encore entachées par des problèmes d'interférences (figure 2). Pour éliminer ces problèmes d'interférences, nous avons réalisé une campagne de comparaison entre deux laboratoires. L'un des deux laboratoires a développé une procédure analytique comprenant une étape de purification des échantillons entre l'extraction et l'analyse. Aucune interférence n'a été observée sur les analyses effectuées par ce laboratoire (tableau 2, laboratoire A). La comparaison entre les deux laboratoires repose sur la réalisation de neuf prélèvements en parallèle [12].

Pesticides	Laboratoire A avec purification	Laboratoire B sans purification
Atrazine	0%	44%
Métazachlore	0%	33%
Métolachlore	0%	22%
Pendiméthaline	0%	11%
Parathion éthyl	0%	11%

Tableau 2 : Pourcentage d'interférence, comparaison entre les deux laboratoires d'analyse

Les mesures 2001 ont permis la mise en place de la méthodologie de prélèvement et d'analyse, basée sur des méthodes EPA. Ainsi, nous avons retenu au sein de Lig'Air pour le suivi continu des concentrations atmosphériques sur une période de plusieurs semaines, la méthodologie suivante :

- Au préalable, les cartouches de prélèvements sont nettoyées, les supports conditionnés et marqués y sont disposés. Ces opérations sont réalisées par le laboratoire d'analyse.
- Des prélèvements hebdomadaires sur des filtres en quartz et des mousses en polyuréthane sont réalisés à l'aide de l'échantillonneur Partisol 2000 à 1 m<sup>3</sup>/h. Les autres échantillonneurs et absorbants testés permettent aussi la détermination des pesticides dans l'air.
- Après prélèvements, les échantillons sont extraits et doivent être purifiés avant l'analyse.

## 1.2 Déroulement de l'étude du printemps 2002

Cette méthodologie a été appliquée au printemps 2002. Le suivi des concentrations en pesticides dans l'air a été réalisé sur trois sites au printemps 2002 de la mi-avril à la mi-juin. Les prélèvements

étaient à cadence et à durée hebdomadaires, permettant un suivi continu sur la période d'étude. Les sites étaient de trois typologies différentes (rural, périurbain et urbain).

Site rural : Oysonville (28), situé en Beauce. Les cultures présentes sont essentiellement des céréales (Blé, Orge...) et la culture du pois. La culture du maïs n'est pas pratiquée. Les mesures se sont déroulées du 08 avril 2002 au 17 juin 2002, soit 10 prélèvements.

Site périurbain : Mareau-aux-prés (45). Les cultures avoisinantes sont le maïs, le blé, l'arboriculture (pommier, cerisier) et la vigne. Les habitations sont des pavillons équipés souvent de jardin et de potager. Les mesures se sont déroulées du 22 avril 2002 au 17 juin 2002, soit 8 prélèvements.

Site urbain : Saint Jean de Braye (45), commune située dans l'agglomération orléanaise, en milieu urbain mais avec la présence d'arboriculture au voisinage du site de mesure. Les mesures se sont déroulées du 22 avril 2002 au 17 juin 2002, soit 8 prélèvements.

Lors de cette campagne de mesure, 19 substances actives et deux métabolites ont été recherchés à chaque analyse d'échantillon.

Il est possible, d'identifier à partir des renseignements communiqués par le SRPV, les substances actives susceptibles d'être utilisées sur chaque site de mesure. Le tableau 3 donne les renseignements d'utilisation des produits pour le printemps.

<b>Substances actives</b>	<b>Rural Oysonville</b>	<b>Périurbain Mareau-aux-prés</b>	<b>Urbain Saint-Jean-de-Braye</b>
Aclonifen	Utilisé	Utilisé	
Alachlore		Utilisé	
Atrazine		Utilisé	
Azoxystrobine	Utilisé	Utilisé	
Chlorothalonil	Utilisé	Utilisé	
Cyprodinil	Utilisé	Utilisé	Utilisé
Diflufenicanil		Utilisé	Utilisé
Fenpropimorphe	Utilisé	Utilisé	
Fluzilazole	Peu utilisé	Utilisé	Utilisé
Lindane			
Metazachlore			
Metolachlore		Utilisé	
Oxadiazon		Utilisé	Utilisé
Parathion ethyl	Utilisé	Utilisé	Utilisé
Pendiméthaline	Utilisé	Utilisé	
Simazine		Utilisé	Utilisé
Tébutane			
Terbuthylazine		Utilisé	Utilisé
Trifluraline			

Tableau 3 : Utilisation des pesticides recherchés sur les différents sites du printemps 2002

Parmi, l'ensemble des substances actives, quatre composés ne sont pas utilisés théoriquement à cette période. La trifluraline et le métazachlore sont utilisés à la fin de l'été et à l'automne sur le colza ainsi qu'au mois de mars. Le tébutane est utilisé aussi à la fin de l'été et à l'automne sur le colza. Le lindane (insecticide), quant à lui, est interdit d'utilisation depuis juillet 1998 en tant que pesticide.

Le site périurbain présente le plus grand nombre de substances actives susceptibles d'être utilisées, en raison de la diversité de l'activité agricole.

Le site urbain présente le nombre de produits utilisés le plus faible avec seulement les produits utilisés en arboriculture (Cyprodinil, Terbuthylazine, Fluzilazole, Simazine, Parathion éthyl) et sur les zones non cultivées (Diflufenicanil, Oxadiazon).

Deux métabolites sont recherchés dans les prélèvements, il s'agit de la Desethylatrazine et la Desispropylatrazine, métabolites de l'atrazine. Ces deux composés sont les métabolites les plus couramment recherchés lors des analyses classiques de pesticides (eaux, sols...).

### **I.3 Déroulement de l'étude de l'été 2002**

A l'été 2002, des mesures ont été réalisées sur un site urbain et un site rural toujours à l'aide de la même méthode. Ces mesures sont réalisées en dehors des périodes d'épandage. Des traitements ont néanmoins été observés lors de la dernière semaine de campagne en milieu rural. Par rapport aux composés recherchés, il pourrait s'agir des premiers épandages de trifluraline, tébutane et métazachlore. Les deux sites équipés sont les suivants.

Site urbain : Joué les Tours (37), commune située dans l'agglomération tourangelle, en milieu urbain pavillonnaire. Les mesures se sont déroulées du 19 juin 2002 au 10 juillet 2002, soit 3 prélèvements.

Site rural : Oysonville (28), situé en Beauce. Les cultures présentes sont essentiellement des céréales (Blé, Orge...) et la culture du pois. La culture du maïs n'est pas pratiquée. Les mesures se sont déroulées du 24 juillet 2002 au 20 août 2002, soit 4 prélèvements. Il s'agit du même site que celui utilisé au printemps 2002.

## II/ Résultats

### II.1 Résultats généraux

Sur les 19 pesticides recherchés, 18 composés ont été détectés lors des campagnes de mesure du printemps 2002 et de l'été 2002. Les concentrations varient de quelques dizaines au dixième de nanogramme par mètre cube. Seul le métazachlore n'a pas été retrouvé dans l'atmosphère. Six nouveaux composés sont retrouvés sur les échantillons atmosphériques en 2002, il s'agit de l'atrazine, la simazine et la terbuthylazine, la chlorothalonil, l'aclonifen et le parathion éthyl. Les trois premiers sont des triazines. Ils étaient recherchés en 2001 mais ils présentaient au niveau analytique des problèmes d'interférences. Les améliorations de la méthodologie d'analyse permettent maintenant la quantification de ces composés. La chlorothalonil et le parathion éthyl n'étaient pas recherchés au printemps 2001. Quant à l'aclonifen, celui-ci avait été recherché au printemps 2001, sans problème analytique et n'avait pas été retrouvé dans l'atmosphère [11]. La fréquence de détection de l'aclonifen lors de la campagne du printemps 2002 est d'environ 60% avec une concentration maximale de 1,03 nanogramme par mètre cube.

Le lindane, la trifluraline, le fenpropimorphe et la chlorothalonil sont retrouvés sur l'ensemble des prélèvements atmosphériques du printemps et de l'été 2002. En 2001, le fenpropimorphe était souvent retrouvé au printemps mais ne l'était pas en automne. Le lindane et la trifluraline étaient présents sur la majorité des prélèvements aussi bien au printemps que durant l'automne.

Le fenpropimorphe et la chlorothalonil sont utilisés au printemps au contraire du lindane et de la trifluraline. Le lindane est interdit d'utilisation depuis 1998 et les périodes d'application de la trifluraline sont mars et septembre-octobre. Le lindane est considéré comme un composé persistant (famille des organochlorés), au contraire de la trifluraline qui est théoriquement dégradée par photolyse en quelques heures [13].

Sur les deux métabolites recherchés, la desethylatrazine et la desisopropylatrazine, seule la desethylatrazine est retrouvée quelquefois sur les prélèvements atmosphériques du printemps à des faibles concentrations (fréquence de détection durant le printemps de 22%).

Le tableau 4 présente les fréquences de détection et les concentrations maximales mesurées pour chaque composé. Les concentrations les plus élevées de l'ordre de la vingtaine de nanogrammes par mètre cube sont enregistrées sur le site rural (fenpropimorphe) et le site périurbain (alachlore) durant la campagne du printemps.

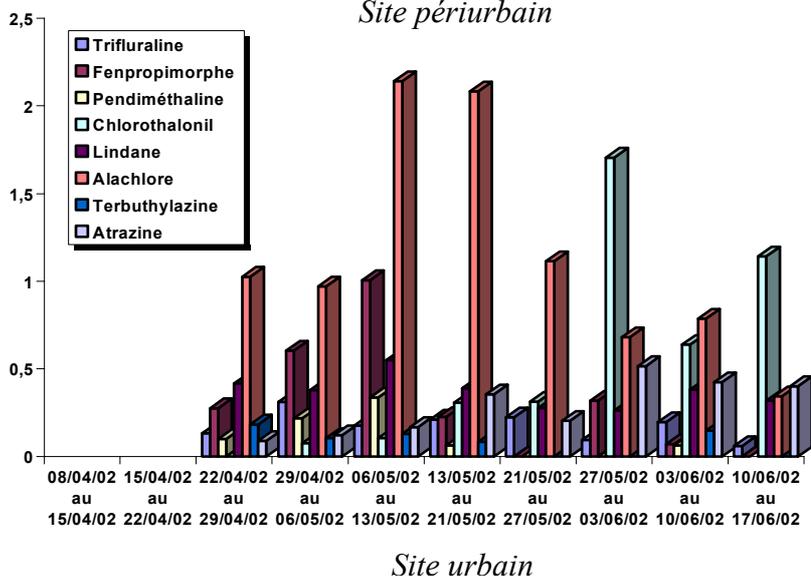
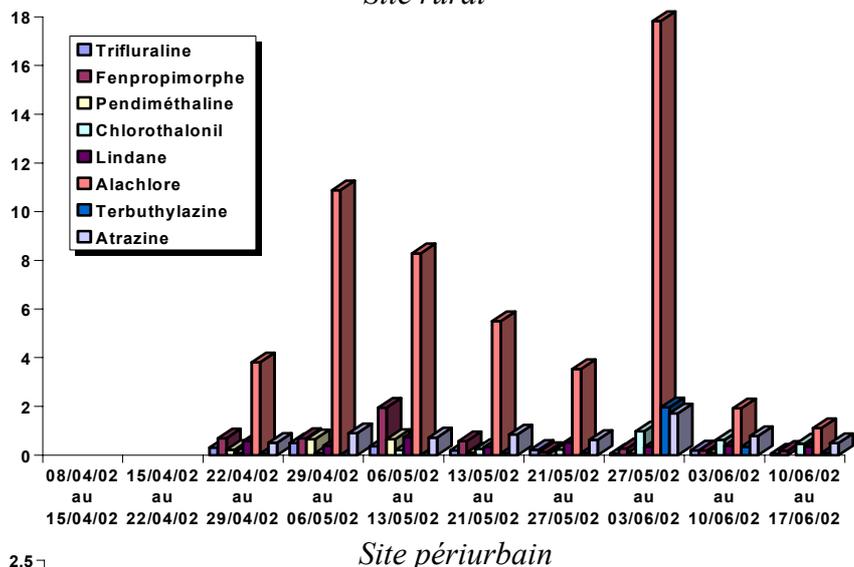
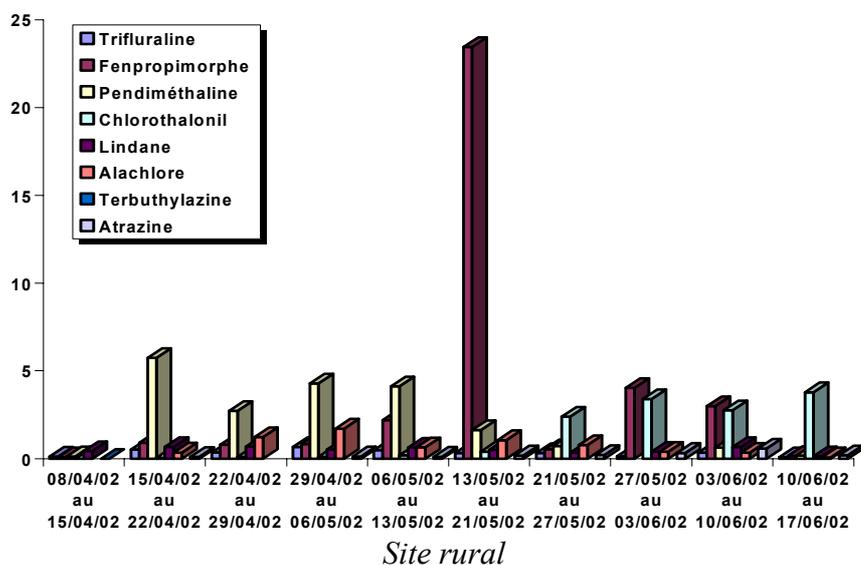
	fréquence de détection	concentration maximale en ng/m <sup>3</sup>
Trifluraline	100%	1,41
Lindane (gamma HCH)	100%	0,73
Chlorothalonil	100%	4,22
Fenpropimorphe	91%	23,46
Cyprodinil	85%	0,98
Atrazine	82%	1,71
Alachlore	82%	17,83
Pendiméthaline	82%	5,74
Terbuthylazine	78%	1,96
Metolachlore	65%	0,74
Parathion éthyl	56%	0,13
Aclonifen	47%	1,03
Diflufenicanil	38%	0,44
Oxadiazon	35%	0,44
Azoxystrobine	35%	0,44
Desethylatrazine	18%	0,22
Tébutane	9%	1,01
Simazine	7%	0,23
Fluzilazole	6%	0,11
Desisopropylatrazine	0%	-
Metazachlore	0%	-

Tableau 4 : Fréquences de détection et concentrations au printemps et à l'été 2002

## II.2 Comparaison par site (rural, périurbain, urbain) du printemps 2002

### II.2.a Au niveau des concentrations

Les concentrations en pesticides mesurées varient du dixième à la vingtaine de nanogrammes par mètre cube. C'est sur les sites périurbain et rural que les concentrations les plus élevées ont été observées. La concentration en fenpropimorphe (fongicide) à Oysonville (site rural céréalier) s'élevait à 23,46 ng/m<sup>3</sup> pour la semaine du 13 au 21 mai 2002. La concentration en alachlore (herbicide) à Mareau-aux-prés (site périurbain avec une agriculture diversifiée) était de 17,83 ng/m<sup>3</sup> du 27 mai au 03 juin 2002. Sur ces deux sites, on peut observer que les concentrations pour un pesticide donné peuvent être bien plus importantes que les concentrations des autres composés. Sur le site rural, les composés prépondérants sont la pendiméthaline, le fenpropimorphe et le chlorothalonil. Sur le site périurbain, il s'agit de l'alachlore. Sur le site urbain, malgré la présence de cultures arboricoles à proximité, aucune concentration prépondérante n'est observée. Les concentrations les plus élevées sont de l'ordre de 2 nanogrammes par mètre cube. Les graphiques ci-contre présentent les concentrations mesurées pour les composés les plus souvent quantifiés sur les prélèvements et avec les concentrations les plus élevées. Il est intéressant de noter pour les mesures sur le site rural que la succession des concentrations élevées en pendiméthaline, fenpropimorphe et chlorothalonil correspond à la chronologie des périodes d'application (mars à avril pour la pendiméthaline, avril à juin pour le fenpropimorphe et mai à juin pour le chlorothalonil d'après le SRPV).



## II.2.b Au niveau des fréquences de détection

Sur le site périurbain, 16 pesticides et un métabolite ont été retrouvés dans l'atmosphère. Au niveau de détection des produits phytosanitaires, on retrouve sur le site périurbain à la fois les produits quantifiés en milieu rural et ceux en milieu urbain. Seul le tébutane n'est détecté sur aucun prélèvement en milieu périurbain, un prélèvement sur dix en milieu rural et un sur huit en milieu urbain. En milieu urbain, 15 pesticides et un métabolite sont retrouvés. Sur les 15 substances actives, huit sont détectées sur tous les prélèvements. Sur le site rural céréalier, 14 pesticides et un métabolite sont quantifiés, cinq produits sont détectés sur l'ensemble des prélèvements.

	Périurbain	Rural	Urbain
Alachlore	100%	90%	100%
Atrazine	100%	80%	100%
Chlorothalonil	100%	100%	100%
Fenpropimorphe	100%	100%	100%
Lindane (gamma HCH)	100%	100%	100%
Terbuthylazine	100%	10%	100%
Trifluraline	100%	100%	100%
Metolachlore	88%	40%	100%
Pendiméthaline	88%	90%	88%
Aclonifen	75%	70%	25%
Diflufenicanil	75%	0%	88%
Cyprodinil	63%	100%	88%
Oxadiazon	63%	0%	75%
Azoxystrobine	38%	50%	50%
Desethylatrazine	38%	10%	25%
Parathion	25%	10%	0%
Simazine	25%	0%	0%
Desisopropylatrazine	0%	0%	0%
Fluzilazole	0%	0%	0%
Metazachlore	0%	0%	0%
Tébutane	0%	10%	13%

Tableau 5 : Fréquences de détection des pesticides dans les prélèvements atmosphériques du printemps 2002

Les différences de cultures présentes sur différents sites peuvent se retrouver au niveau de la détection des produits phytosanitaires. Ainsi, la terbuthylazine utilisée en viticulture et en arboriculture est quantifiée sur l'ensemble des prélèvements des sites périurbain et urbain où ces cultures sont présentes. Alors qu'en milieu rural céréalier, ce composé n'est retrouvé uniquement que sur un prélèvement sur dix. De la même façon, l'acilonifen utilisé pour le maïs, culture présente sur le site périurbain, et pour le pois, culture présente sur le site rural, est détecté sur plus de 70% des prélèvements sur ces deux sites et ne l'est qu'à 25% sur le site urbain.

Le diflufenicanil et l'oxadiazon ne sont jamais détectés sur le site rural, alors qu'ils le sont sur la majorité des prélèvements sur les sites périurbain et urbain. D'après les renseignements du SRPV, ces deux produits sont utilisés au printemps sur les zones non agricoles. Ils font partie des désherbants utilisés par les communes.

Le cyprodinil utilisé sur les trois sites est retrouvé avec des fréquences de détection variant de 63 % à 100%.

Cependant, il n'est pas possible de relier complètement l'utilisation théorique du pesticide sur le site et sa présence dans l'atmosphère. En effet, des composés comme le lindane, la trifluraline, l'alachlore, la chlorothalonil, le fenpropimorphe, l'atrazine et la pendiméthaline ne sont utilisés soit sur aucun des sites, soit sur un des sites, alors qu'ils sont retrouvés sur l'ensemble des trois sites et sur une très grande majorité des prélèvements. La même observation peut être effectuée pour des composés tels que le métolachlore et l'azoxystrobine avec des fréquences de détection plus faibles.

A l'inverse, des produits utilisés sur un site ne peuvent être retrouvés sur aucun des prélèvements du site considéré. Pour exemple, on peut citer le fluzilazole par rapport à l'ensemble des sites, la simazine et le parathion éthyl par rapport au site urbain.

Toutefois, il faut noter que les données communiquées par le SRPV ne sont que des indications en fonction de l'utilisation recommandée des produits. Il est impossible de savoir si tous les produits sont bien utilisés sur le site considéré et si des produits non homologués sur les cultures du site ne sont pas épandus.

De plus, pour dresser la « situation agricole » de chaque site, nous avons recensé les types de cultures présentes aux alentours du site de mesures (généralement plusieurs centaines de mètres, voire un kilomètre). Des éléments, par rapport, à la situation agricole peuvent manquer et il apparaît difficile, pour le moment, de définir une distance à partir de laquelle la présence d'une culture autour d'un point de mesure doit être considérée.

## II.3 Mesures « hors épandages » de l'été 2002

### II.3.a En milieu urbain

En milieu urbain, les mesures ont été réalisées du 19 juin au 10 juillet sur un site dans l'agglomération tourangelle. Sept substances actives sont mesurées sur les 19 pesticides et deux métabolites recherchés. La trifluraline, l'atrazine, la terbutylazine, le lindane, la chlorothalonil sont retrouvés sur l'ensemble des prélèvements. Pour chaque composé, les concentrations sont semblables durant les trois semaines de prélèvement. Les concentrations mesurées sont inférieures à un nanogramme par mètre cube. Seul le chlorothalonil (1,48 ng/m<sup>3</sup>) a une concentration supérieure à la semaine du 19/06/02 au 26/06/02 (tableau 6). Toutefois, la baisse des concentrations en chlorothalonil est à remarquer. L'oxadiazon et le diflufénicanil ne sont pas détectés. Ils étaient utilisés et détectés en zone urbaine au printemps.

	19/06/02 au 26/06/02	26/06/02 au 03/07/02	03/07/02 au 10/07/02
Trifluraline	<0,06	0,07	0,14
Atrazine	0,18	0,12	0,11
Terbutylazine	0,07	<0,06	<0,06
Lindane	0,32	0,33	0,35
Alachlore	0,35		0,12
Chlorothalonil	1,48	0,55	0,19
Fenpropimorphe		0,11	

Tableau 6 : Produits quantifiés à Joué-lès-Tours en milieu urbain au début de l'été 2002  
Concentration en ng/m<sup>3</sup>

### II.3.b En milieu rural

Aucun épandage n'est réalisé théoriquement durant cette période sur les céréales et les pois (culture présente à Oysonville). Les concentrations mesurées à Oysonville sont plus faibles que celles observées au printemps 2002 (tableau 7). Quatre composés sont détectés sur l'ensemble des prélèvements : la trifluraline, le lindane, la pendiméthaline et le chlorothalonil. La concentration maximale enregistrée est en chlorothalonil (4,22 ng/m<sup>3</sup>) la semaine du 24 au 31 juillet 2002.

	24/07/02 au 31/07/02	31/07/02 au 06/08/02	06/08/02 au 13/08/02	13/08/02 au 20/08/02
Trifluraline	0,71	1,41	0,86	1,01
Tébutane				1,01
Lindane	0,19	0,36	0,38	0,51
Chlorothalonil	4,22	0,63	0,47	0,73
Fenpropimorphe	0,09			0,08
Cyprodinil	<0,06		<0,06	
Pendiméthaline	0,12	0,15	0,17	0,18
Fluzilazole				0,11
Diflufénicanil			<0,06	

Tableau 7 : Produits quantifiés à Oysonville en milieu rural céréalier durant l'été 2002  
Concentration en ng/m<sup>3</sup>

Un nombre moins important de substances actives est détecté en été : 9 contre 15 durant la campagne printanière. Plusieurs composés ne sont plus retrouvés sur les prélèvements pendant l'été : l'atrazine et son métabolite (la desethylatrazine), la terbuthylazine, l'alachlore, le métolachlore, parathion éthyl, l'aclonifen et l'azoxystrobine. A l'inverse le diflufufenicanil et la fluzilazole apparaissent sur un prélèvement estival à des concentrations faibles (tableau 8).

Les concentrations en lindane sont assez proches de celles enregistrées durant le printemps à Oysonville : moyenne de 0,5 ng/m<sup>3</sup> au printemps et de 0,36 ng/m<sup>3</sup> en été soit une diminution de 30%. Par contre la moyenne des concentrations en trifluraline augmente avec environ 1 ng/m<sup>3</sup> en été et 0,36 durant le printemps, soit une hausse de 64%. Les concentrations et les fréquences de détection du fenpropimorphe et du cyprodinil diminuent entre le printemps et l'été. Le tableau suivant présente les fréquences de détections et les concentrations maximales pour les composés retrouvés au printemps et/ou en été.

Pesticides	Printemps 2002 du 08/04/02 au 17/06/02		Eté 2002 du 24/07/02 au 20/08/02	
	fréquence de détection dans les prélèvements (n=10)	Concentration max en ng/m <sup>3</sup>	fréquence de détection dans les prélèvements (n=4)	Concentration max en ng/m <sup>3</sup>
<b>Trifluraline</b>	100%	0,67	100%	1,41
<b>Desethylatrazine</b>	10%	<0,06	0%	
<b>Tébutane</b>	10%	<0,06	25%	1,01
<b>Atrazine</b>	80%	0,58	0%	
<b>Terbuthylazine</b>	10%	<0,06	0%	
<b>Lindane (gamma HCH)</b>	100%	0,69	100%	0,51
<b>Alachlore</b>	90%	1,71	0%	
<b>Chlorothalonil</b>	100%	3,78	100%	4,22
<b>Fenpropimorphe</b>	100%	23,46	50%	0,09
<b>Metolachlore</b>	40%	<0,06	0%	
<b>Parathion éthyl</b>	10%	0,07	0%	
<b>Cyprodinil</b>	100%	0,98	50%	0,06
<b>Pendiméthaline</b>	90%	5,74	100%	0,18
<b>Fluzilazole</b>	0%	0,00	25%	0,11
<b>Aclonifen</b>	70%	0,26	0%	
<b>Diflufenicanil</b>	0%	0,00	25%	0,06
<b>Azoxystrobine</b>	50%	0,18	0%	

Tableau 8 : Fréquence de détection et concentrations maximales sur le site rural céréalier (Oysonville) durant le printemps et l'été 2002.

### III/ Discussion

#### III.1 Des comportements atmosphériques différents suivant les pesticides

Des composés, comme le fenpropimorphe, la pendiméthaline, la chlorothalonil sont retrouvés sur une très grande majorité des prélèvements pour l'ensemble des sites du printemps. Les concentrations les plus élevées sont enregistrées sur le site rural (tableau 9). En été sur ce site, ces composés ne sont plus épanchés, pourtant ils sont encore détectés à des concentrations plus faibles (voir tableau 8). L'alachlore, uniquement utilisé sur le site périurbain en raison de la présence de maïs, est détecté sur l'ensemble des sites à une fréquence de détection de 100% au printemps. Les concentrations les plus élevées sont observées sur le site périurbain.

Ces pesticides sont retrouvés avec des fréquences de détection très élevées sur l'ensemble des sites pendant leur période d'utilisation. Théoriquement, ils ne sont pas utilisés sur tous les sites. Après les périodes d'épandages, ils sont encore retrouvés sur le site où ils étaient utilisés. Il est envisageable que ces pesticides soient soumis au transport (détection sur des sites où ils ne sont pas épanchés), notamment en raison d'une « persistance » plus ou moins importante dans l'atmosphère (détection un mois après les périodes d'épandages). Notons aussi que l'alachlore pourrait servir de traceur dans l'atmosphère par rapport aux traitements du maïs. Par exemple, un site peut éventuellement être sous l'influence plus ou moins importante d'une culture du maïs et ainsi les concentrations en alachlore peuvent varier en fonction des régimes de vents.

Au contraire, d'autres composés présentent des fréquences de détections élevées sur les sites où ils sont théoriquement utilisés et très faibles voire nulles sur les sites où ils ne le sont pas. C'est le cas de la terbuthylazine, la diflufénicanil, l'acétonifène et l'oxadiazon (tableau 9). Les concentrations mesurées sont généralement peu élevées (inférieures au nanogramme par mètre cube). Ces pesticides pourraient être moins « persistants » dans l'atmosphère. Ils peuvent aussi avoir moins tendance à se retrouver dans l'air ambiant en raison des modes d'épandages, des quantités utilisées, des propriétés physico-chimiques des composés.

Substances Actives	Fréquence de détection			Concentration maximale en ng/m <sup>3</sup>		
	Rural céréalière	Périurbain diversifié	Urbain	Rural céréalière	Périurbain diversifié	Urbain
Fenpropimorphe	100%	100%	100%	23,46	1,95	1,01
Pendiméthaline	90%	88%	88%	5,74	0,66	0,34
Alachlore	90%	100%	100%	1,71	17,83	2,14
Chlorothalonil	100%	100%	100%	3,78	0,62	1,14
Terbuthylazine	10%	100%	100%	0,06	0,35	0,18
Diflufénicanil	0%	75%	88%	-	0,07	0,19
Acétonifène	70%	75%	25%	0,26	1,03	0,06
Oxadiazon	0%	63%	75%	-	0,07	0,18
Lindane	100%	100%	100%	0,69	0,73	0,55
Trifluraline	100%	100%	100%	0,67	0,5	0,31

Tableau 9 : Fréquences de détections et concentrations maximales pour le printemps 2002

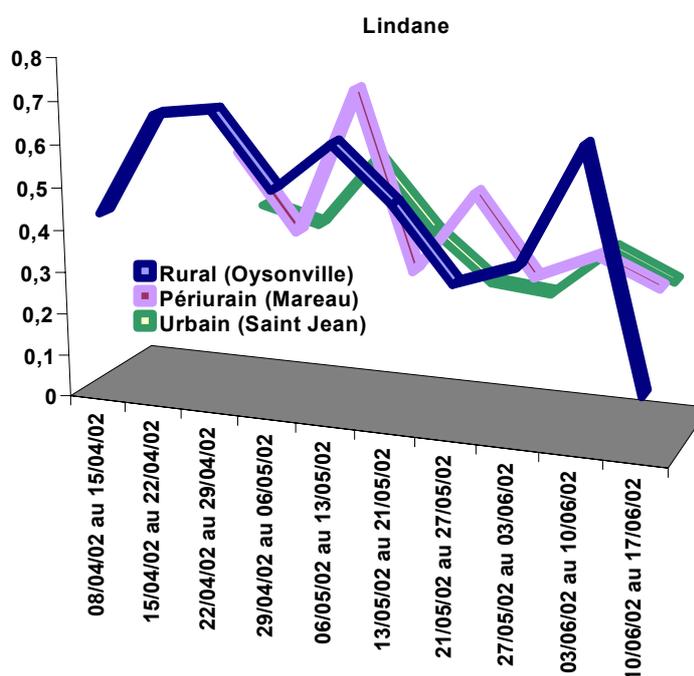
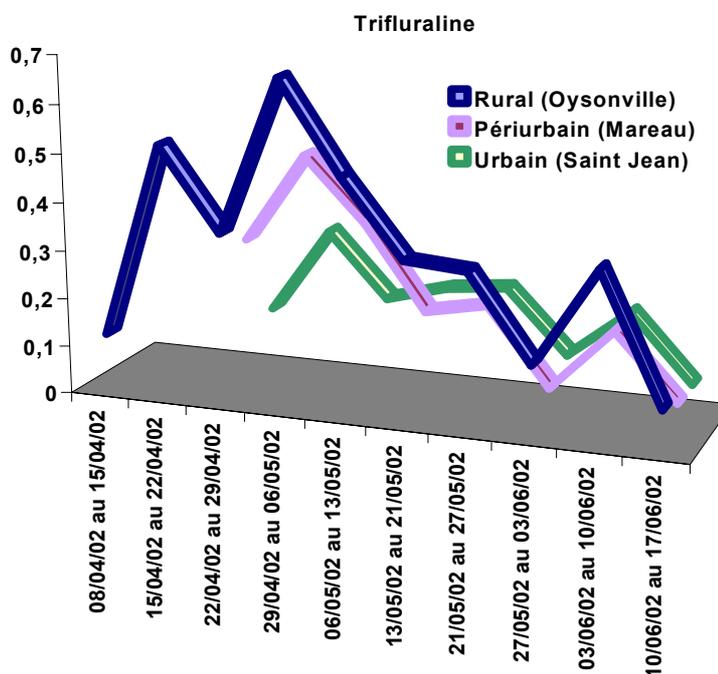
### III.2 Lindane et Trifluraline

Comme le montre le tableau 9, le lindane et la trifluraline sont retrouvés à des concentrations assez faibles sur l'ensemble des sites et des prélèvements de printemps et d'été.

Le lindane est retrouvé sur l'ensemble des prélèvements. Pourtant, il est interdit d'utilisation depuis juillet 1998. La trifluraline est détectée sur les prélèvements très régulièrement pendant ses périodes d'utilisation en mars et en automne [11], mais aussi en dehors, par exemple au printemps et au début de l'été.

L'hypothèse de l'existence d'un « niveau de fond » pour le lindane et la trifluraline peut éventuellement être avancée. Les deux graphiques ci-contre montrent l'évolution des concentrations sur les trois sites de mesures du printemps. Les concentrations sont très proches et l'évolution de ces concentrations est semblable entre les sites. L'évolution des concentrations pourrait s'expliquer par des différences de conditions météorologiques.

Ces composés pourraient présenter une durée de vie importante dans l'atmosphère ou encore leur présence pourrait être la conséquence d'une émission d'une autre source réservoir (sol...) vers l'atmosphère. Il faut noter que d'après les travaux d'Atkinson, la trifluraline est dégradée en quelques heures par photolyse dans l'atmosphère [13]. D'après la bibliographie, les temps de demie vie dans le sol (DT 50 en jours) sont de 38 à 400 jours (valeurs extrêmes) pour le lindane et de 186 à 255 jours pour la trifluraline.



### III.2 Des révélateurs de l'utilisation urbaine des pesticides

Les produits phytosanitaires sont utilisés en zone non agricole (entretien des routes et des autoroutes, golfs...) et notamment en zone urbaine (communes, particuliers...). D'après une étude du SRPV, le produit le plus utilisé est le glyphosate. Pour le moment, nous ne mesurons pas ce composé dans l'atmosphère. Cependant d'autres composés sont aussi utilisés au printemps comme l'oxadiazon, et le

diflufénicanil. D'après les indications, ces deux produits sont utilisés uniquement en zone non cultivée à cette période.

Les mesures du printemps sur les sites urbain, périurbain et rural révèlent pour l'oxadiazon et le diflufénicanil des fréquences de détection élevées en milieu urbain et périurbain et nulles sur le site rural (tableau 9). Ce constat avait aussi été établi au printemps 2001 pour l'oxadiazon.

	Fréquence de détection du diflufénicanil	Fréquence de détection de l'oxadiazon	Nombre de prélèvements
Rural céréalier	0%	0%	10
Périurbain	75%	63%	8
Urbain	88%	75%	8

Tableau 9 : Fréquence de détection pour chaque site pour l'oxadiazon et le diflufénicanil

La présence d'oxadiazon et de diflufénicanil dans l'air ambiant peut témoigner de leur utilisation dans les zones urbaine et périurbaines au printemps. Il apparaît d'après les résultats que ces composés ne sont pas utilisés sur les cultures au printemps.

## Conclusion

Au cours des campagnes du printemps et de l'été 2002, 18 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 à des concentrations de l'ordre du nanogramme par mètre cube. Le printemps est marqué par un plus grand nombre de composés détectés et des concentrations plus élevées. Durant le printemps et l'été, le lindane, la trifluraline et la chlorothalonil ont été retrouvés sur les 33 prélèvements réalisés.

Les résultats semblent indiquer que la trifluraline et le lindane se trouveraient dans l'atmosphère sous forme de niveau de fond en dehors de la période d'application de la trifluraline et malgré l'interdiction d'utilisation du lindane. Certaines substances actives (oxadiazon et diflufénicanil) semblent témoigner de l'utilisation des produits phytosanitaires en milieu urbain notamment par les communes.

Comme déjà annoncé, l'année 2002 se terminera par le suivi des concentrations en pesticides sur Châteauroux, Bourges et Orléans durant l'automne. Des mesures en milieu rural seront aussi réalisées durant le mois de décembre.

Nous envisageons, pour 2003, de continuer l'estimation des concentrations en produits phytosanitaires sur les grandes agglomérations de la région. Les agglomérations de Chartres et Blois sont les deux dernières pour lesquelles des mesures n'ont pas été effectuées. Les premières indications conséquentes aux travaux réalisées en 2002 demandent à être confirmées. Pour cela, un suivi continu sur l'ensemble de l'année sera réalisé en milieu urbain et rural. Cette étude permettra d'estimer la variation annuelle des concentrations en pesticides et d'approcher leurs comportements atmosphériques. Une comparaison des deux sites sera réalisée pour en tirer les différences d'exposition au niveau des concentrations, des types de produits et du nombre de composés.

Les deux axes de travail lors de l'année 2003, seront le comportement et le devenir des pesticides dans l'atmosphère en partenariat avec le Laboratoire de Combustion des Systèmes Réactifs du CNRS d'Orléans et une approche de l'exposition de la population. Une étude en collaboration avec la CIRE<sup>8</sup> Centre Ouest permettra de déterminer les concentrations auxquelles sont exposés les habitants d'un canton pomicole. Le laboratoire de recherche travaillera sur les temps de vie dans l'atmosphère de quelques molécules choisies en menant des expériences en chambres de simulation. Une confrontation des mesures sur le terrain et des résultats expérimentaux sera réalisée. Ces deux études permettront le développement des connaissances concernant les produits phytosanitaires dans l'atmosphère.

---

<sup>8</sup> Cellule Inter Régionale d'Epidémiologie

## Bibliographie

- [1] K Haraguchi, E Kitamura, T Yamashita, A Kido Simultaneous determination of traces pesticides in urban air. Atmos. Environm. 28 n°7 1319-1325 1994
- [2] M Chevreuil, M Gamouna, M J Teil, A Chesterikoff, Occurrence of organochlorines (PCBs, pesticides and herbicides (triazines, phenyluras)) in the atmosphere in the fallout form urbain and rural stations of the paris area. The Science of the total Environment 182, 25-37 1996
- [3] A Sanusi, M millet, H Wortham, P Mirabel A multiresidue method for determination of trace levels of pesticides in atmosphère. Analisis 25 302-308 1997
- [4] M Trevisan, C Montepiaini ,L Ragossa, C Bartoletti, E Ioannilli, A A M Del Re, pesticides in Rainfall and air in Italy. Environmental Pollution 80, 31-39 1993
- [5] A Sanusi, M millet, H Wortham, P Mirabel Atmospheric Contamination by Pesticides : Determination in the liquid, Gaseous and particule phases. Environment Science and Pollution Research 4 (3) 172-180 1997
- [6] T ; Bidleman, M D Walla, R Roura, E Carr, S Scmidt, Organochlorine pesticides in the atmosphere of the the Southern Ocean and Antartica. Marine pollution Bulletin26, 258-262 1993
- [7] Rapport du comité permanent de l'environnement et du développement durable , Les pesticides un choix judicieux s'impose pour protéger la santé et l'environnement, 2000 (<http://www.part.gc.ca/InfoComDoc/36/2/ENVI/Studies/Repports/envi01/11-ch4-f.html>)
- [8] 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
- [9] 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
- [10] Fabrice Marlière, Mesure des pesticides dans l'atmosphère, Laboratoire Central de la Qualité de l'air INERIS, Décembre 2000
- [11] Lig'Air, Les pesticides en milieu atmosphérique: Etude en région Centre 2000-2001, novembre 2001
- [12] Lig'Air Les pesticides en milieu atmosphérique: Etude en région Centre automne 2001, janvier 2002
- [13] Atkinson and al, Transformation of pesticides in the atmosphere : a state of art,Water, Air, and Soil Pollution 115 : 219-143,1999

## 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 pré-sélectionner 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 pré-sélectionner 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, pré-sélectionnés. 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	****	$\text{C}_{13}\text{H}_{16}\text{F}_3\text{N}_3\text{O}_4$	Colza, tournesol, pois, cultures légumières	H	172773 (6)	Oui	$0,001 \leq \text{DJA} < 0,01$
Aclonifen	***	$\text{C}_{12}\text{H}_9\text{ClN}_2\text{O}_3$	Tournesol, pois, cultures légumières	H	156367 (8)	Oui	0,02
Chlortoluron	***	$\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{ClN}_2\text{O}$	Blé, orge	H	72234 (16)	Oui	0,02
Cyprodinil	***	$\text{C}_{14}\text{H}_{15}\text{N}_3$	Blé, orge, vigne	F	83231 (14)	Oui	0,03
Diflufénicanil	***	$\text{C}_9\text{H}_{11}\text{F}_5\text{N}_2\text{O}_2$	Blé, orge	H	185601 (5)	Oui	0,25
Fenpropimorphe	***	$\text{C}_{20}\text{H}_{33}\text{NO}$	Blé, orges	F	31101 (35)	Oui	0,003

Métazachlore	***	C <sub>14</sub> H <sub>16</sub> ClN <sub>3</sub> O	Colza	H	47256 (25)	Oui	0,05
Métolachlore	***	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> ClNO <sub>2</sub>	Maïs, Tournesol	H	217567 (2)	Oui	0,03
Parathion ethyl	***	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> NO <sub>5</sub> PS	Viticulture	I	530 (148)	Oui	0,001≤DJA<0,01
Pendiméthaline	***	C <sub>13</sub> H <sub>19</sub> N <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Pois, vignes	H	40468 (27)	Oui	0,05
Simazine	***	C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> ClN <sub>5</sub>	Arboriculture, vigne	H	24808 (44)	Oui	0,001
Tébutane	***	C <sub>15</sub> H <sub>23</sub> NO	Colza	H	207720 (3)	Oui	0,15
Aminotriazole	**	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> N <sub>4</sub>	Arboriculture, vigne, Horticulture	H	66335 (19)	Non	0,001≤DJA<0,01
Arsenic de l'arsenite de sodium	**	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> O	Vigne	F	57364 (22)	Non	?
Bifenox	**	C <sub>14</sub> H <sub>9</sub> Cl <sub>2</sub> NO <sub>5</sub>	Blé, orges	H	13042 (65)	Oui	0,03
Carbendazime	**	C <sub>9</sub> H <sub>9</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	Colza, tournesol, pois, blé, orge, vigne, betterave	F	302236 (1)	Nom	0,03
Chlorméquat chlorure	**	C <sub>5</sub> H <sub>13</sub> Cl <sub>2</sub> N	Colza, blé, orge	C	129399 (10)	Non	0,05
Chlorothalomid	**	C <sub>8</sub> Cl <sub>4</sub> N <sub>2</sub>	Pois, blé, orge, cultures légumières, vigne	F	89809 (12)	Non	0,01
Clodinafop propargyl	**	C <sub>17</sub> H <sub>13</sub> ClFNO <sub>4</sub>	Blé, Orges	H	6020 (96)	Non	0,001≤DJA<0,01
Clopyralid	**	C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>2</sub> NO <sub>2</sub>	Maïs, blé, orge	H	2306 (126)	Oui	0,05
Dichlorprop	**	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Blé, orge	H	34 111 (32)	Oui	0,12
Dicofol	**	C <sub>14</sub> H <sub>9</sub> Cl <sub>5</sub> O	Viticultures	I	10755 (71)	Non	0,001≤DJA<0,01
Diethion	**	C <sub>9</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub> P <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	Viticulture	I	5212 (102)	Non	0,001≤DJA<0,01
Dinocap	**	C <sub>18</sub> H <sub>24</sub> O <sub>6</sub> N <sub>2</sub>	Viticultures	F	3695 (117)	Non	0,001≤DJA<0,01
Diquat	**	C <sub>12</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub>	Cultures légumières, Viticultures	H	11091 (70)	Non	0,001≤DJA<0,01
Epoconazole	**	C <sub>17</sub> H <sub>13</sub> ClFN <sub>3</sub> O	Blé, orges	F	16052 (60)	Oui	0,01
Fenpropidine	**	C <sub>19</sub> H <sub>31</sub> N	Blé, orge, betterave	F	28884 (37)	Non	0,005
Fentine acetate	**	C <sub>20</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub> Sn	Betterave industrielle	F	2548 (125)	Non	0,0001≤DJA<0,001
Flusilazole	**	C <sub>16</sub> H <sub>15</sub> F <sub>2</sub> N <sub>3</sub> Si	Arboriculture Blé, orges Viticultures	F	14378 (63)	Non	0,001≤DJA<0,01
Glyphosate	**	C <sub>5</sub> H <sub>15</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> P	Arboriculture, vigne, horticulture	H	81227 (15)	Non	0,02
Iprodione	**	C <sub>13</sub> H <sub>13</sub> Cl <sub>2</sub> N <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	Colza, arboriculture, cultures légumières, vigne	F	48768 (24)	Non	0,6
Linuron	**	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> Cl <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Pois, cultures légumières	H	4081 (113)	Oui	0,001≤DJA<0,01
Mancozebe	**	(C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> N <sub>2</sub> MnS <sub>4</sub> ) <sub>x</sub> (Zn) <sub>y</sub>	Arboriculture, cultures légumières, vigne, horticulture	F	133097 (9)	Non	0,5 OMS 0,3 Fra
MCPP	**	C <sub>10</sub> H <sub>11</sub> ClO <sub>3</sub>	Blé, orge	H	15049 (62)	Oui	0,01
Méta mitrone	**	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> N <sub>4</sub> O	Betterave	H	109013 (11)	Non	0,03
Metconazole	**	C <sub>17</sub> H <sub>22</sub> ClN <sub>3</sub> O	Blé, orge	F	23075 (47)	Non	0,001≤DJA<0,01
Norflurazon	**	-	Arboriculture Vigne	H	61214 (20)	Non	0,04
Oryzalin	**	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> N <sub>4</sub> O <sub>6</sub> S	Vigne	H	39137 (28)	Non	0,05
Quinalphos	**	C <sub>12</sub> H <sub>15</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> P <sub>5</sub>	Viticultures	I	8567 (80)	Non	0,0001≤DJA<0,001
Sulcotrione	**	C <sub>14</sub> H <sub>13</sub> ClO <sub>5</sub> S	Maïs	H	24709 (45)	Non	<0,0001

Sulfosate	**	C <sub>6</sub> H <sub>16</sub> NO <sub>5</sub> PS	Vigne	H	67781 (18)	Non	0,1
Tebufenpyrad	**	C <sub>18</sub> H <sub>24</sub> N <sub>3</sub> O	Arboriculture, Viticulture	I	1183 (137)	Non	0,001≤DJA<0 ,01
Thiocyanate d'amonium	**	-	Arboriculture Vigne	H	59507 (21)	Non	?
Thiometon	**	C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> O <sub>2</sub> PS <sub>3</sub>	Grandes cultures	I	8578 (79)	Non	0,001≤DJA<0 ,01
Thirame	**	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	Vigne, horticulture	F	37611 (29)	Non	0,01
Triazamate	**	C <sub>13</sub> H <sub>22</sub> N <sub>4</sub> O <sub>3</sub> S	Betterave industrielle	I	1387 (133)	Non	0,001≤DJA<0 ,01

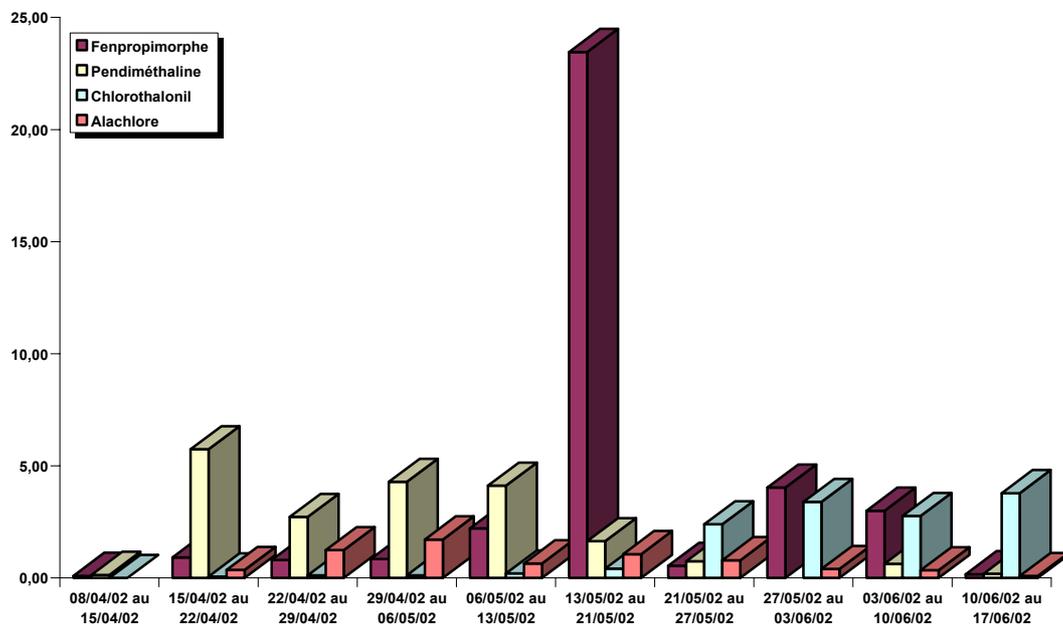
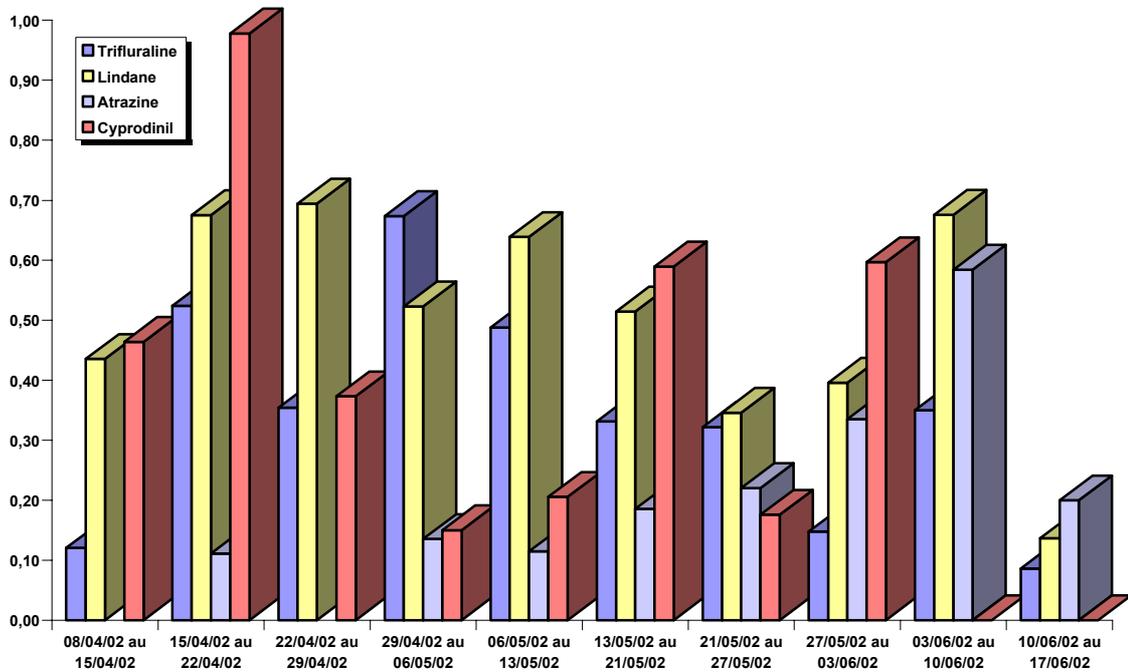
H : herbicide, I : insecticide, F : fongicide  
Liste des pesticides à rechercher dans les prélèvements

Nous arrivons à un total de 52 produits, dont 18 composés « prioritaires ». Nous n'avons pas pris en compte ni la faisabilité ni le coût de l'analyse des produits. Cette liste constitue une base pour élaborer la liste des pesticides analysés par les laboratoires.

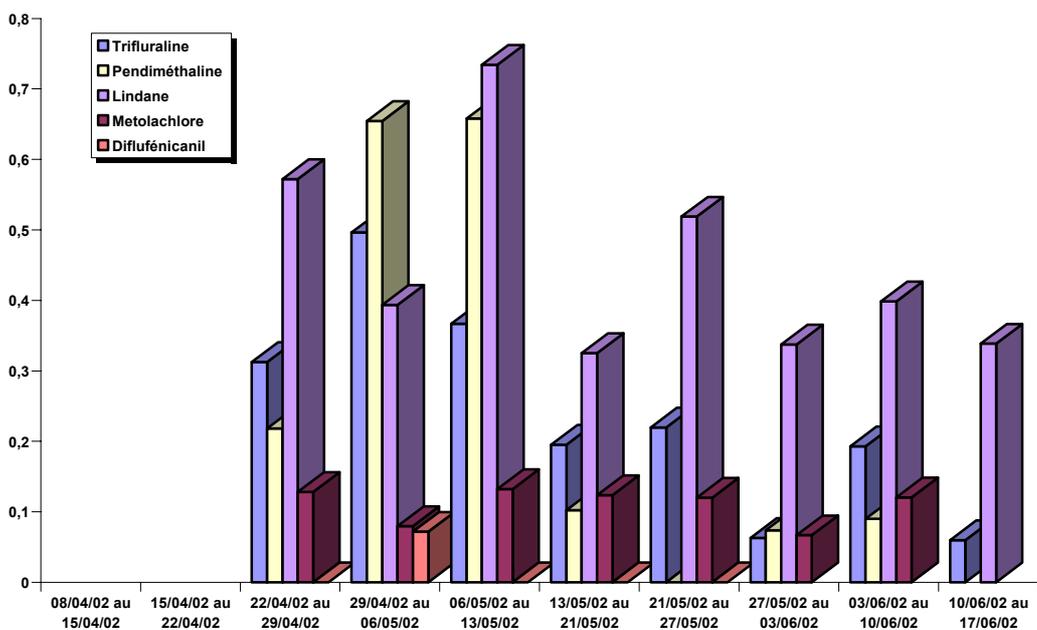
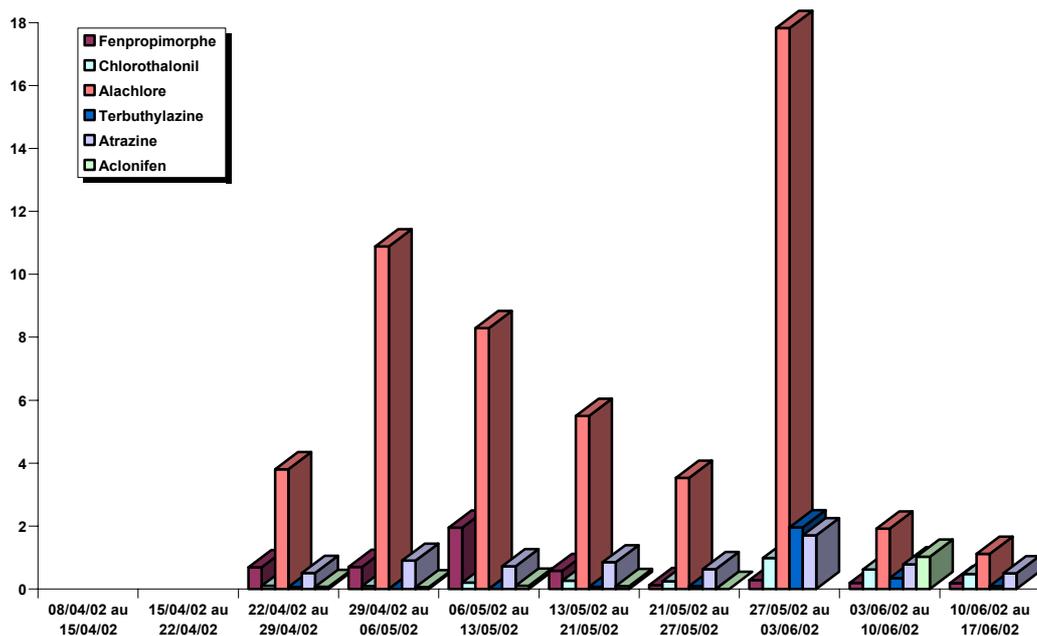
## Annexe 2: Evolution des concentrations en pesticides sur les sites du printemps

L'évolution des concentrations en nanogramme par mètre cube est présentée pour les composés dont les fréquences de détections sont supérieures à 75% sur chaque site.

Site rural céréaliier Oysonville (28) :



Site périurbain avec une agriculture diversifiée, Mareau-aux-prés (45)



Site urbain Saint-Jean-de-Braye (45)

