

Mesure des pesticides en Poitou-Charentes

Comportement temporel et spatial

De juin 2001 à décembre 2003

Référence : de juin 2001 à décembre 2003

Date : octobre 2004

Auteur : ATMO Poitou-Charentes, Fabrice VALLET

SOMMAIRE

SOMMAIRE	I
A INTRODUCTION	II
B AUTRES RAPPORTS DISPONIBLES	III
C GLOSSAIRE	IV
C GENERALITES SUR LES PESTICIDES ET LEUR MESURE EN POITOU-CHARENTES	V
E RAPPELS SUR LA METROLOGIE DES PESTICIDES DANS L’AIR	IX
F RESUME	XI
1 QUELQUES PRECAUTIONS, BASES D’INTERPRETATION	1
1.1 INCERTITUDES DE LA MESURE.....	1
1.2 INFLUENCE DE LA TECHNIQUE DE MESURE	2
1.3 REPRESENTATIVITE DES SITES DE MESURE	3
1.4 CARACTERISATION DES UTILISATIONS	4
2 RESULTATS PAR SUBSTANCE ACTIVE	5
3 CARACTERISATION DU COMPORTEMENT DES PESTICIDES DANS L’AIR	26
3.1 COMPORTEMENT SPATIAL ET COMPORTEMENT TEMPOREL.....	26
3.2 COMPORTEMENT SPATIAL	26
3.2.1 <i>Transport des pesticides dans l’air</i>	26
3.2.2 <i>Répartition spatiale sur la région</i>	27
3.3 COMPORTEMENT TEMPOREL	28
3.3.1 <i>Comportement temporel et période d’utilisation</i>	28
3.3.2 <i>Comportement temporel et persistance dans l’air</i>	29
3.4 SYNTHESE DES COMPORTEMENTS	30
3.5 APPLICATIONS ET PERSPECTIVES	32
3.6 PARAMETRES EXPLICATIFS	32
4 PERSPECTIVES	33
5 CONCLUSION	34
G LISTE DES FIGURES	35

A INTRODUCTION

Ce rapport récapitule l'ensemble des résultats de mesure des principaux pesticides retrouvés dans l'air en Poitou-Charentes durant **trois ans de 2001 à 2003 sur les sites picto-charentais de Surgères, Cognac, La Rochelle, Niort et Poitiers.**

Plusieurs objectifs sont visés :

- **Comparer les concentrations en pesticides sur différents sites de la région**
- **Etudier l'influence de la zone agricole et des utilisations de pesticides sur les concentrations dans l'air**
- **Etudier l'évolution temporelle des pesticides en fonction de la semaine de l'année et des périodes de traitement**

Les concentrations de pesticides sont présentées par molécule. Cette approche peut s'apparenter à la vision régionale du bilan annuel que nous diffusons chaque année pour les polluants réglementés. En effet, la pollution de l'air se caractérise par un mélange de différents polluants qui ont des comportements différents dans l'air. Les sources sont différentes, leurs réactivités photo-chimiques également... De même, la pollution par les pesticides se caractérise par un mélange particulier et évolutif de molécules pouvant être chimiquement très différentes et correspondre à différentes utilisations. Afin de mieux comprendre et de caractériser cette pollution, nous avons choisi, dans ce rapport, d'étudier séparément le comportement des différents pesticides dans l'air.

Une telle approche avait déjà été abordée dans la partie intitulée « Caractérisation de la présence de 12 pesticides les plus abondamment retrouvés » du rapport « **Mesure des pesticides dans l'atmosphère en Poitou-Charentes** » publié fin 2002 par ATMO Poitou-Charentes. Mais un plus grand nombre de données a été pris en compte dans ce rapport, les utilisations agricoles ont été mieux définies et l'incertitude de la mesure utilisée lors de l'interprétation des résultats.

Ce rapport traite spécifiquement du comportement des pesticides dans l'air. D'autres rapports disponibles auprès d'ATMO Poitou-Charentes permettent d'en savoir plus sur la pollution par les pesticides en Poitou-Charentes.

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 :

- 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

(Voir le rapport intitulé « Mesure des pesticides dans l'atmosphère en Poitou-Charentes » publié fin 2002 par ATMO Poitou-Charentes)

- Caractérisation de la pollution par les pesticides pour 3 villes : La Rochelle et Niort d'août à décembre 2002, Niort et Poitiers de mars à juin 2003, et Poitiers de juillet à décembre 2003.
- Etude de répartition spatiale des pesticides sur la Communauté d'Agglomération de Poitiers

(Voir le rapport intitulé « Mesure des pesticides dans l'atmosphère en Poitou-Charentes d'août 2002 à décembre 2003 » publié en mai 2004 par ATMO Poitou-Charentes)

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

(Voir le rapport intitulé « Rapport technique sur la mesure des pesticides dans l'air en Poitou-Charentes » publié en mai 2004 par ATMO Poitou-Charentes)

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 janvier 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

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 n'ont été obtenues que 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 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**.

Pesticides recherchés

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 ci-dessous présente les principaux critères retenus afin de sélectionner une liste caractéristique des utilisations régionales. **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. 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).

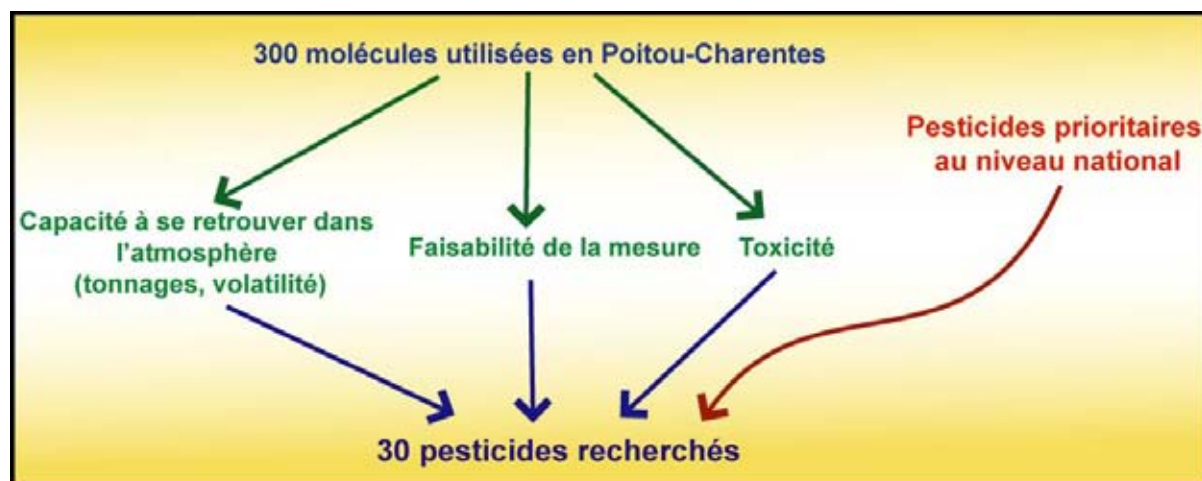


Figure 1 : mode de sélection d'une liste de pesticides à rechercher dans l'air ambiant en Poitou-Charentes

Quelques caractéristiques de la liste étudiée d'août 2002 à août 2003 :

- ❖ Avec 1 pesticide recherché pour 10 utilisés en Poitou-Charentes, elle représente ¼ des tonnages de la région.
- ❖ En terme de nombre de molécules, les proportions d'herbicides (47%), d'insecticides (27%) et de fongicides (27%) de la liste sont presque identiques aux utilisations régionales.
- ❖ Les herbicides représentent 85% des tonnages de pesticides de la liste, contre 12% pour les fongicides et 3% pour les insecticides. Sur la région, les fongicides représentent 34 % des tonnages utilisés, si bien qu'ils sont sous-représentés dans la liste au profit des herbicides. Dans la liste modifiée en août 2003, des fongicides plus abondamment utilisés ont ainsi été retenus.

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.

Quelques résultats

Résultats généraux

Une trentaine de pesticides a été recherchée et une quinzaine de molécules a été retrouvée régulièrement dans l'air ambiant des villes de la région. Chaque prélèvement se caractérise par un mélange de nombreux pesticides. La diversité des pesticides mesurés est d'une manière générale plus importante au printemps qu'à l'automne. Ceci est corrélé avec le fait qu'un plus grand nombre de cultures est traité au printemps (maïs, tournesol, blé, orge...), alors qu'en Poitou-Charentes, les pesticides mesurés à l'automne sont essentiellement liés au traitement du colza. En revanche, les concentrations cumulées ne sont pas forcément plus importantes au printemps.

Si certaines molécules sont retrouvées sur tous les sites, les profils de pesticides ne sont pas identiques. Les proportions de ces molécules varient en fonction des sites. On retrouve aussi des molécules traceuses de certaines utilisations, comme la terbutylazine autour de Cognac (utilisations viticoles). Les profils de pesticides varient également en fonction de la période de l'année et du prélèvement.

Chaque prélèvement se caractérise donc par un mélange complexe et évolutif de pesticides.

Quelques particularités locales

La Rochelle présente la particularité d'être située en bord de mer. Les concentrations en pesticides sont négligeables lorsque les vents proviennent de la mer. Une fois cette conclusion démontrée, **les prélèvements ont été réalisés uniquement par vents de terre.**

La ville de Cognac présente une forte influence viticole autour de la ville et des **molécules traceuses d'utilisations viticoles ont été détectées**. Des concentrations plus importantes en pesticides auraient pu être obtenues si certaines molécules traceuses de la vigne plus utilisées avaient été recherchées.

Répartition spatiale des pesticides sur la Communauté d'Agglomération de Poitiers

Du 19/08 au 07/10/2003, les concentrations en pesticides sont très proches et varient de la même manière que l'on soit en plein centre-ville de Poitiers ou sur 3 sites péri-urbains plus ou moins proches des cultures.

Les pesticides seraient ainsi présents de manière assez homogène sur les agglomérations lorsque l'on ne se situe pas à proximité immédiate de traitements.

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 2 : 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 débits constants, 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** 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 **recupération** à l'analyse
- L'**incertitude** de l'analyse

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

F RESUME

Deux types de comportement des pesticides dans l'air ont été décrits dans ce rapport : un comportement temporel et un comportement spatial.

Concernant le comportement spatial, un transport des pesticides a été mis en évidence en provenance de zones utilisatrices vers des zones réceptrices. Dans le cadre de nos mesures, la plupart des pesticides mesurés dans les zones urbaines provenaient essentiellement des zones agricoles environnantes.

Les différences de concentrations en pesticides dans l'air entre les différents sites de fond étudiés sont bien souvent très faibles en comparaison aux différences d'utilisations cantonales de ces pesticides. Les concentrations en pesticides sont ainsi relativement homogènes sur nos différentes campagnes de mesure.

Le comportement temporel des pesticides dans l'air est sensiblement identique quelque soit le site de mesure. Des variations de concentrations ont été mises en évidence en fonction de la période de l'année, ces variations étant plus ou moins importantes en fonction des molécules. 4 grands types de comportements ont été mis en évidence en fonction de la rémanence des pesticides dans l'air après traitement.

1 QUELQUES PRECAUTIONS, BASES D'INTERPRETATION

La comparaison des données obtenues sur différents sites nécessite de prendre certaines précautions. En effet, des techniques de mesure différentes ont parfois été utilisées, les prélèvements ont été effectués à des périodes différentes et la mesure de quelques molécules peut être incertaine...

Les données agricoles sont aussi très importantes pour l'interprétation des résultats obtenus et la définition du comportement des pesticides dans l'atmosphère. Nous avons ainsi travaillé en collaboration avec différents organismes pour les obtenir : Chambres d'Agricultures et Fredon notamment.

1.1 Incertitudes de la mesure

Nous avons souhaité introduire dans ce rapport la notion d'incertitude liée à l'analyse et au biais sur le prélèvement pouvant concerner certains composés. **Cela nous permet d'adapter l'interprétation des résultats à la précision de la mesure.** L'incertitude indiquée pour l'analyse peut sembler parfois importante, mais les résultats du laboratoire avec lequel nous travaillons (Ianesco Chimie) sont parmi les meilleurs et les plus fiables du marché.

Pour plus de renseignements sur la qualité des mesures de pesticides réalisée par ATMO Poitou-Charentes, se reporter

au rapport technique intitulé :

« **Rapport technique sur la mesure des pesticides en Poitou-Charentes** »

publié en mai 2004 par ATMO Poitou-Charentes

et au rapport

« **Mesure des pesticides dans l'atmosphère en Poitou-Charentes** »

publié en 2002 par ATMO Poitou-Charentes

Les résultats de certains pesticides qui présentent une incertitude de la mesure très élevée auraient pu être invalidés et non diffusés compte-tenu de leur manque de fiabilité, mais nous avons tout de même préféré les présenter en signalant qu'il s'agissait d'une mesure indicative et peu précise. En effet, certains de ces pesticides sont parmi les plus abondamment retrouvés dans l'air en Poitou-Charentes.

1.2 Influence de la technique de mesure

Concernant l'analyse

Deux types d'analyses ont été utilisées pour l'obtention de ces résultats : la GC/MSMS et la GC/MS. La GC/MS n'a été utilisée que pour le site de Surgères de juin à novembre 2001. Les écarts avec les résultats s'ils avaient été effectués en GC/MSMS ne devraient pas être très importants (voir rapport technique comparant les résultats obtenus avec ces deux techniques).

Les mesures effectuées en GC/MSMS sont considérées comme plus fiables du fait qu'elles limitent les risques d'interférences.

Concernant le prélèvement

2 techniques d'échantillonnage ont été utilisées pour l'obtention de ces données : mesures de 24 heures avec un préleveur haut-volume (DA80) ou mesures hebdomadaires avec un préleveur bas-volume (Partisol).

Les comparaisons de préleveurs et de stratégies d'échantillonnage réalisées par ATMO Poitou-Charentes ou d'autres AASQA ont montré que **si les mesures étaient du même ordre de grandeur avec ces deux techniques, les écarts pouvaient tout de même aller du simple au double pour certains composés et prélèvements.**

L'utilisation de préleveurs différents et de durées d'échantillonnage différentes doit être prise en compte lors de l'interprétation des résultats.

- ❖ Les campagnes de **Surgères** en 2001, de **Niort** et de **Poitiers** en 2003 ont été effectuées à l'aide de **préleveurs moyen-volume Partisol réalisant des prélèvements d'une semaine en continu.**
- ❖ Les campagnes réalisées à **Cognac, Niort** et **La Rochelle** en 2002 ont été effectuées à l'aide de **préleveurs haut-volume DA80 réalisant des prélèvements de 24h à fréquence hebdomadaire.**

Pour les prélèvements avec le DA80, les mesures journalières de 24 heures ne sont pas forcément représentatives de la semaine de mesure du fait des fluctuations journalières des concentrations pouvant avoir lieu dans l'atmosphère.

Ces différences de protocoles de prélèvement, auxquelles s'ajoute l'incertitude de l'analyse, peuvent rendre délicate la comparaison des concentrations entre les différents sites si ces écarts ne sont pas suffisamment importants.

1.3 Représentativité des sites de mesure

Dans ce rapport, nous comparons les concentrations en pesticides sur des points de mesure situés dans différentes villes.

Macro-implantation

Le site de mesure de **Poitiers** se situe en périphérie de l'agglomération, alors que les sites de **Niort**, de **Cognac** et de **La Rochelle** étaient positionnés en plein centre-ville. De plus, la taille de ces villes est différente, plaçant les points de mesure à des distances plus ou moins importantes des cultures agricoles les plus proches. Ces points de mesure sont-ils donc bien représentatifs des utilisations agricoles environnantes ? Quelle est l'influence du choix du site sur une agglomération ?

L'étude de répartition spatiale des concentrations en pesticides sur 4 sites de la ville de Poitiers fin 2003 nous laisse penser que **la localisation du site sur une agglomération pourrait ne pas présenter de grande influence sur les concentrations mesurées à condition qu'il ne soit pas implanté à proximité directe de la source agricole.**

Micro-implantation

Les points de mesure choisis en centre-ville de Niort et de Cognac sont localisés à proximité de bâtiments, ce qui pourrait affecter la représentativité de ces sites. **Toutefois, la source principale de pesticides (l'agriculture) se trouvant éloignée de ces points de mesure, nous ne pensons pas que la proximité de ces bâtiments affecte réellement les concentrations en pesticides dans l'air.** Cela mériterait néanmoins d'être vérifié lors de campagnes de mesure.

Les points de mesure seraient ainsi relativement bien représentatifs des concentrations en pesticides de l'ensemble de l'agglomération.

1.4 Caractérisation des utilisations

Répartition spatiale

Les **cartes annuelles d'utilisations cantonales de pesticides en 2000** présentées dans ce rapport permettent de mettre en corrélation les concentrations mesurées sur les différents sites avec les utilisations autour de ces points de mesure.

Ces cartes ont été réalisées en utilisant les résultats de l'enquête sur l'utilisation des produits phytosanitaires en Poitou-Charentes en 2000 effectuée par la FREDON dans le cadre du GRAP (Groupement Régional d'Action contre la Pollution par les Produits Phytosanitaires en Poitou-Charentes). Cette enquête très complète prend à la fois en compte les utilisations agricoles et non agricoles.

Pour plus de renseignements sur ces données, se reporter au rapport intitulé :
« Enquête sur les utilisations de produits phytosanitaires en Poitou-Charentes »
disponible auprès du GRAP

Pour certains pesticides, les utilisations ont été modifiées depuis l'année 2000, et ces cartes devront être mises à jour en prenant en compte la réactualisation de cette enquête qui sera vraisemblablement effectuée dans les années à venir.

Il s'agit à l'heure actuelle des données quantitatives les plus précises dont nous disposons sur la région.

Evolution temporelle

Les données concernant les dates de traitement et utilisations de ces pesticides en grandes cultures, en arboriculture et en viticulture ont été obtenues auprès de spécialistes des Chambres d'Agriculture avec lesquels nous collaborons.

Malgré l'effort réalisé pour avoir la vision la plus juste et complète possible de l'utilisation des pesticides, il est toutefois possible que nos connaissances présentent quelques lacunes concernant certains composés. Certaines périodes durant lesquelles des concentrations relativement importantes de pesticides sont mesurées sans que nous puissions les expliquer pourraient ainsi être attribuées à des utilisations dont nous n'avons pas connaissance. Les utilisations de pesticides sont très diverses et il est très difficile d'avoir une vision exhaustive de ces utilisations.

2 RESULTATS PAR SUBSTANCE ACTIVE

TRIFLURALINE

Pesticide en moyenne le plus retrouvé dans l'air de la région fin 2002 - début 2003.

tournesol (du 15 mars au 15 mai) et colza (du 15 août au 15 octobre).

Herbicide enfoui dans le sol avant semis. Principales utilisations en Poitou-Charentes :

Il s'agirait de la **8^e substance active la plus abondamment utilisée** en Poitou-Charentes en 2000 avec environ 106 tonnes utilisées.

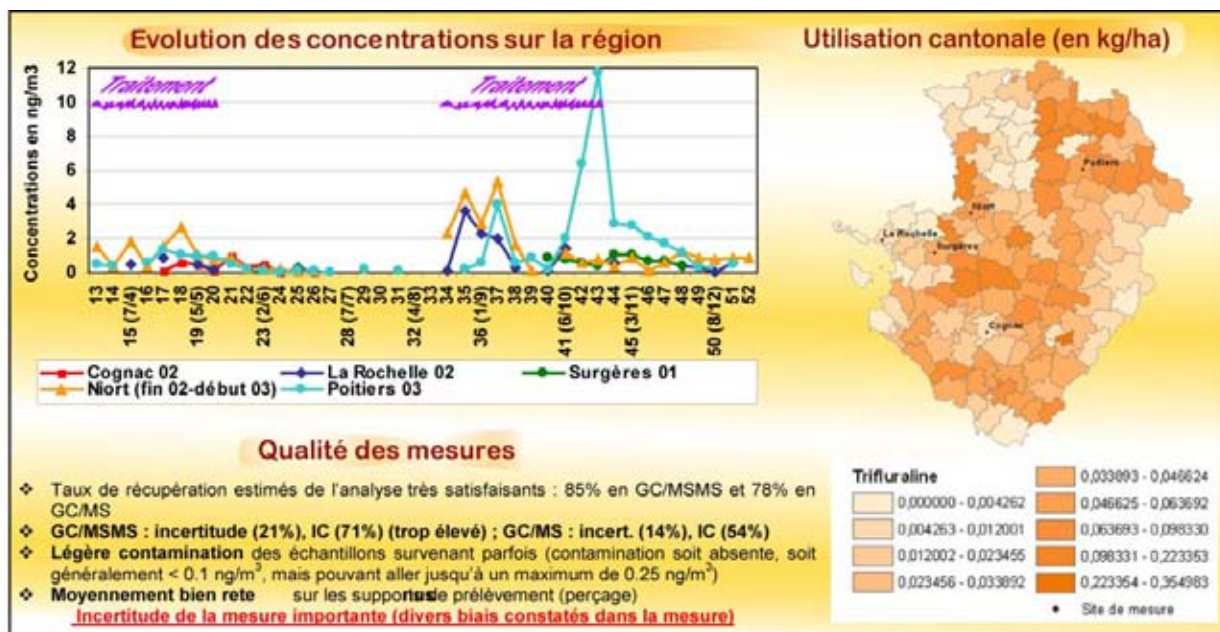


Figure 3 : évolution des concentrations en trifluraline sur la région de 2001 à 2003 en fonction de la semaine de l'année et utilisation moyenne cantonale de trifluraline en 2000 en kg ramenées à la surface cantonale en ha

Les concentrations en trifluraline varient entre 0 et 12 ng/m³ en fonction des campagnes de mesure et de la période d'étude. La précision de la valeur maximale est moyenne, compte tenu de l'incertitude de la mesure. Les concentrations maximales sont mesurées à l'automne durant ou juste après la période de traitement du colza et au printemps durant la période de traitement du tournesol.

pouvons exclure une moins bonne rétention de ce composé sur les supports de prélèvements à cette période.

La trifluraline persiste ensuite dans l'atmosphère à un certain niveau de concentrations qui peut atteindre 1 ng/m³ (voir 3 ng/m³ en dehors de la période de traitement à Poitiers fin 2003). Les teneurs en trifluraline dans l'air après les traitements d'automne sont ensuite stables jusqu'à la fin du mois de décembre, sauf pour le site de Poitiers fin 2003 où les concentrations diminuent progressivement jusqu'à fin décembre. Nous ne disposons pas de mesure de janvier à la mi-mars mais il est probable que la pollution persiste dans l'air à cette période. Après les traitements de printemps, les concentrations de trifluraline mesurées sont à la baisse sur l'ensemble des sites pour devenir quasiment nulles en juin. Cela pourrait provenir de moins bonnes conditions de volatilisation de la trifluraline à partir du sol de juin à août et/ou provenir de la dégradation plus importante de la molécule dans l'atmosphère, même si nous ne

Les concentrations de trifluraline sont du même ordre de grandeur sur l'ensemble des sites de mesure de la région à une période donnée de l'année (mis à part le pic de concentrations mesuré mi-octobre uniquement sur le site de Poitiers fin 2003 et pas sur les autres sites en 2001 et 2002). Nous pouvons toutefois constater de plus faibles niveaux de trifluraline au printemps à Cognac et à La Rochelle par rapport à Niort et Poitiers. Cela est corrélé avec les plus faibles utilisations de ce pesticide autour de La Rochelle et de Cognac. Mais d'autres facteurs peuvent aussi entrer en jeu. A Surgères, bien que le site se situe à proximité de cultures, les niveaux de trifluraline ne sont pas plus élevés que pour des sites urbains. Nous avons toutefois débuté les mesures en fin de période de traitement du colza, alors qu'elles ont débuté plus tôt dans l'année par la suite. **Ce pesticide serait tout de même facilement transporté des zones agricoles vers les zones urbaines.**

TEBUTAME

Second pesticide le plus retrouvé dans l'air de la région fin 2002 - début 2003.

Herbicide principalement utilisé en Poitou-Charentes sur les cultures de colza du 15/08 au 15/10, aussitôt après semis, de manière complémentaire à la trifluraline. Cet herbicide

serait plus utilisé que la trifluraline sur le colza en automne, mais la trifluraline est également utilisée sur le tournesol au printemps.

Il s'agirait de la **13^e substance active la plus abondamment utilisée** en Poitou-Charentes en 2000 avec environ 69 tonnes utilisées.

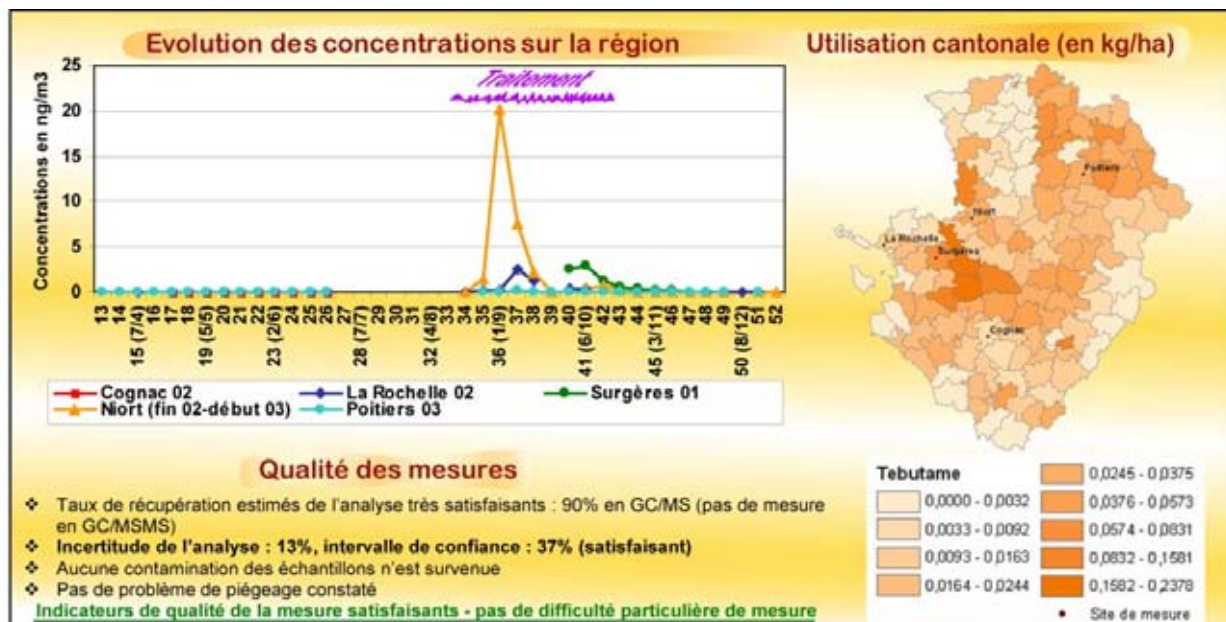


Figure 4 : évolution des concentrations en tebutame sur la région de 2001 à 2003 en fonction de la semaine de l'année et utilisation moyenne cantonale de tebutame en 2000 en kg ramenée à la surface cantonale en ha

Les concentrations de tebutame atteignent un maximum de 20 ng/m³ en centre-ville de Niort alors qu'elles ne dépassent pas 3 ng/m³ à La Rochelle durant la même période (fin 2002). Cela est corrélé avec les utilisations plus importantes de tebutame autour de Niort. Il s'agit de la plus forte concentration mesurée pour un pesticide en Poitou-Charentes. Ce pesticide n'est pas retrouvé dans l'air fin 2003 à Poitiers, alors qu'il était fortement utilisé dans le canton de Poitiers en 2000. Cela pourrait être lié à son interdiction d'utilisation en décembre 2003 qui aurait été anticipée par les agriculteurs.

A Surgères, les mesures réalisées en 2001 ont débuté en fin de période de traitement du colza à l'automne. Cela pourrait expliquer que les concentrations mesurées n'aient pas été beaucoup plus élevées que sur les autres sites de mesure malgré des utilisations plus importantes et la plus grande proximité des cultures.

En dehors de la période de traitement du colza (15/08 - 15/10), les concentrations dans l'air sont nulles sur l'ensemble des sites étudiés sur la région. On observe une décroissance très rapide des concentrations mesurées dans l'air après la période d'utilisation. Ce composé est peu persistant dans l'atmosphère. Aucune trace de tebutame n'est mesurée dans l'air du mois de novembre jusqu'à la mi-août sur la région. Nous ne disposons pas de mesure de janvier à la mi-mars mais il est presque certain que le tebutame n'est pas présent dans l'air à des concentrations significatives à cette période.

Le comportement du tebutame est ainsi très différent de celui de la trifluraline qui est aussi utilisée de manière complémentaire au tebutame comme herbicide sur les cultures de colza à l'automne.

LINDANE

Troisième pesticide le plus retrouvé dans l'air de la région fin 2002 - début 2003.

Insecticide interdit à l'utilisation en zones agricoles mais aussi en zones non agricoles et espaces verts depuis juillet 1998.

Autrefois, il était appliqué au sol, sur une grande variété de cultures dont le maïs et le tournesol, mais également en viticulture. Les périodes de traitement s'étaient de février à mai et en août pour les grandes cultures et en février-mars et octobre-novembre pour les vignes.

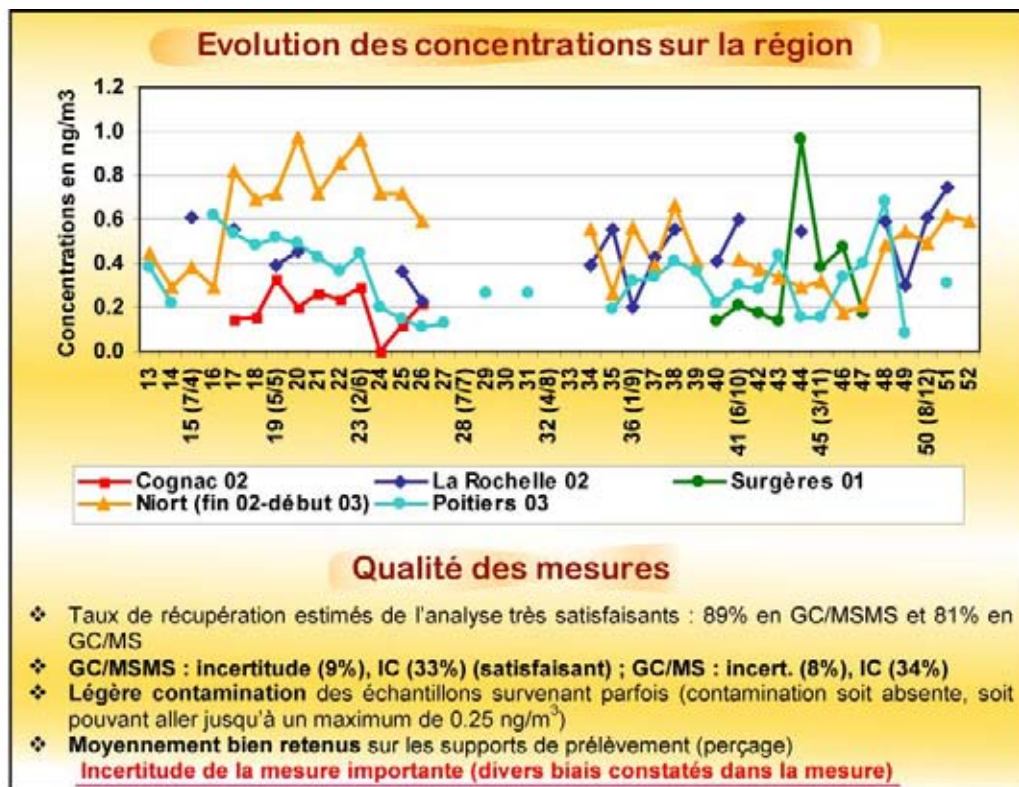


Figure 5 : évolution des concentrations en lindane sur la région de 2001 à 2003 en fonction de la semaine de l'année

Le lindane est présent dans l'atmosphère tout au long de l'année à des concentrations comprises entre 0 et 1 ng/m³ sur l'ensemble des sites de mesure. Cette présence quasiment permanente dans l'air sur l'ensemble des sites étudiés classe cette molécule en troisième place des pesticides les plus retrouvés dans l'atmosphère de la région d'août 2002 à août 2003. Et ce malgré le fait qu'il ne soit plus actuellement utilisé en France.

Compte tenu de l'incertitude importante de la mesure, les variations de concentrations en lindane doivent être considérées avec précaution de même que la comparaison des concentrations entre les différents sites.

Il semble toutefois que la ville de Niort présente au printemps 2003 des niveaux de lindane plus importants dans l'atmosphère que les autres villes. Cela pourrait provenir d'une utilisation plus intensive de ce composé en agriculture autour de la ville avant 1998. La ville de Cognac présente des niveaux de lindane peu élevés dans l'air au printemps 2002 en comparaison aux autres villes.

Mais ces comparaisons ne sont qu'indicatives car la mesure de ce composé n'est pas très précise dans l'air.

Quelle est l'origine du lindane mesuré dans l'air ? Le lindane pourrait provenir de diverses origines. Tout d'abord, une première hypothèse serait un transport à longue distance en provenance de pays où ce produit est encore utilisé (Est de l'Europe, Afrique, Amérique). Dans ce cas, le lindane (gamma HCH) peut être photodégradé dans l'air et se transformer en alpha HCH. De plus, en France, le lindane n'était utilisé que sous sa forme gamma HCH alors que l'alpha HCH peut aussi être utilisé seul ou en mélange avec le gamma HCH dans certains pays. Le ratio alpha HCH / gamma HCH donne ainsi une information sur l'origine de la masse d'air. Plus ce rapport est élevé, plus la masse d'air contenant du lindane aurait parcouru une grande distance. Les figures suivantes présentent les résultats des mesures d'alpha HCH à La Rochelle, Niort et Poitiers ainsi que les ratios alpha HCH / gamma HCH sur ces mêmes villes.

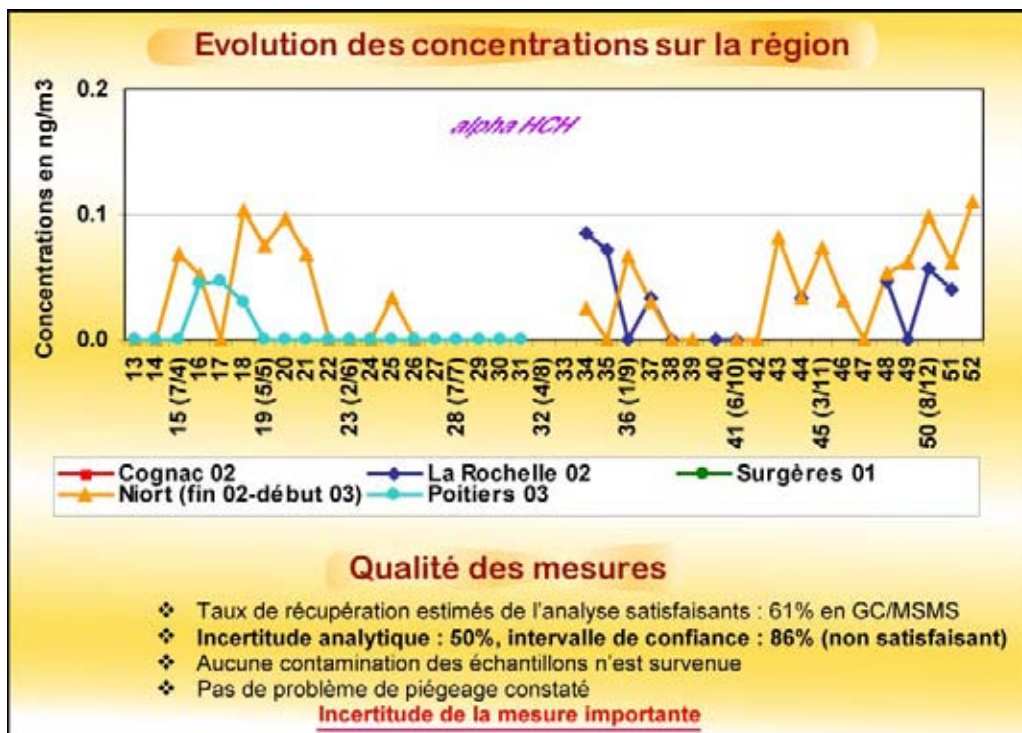


Figure 6 : évolution des concentrations en alpha HCH à Niort, Poitiers et La Rochelle d'août 2002 à juin 2003 en fonction de la semaine de l'année

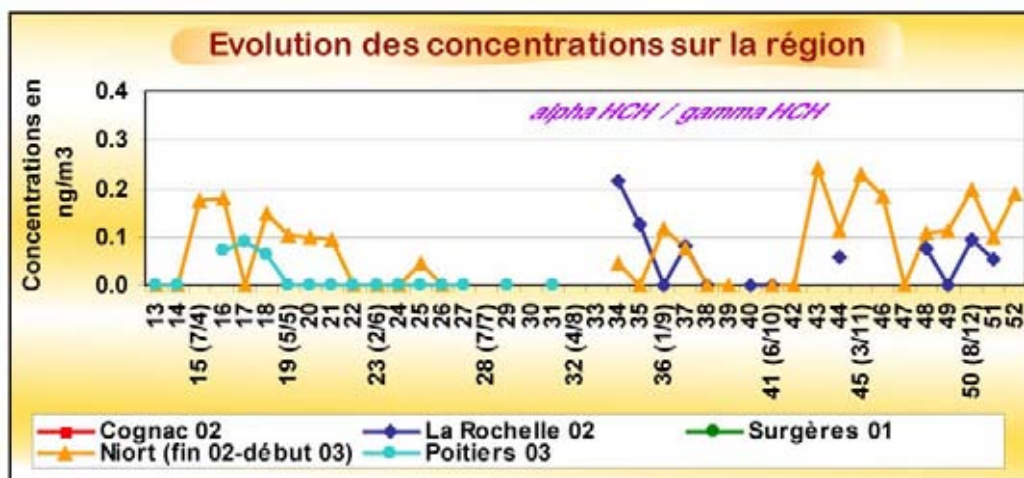


Figure 7 : évolution du ratio alpha HCH / gamma HCH à Niort, Poitiers et La Rochelle d'août 2002 à juin 2003 en fonction de la semaine de l'année

Les concentrations en alpha HCH sont très faibles et comprises entre 0 et 0.12 ng/m³. Elles sont quasiment toujours nulles à Poitiers au printemps 2003. Les ratios alpha HCH / gamma HCH sont compris entre 0 et 0.25 ng/m³. **Ces ratios seraient plutôt significatifs d'une origine locale du lindane dans l'air et non d'un transport à grande distance.** Compte tenu de l'interdiction de l'usage de cette molécule depuis plusieurs années en France, **le lindane mesuré dans l'atmosphère proviendrait essentiellement de sa persistance très longue**

dans l'environnement et de sa revolatilisation dans l'air. Une année de mesure supplémentaire sera réalisée à Poitiers en 2004. Si les niveaux de lindane restent comparables à ceux mesurés en 2003, cela signifierait que du lindane risque d'être mesuré dans l'atmosphère durant encore de nombreuses années.

ALACHLORE

Quatrième pesticide le plus retrouvé dans l'air de la région fin 2002 - début 2003.

juin pour certains fonds de vallée peu portants ou certaines vallées).

Herbicide appliqué au sol, avant ou après semis. Principales utilisations en Poitou-Charentes : maïs (du 15 mars au 15 mai, pouvant aller jusqu'au 15

Il s'agirait de la **10^e substance active la plus abondamment utilisée** en Poitou-Charentes en 2000 avec environ 98 tonnes utilisées.

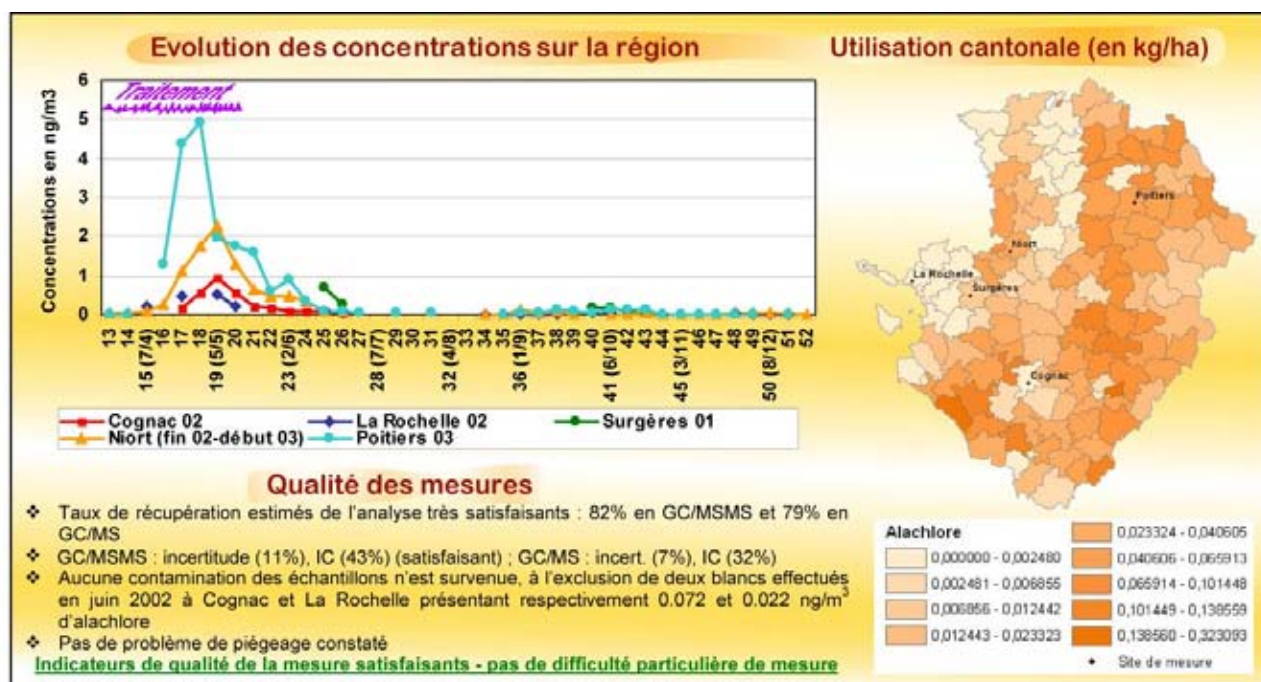


Figure 8 : évolution des concentrations en alachlore sur la région de 2001 à 2003 en fonction de la semaine de l'année et utilisation moyenne cantonale d'alachlore en 2000 en kg ramenée à la surface cantonale en ha

Des concentrations d'alachlore sont mesurées dans l'air essentiellement d'avril à juin avec un pic de concentrations fin avril début mai. Cette période correspond aux dates d'utilisation de ce pesticide mais également au mois qui suit la période de traitements. On aurait donc une légère persistance de l'alachlore dans l'atmosphère après traitement. De juillet à décembre, en revanche, on ne retrouve la molécule dans l'air qu'à l'état de traces.

L'alachlore présente sur Poitiers, Niort, Cognac et La Rochelle un profil en cloche. Les concentrations évoluent progressivement à la hausse jusqu'à atteindre la concentration maximale. Les concentrations sont ensuite en baisse progressive pour revenir à des concentrations quasiment nulles dans l'air. Ce profil est comparable à celui du tebutame d'août à octobre, même si la durée de présence et la persistance de ce pesticide dans l'atmosphère semble être un peu plus importante pour l'alachlore.

Le site de Poitiers présente les concentrations les plus élevées d'alachlore avec un maximum de 5

ng/m³, suivi par le site de Niort (maximum de 2 ng/m³), celui de Cognac (maximum de 1 ng/m³) et enfin celui de La Rochelle (maximum de 0.6 ng/m³). **Ceci est bien corrélé avec les utilisations agricoles autour des points de mesure qui sont plus importantes autour des sites présentant les concentrations les plus élevées.** Le site de Surgères n'a subi que deux prélèvements fin juin en 2001 et les niveaux de concentrations étaient plus élevés sur l'un d'eux que sur les autres sites en 2002 et 2003 à la même période. Ceci pourrait s'expliquer par la plus grande proximité des cultures sur ce site.

CHLOROTHALONIL

Cinquième pesticide le plus retrouvé dans l'air de la région fin 2002 - début 2003.

Fongicide dont les principales utilisations en Poitou-Charentes sont essentiellement le pois en mai, les cultures légumières de plein champ (peu représentées autour des sites étudiés), un peu

également sur le blé au mois de mai et sur les vignes du 10 au 30 juin (période où il serait le mieux valorisé).

Il s'agirait de la **38^e substance active la plus abondamment utilisée** en Poitou-Charentes en 2000 avec environ 18 tonnes utilisées.

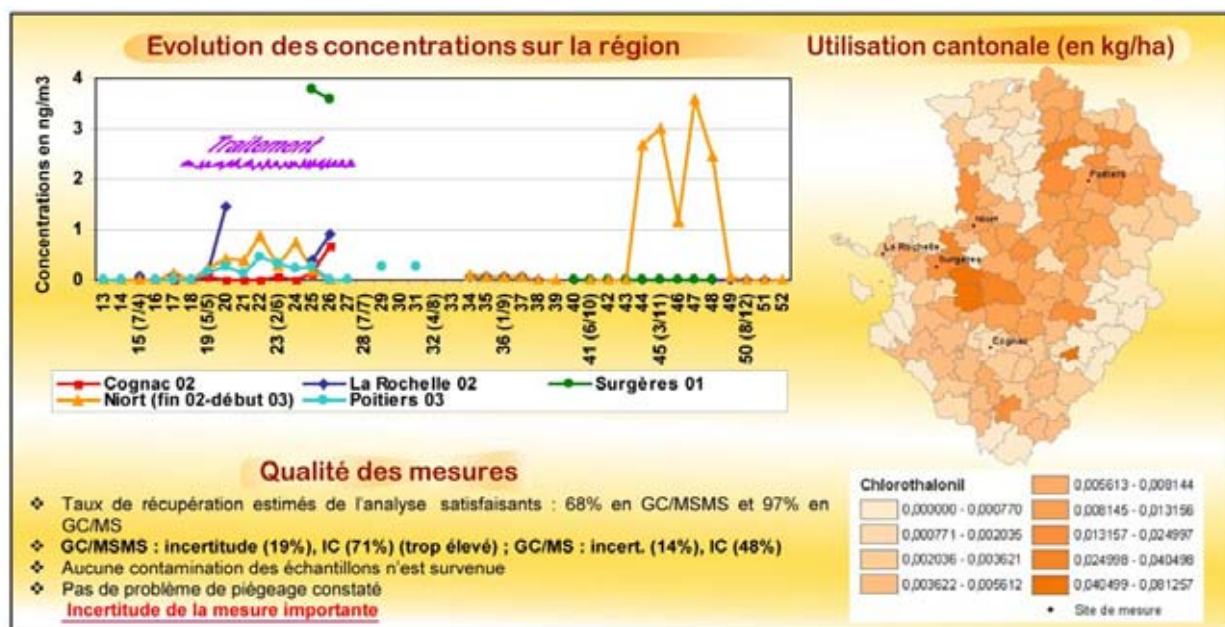


Figure 9 : évolution des concentrations en chlorothalonil sur la région de 2001 à 2003 en fonction de la semaine de l'année et utilisation moyenne cantonale de chlorothalonil en 2000 en kg ramenée à la surface cantonale en ha

Les concentrations de chlorothalonil varient entre 0 et 4 ng/m³ à Surgères et à Niort. Les pics de concentrations se produisent fin juin à Surgères alors qu'ils ont lieu fin octobre et en novembre à Niort. Nous n'avons pas connaissance d'utilisations en octobre novembre et nous n'expliquons pas ce pic de concentrations à cette période de l'année. A Surgères, les concentrations mesurées fin juin sont plus importantes que celles mesurées à la même période et de manière générale au printemps sur les autres sites.

A La Rochelle, Poitiers et Cognac, les concentrations varient entre 0 et 1.5 ng/m³. A La Rochelle, le chlorothalonil n'est détecté qu'au printemps à des concentrations voisines de celles mesurées à Niort à la même période. A Poitiers, le chlorothalonil est détecté au printemps, mais il persiste dans l'atmosphère

durant le mois de juillet. Les concentrations sont plus faibles qu'à Niort à la même période. A Cognac les concentrations sont très faibles ou nulles et sont à la hausse fin juin pendant la période de traitement de la vigne. Elles ne dépassent toutefois pas les concentrations de chlorothalonil mesurées sur les autres villes à cette période. Les utilisations de chlorothalonil sont plus faibles à Cognac que sur les autres villes.

Aux vues de l'évolution des concentrations sur la région Poitou-Charentes, il est très difficile de définir un comportement de la molécule dans l'air. En effet, les profils diffèrent fortement en fonction des villes. On peut toutefois constater **une présence plus importante du pesticide dans l'air pendant les périodes de traitement (mis à part pour Niort) ainsi qu'une certaine persistance dans l'air après traitement.**

ENDOSULFAN

Sixième pesticide le plus retrouvé dans l'air de la région fin 2002 - début 2003. Ce pesticide n'a pas été recherché dans l'air de juin 2001 à juillet 2002 à Surgères, Cognac et La Rochelle.

Insecticide pouvant être utilisé sur colza fin janvier-février, sur colza et pois d'avril à juin, ainsi qu'en septembre-octobre sur colza. Il est

également utilisé en arboriculture mais très peu et essentiellement entre le 15/05 et le 15/07.

Il s'agirait de la **137^e substance active la plus abondamment utilisée** en Poitou-Charentes en 2000 avec environ 1.3 tonnes utilisées.

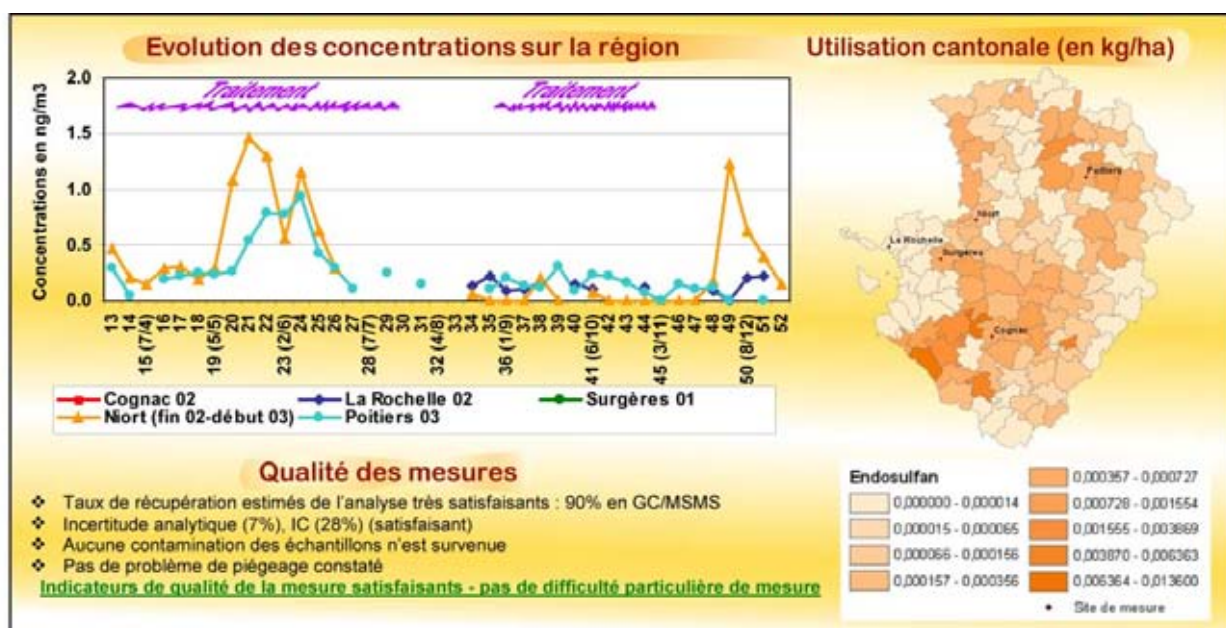


Figure 10 : évolution des concentrations en endosulfan sur la région de 2001 à 2003 en fonction de la semaine de l'année et utilisation moyenne cantonale d'endosulfan en 2000 en kg ramenée à la surface cantonale en ha

Ce pesticide peut être utilisé à un grand nombre de périodes de l'année et la figure ci-dessus ne présente une année de mesure que sur les deux sites de Niort et de Poitiers où les niveaux de concentrations sont comparables pour des utilisations cantonales voisines. La carte de répartition des utilisations est délicate à corrélérer avec les concentrations sur les autres sites.

Malgré le fait que ce pesticide soit très peu utilisé sur la région, on le retrouve de manière assez abondante et quasiment toute l'année dans l'air. Les concentrations sont à la hausse aux mois de mai et de juin à Niort et Poitiers. Les profils se suivent sur ces deux villes au printemps. Les concentrations sont à nouveau à la hausse en décembre à Niort où elles atteignent un

maximum de 1.2 ng/m³, de manière décalée par rapport aux périodes de traitement. A La Rochelle, les concentrations sont faibles et comparables à celles mesurées à Poitiers. Elles sont comprises entre 0 et 0.3 ng/m³ de mi-août à décembre 2002. Elles sont plus importantes à La Rochelle et Poitiers qu'à Niort fin 2003 en dehors de la période allant de fin novembre à fin décembre où les concentrations deviennent importantes à Niort.

L'endosulfan appartient à la même famille chimique que le lindane (les organochlorés) ; ce pesticide serait lui aussi assez stable dans l'environnement et une partie des concentrations mesurées dans l'atmosphère pourrait être liée à des utilisations passées.

PENDIMETHALINE

Septième pesticide le plus retrouvé dans l'air de la région fin 2002 - début 2003.

Herbicide utilisé en Poitou-Charentes dans certains désherbants sur pois, tournesol, blé et orge d'hiver et un peu sur maïs. La pendiméthaline s'utiliserait essentiellement du 15 mars au 15 mai ainsi qu'en hiver pour les grandes cultures. La pendiméthaline est

également un peu utilisée sur les vignes, bien qu'il ne s'agisse pas de l'un des principaux herbicides de la vigne. Les traitements ne doivent pas être effectués après le débourrement, soit après le mois de mars.

Il s'agirait de la **24^e substance active la plus abondamment utilisée** en Poitou-Charentes en 2000 avec environ 29 tonnes utilisées.

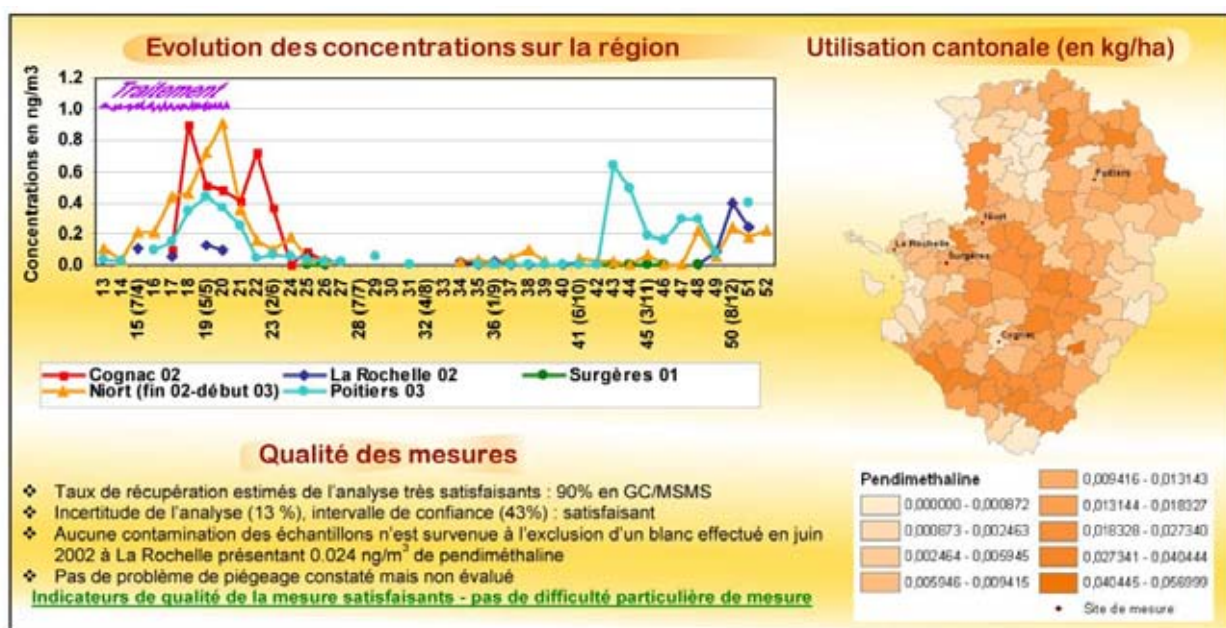


Figure 11 : évolution des concentrations en pendiméthaline sur la région de 2001 à 2003 en fonction de la semaine de l'année et utilisation moyenne cantonale de pendiméthaline en 2000 en kg ramenée à la surface cantonale en ha

Ce pesticide est présent à des concentrations inférieures à 1 ng/m³. Il présente un profil annuel caractéristique avec une première augmentation des concentrations pendant la période de traitement du 15/03 au 15/05 et une persistance dans l'air d'environ un mois après cette période.

En début d'année, on mesure des quantités équivalentes de pendiméthaline à Niort en 2003 et à Cognac en 2002 malgré des utilisations moins importantes à Cognac. Les concentrations mesurées en début d'année à Poitiers en 2003 sont un peu plus faibles qu'à Niort en 2003 et

Cognac en 2002, mais plus élevées que celles mesurées à La Rochelle en 2002.

La pendiméthaline est ensuite présente à l'état de traces dans l'air de mi-juin à mi-novembre.

Une seconde augmentation des concentrations se produit en décembre, mais moins marquée que la première (sauf pour La Rochelle), ce qui est en corrélation avec la période de traitement du blé et de l'orge d'hiver à cette période. Les concentrations les plus élevées sont mesurées sur le site de Poitiers.

ATRAZINE

Huitième pesticide le plus retrouvé dans l'air de la région fin 2002 - début 2003.

Herbicide appliqué au sol, avant ou après semis dont la dose d'emploi, suite à la publication d'un avis au Journal Officiel du 15 février 1997, ne peut excéder 1000 g/ha en zones agricoles. Principales utilisations en Poitou-Charentes : surtout maïs mais également un peu sorgho (du 15 mars au 15 mai, pouvant aller jusqu'au 15 juin

pour certains fonds de vallée peu portants ou certaines vallées).

Il s'agissait tout de même de la 8e substance active la plus abondamment utilisée en Poitou-Charentes en 2000 avec environ 126 tonnes utilisées. Substance interdite d'utilisation en zones non agricoles. Pour les utilisations agricoles, sa vente est interdite depuis le 1^{er} octobre 2002 et son utilisation interdite depuis le 30 septembre 2003.

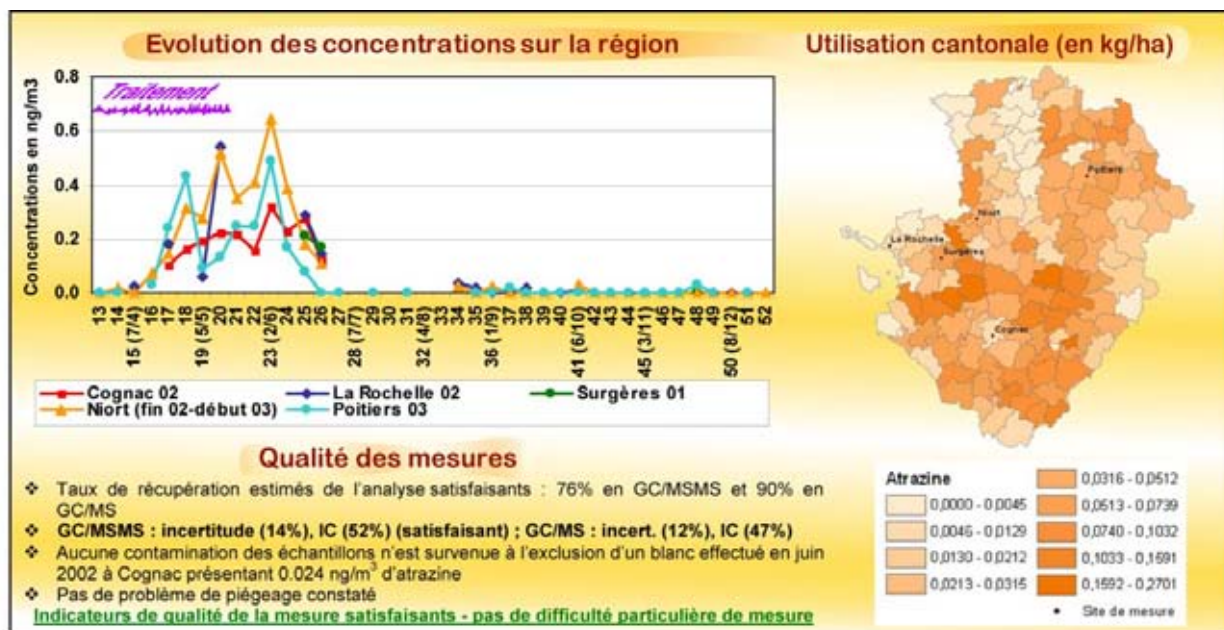


Figure 12 : évolution des concentrations en atrazine sur la région de 2001 à 2003 en fonction de la semaine de l'année et utilisation moyenne cantonale d'atrazine en 2000 en kg ramenée à la surface cantonale en ha

Les concentrations en atrazine présentent des profils et des niveaux de concentrations semblables sur l'ensemble des sites étudiés alors que les cantons de La Rochelle et de Cognac présentent des utilisations cantonales à l'hectare nettement plus faibles que les cantons des autres sites étudiés. Les concentrations varient entre 0 et 0.7 ng/m³ dans l'air. Elles sont à la hausse pendant la période de traitement de la mi-mars à la mi-mai mais elles continuent à s'élever les semaines suivantes pour ensuite redescendre et redevenir nulles ou très faibles fin juin. L'atrazine n'est pas présent ou seulement à l'état de traces dans l'air de fin juin à décembre.

Le comportement de l'atrazine dans l'air est voisin de celui de l'alachlore, du tebutame et de la pendiméthaline mais avec une persistance un peu plus importante dans l'air après traitement.

On n'observe pas de réelle corrélation entre les utilisations autour des différents sites en 2000 et les concentrations en pesticides sur ces sites. Les utilisations ont cependant pu beaucoup évoluer entre 2000 et 2003 du fait de l'évolution de la réglementation.

METOLACHLORE

Neuvième pesticide le plus retrouvé dans l'air de la région fin 2002 - début 2003.

Herbicide appliqué au sol avant ou après semis. Principales utilisations en Poitou-Charentes : maïs (du 15 mars au 15 mai, pouvant aller jusqu'au 15 juin pour certains fonds de vallée peu portants ou certaines vallées), éventuellement un peu sur tournesol et sorgho. Le métolachlore

appartient à la même famille chimique que l'alachlore : les chloroacétamides ; il est cependant moins toxique et un peu moins volatil que l'alachlore.

Il s'agirait tout de même de la **12e substance active la plus abondamment utilisée** en Poitou-Charentes en 2000 avec environ 77 tonnes utilisées.

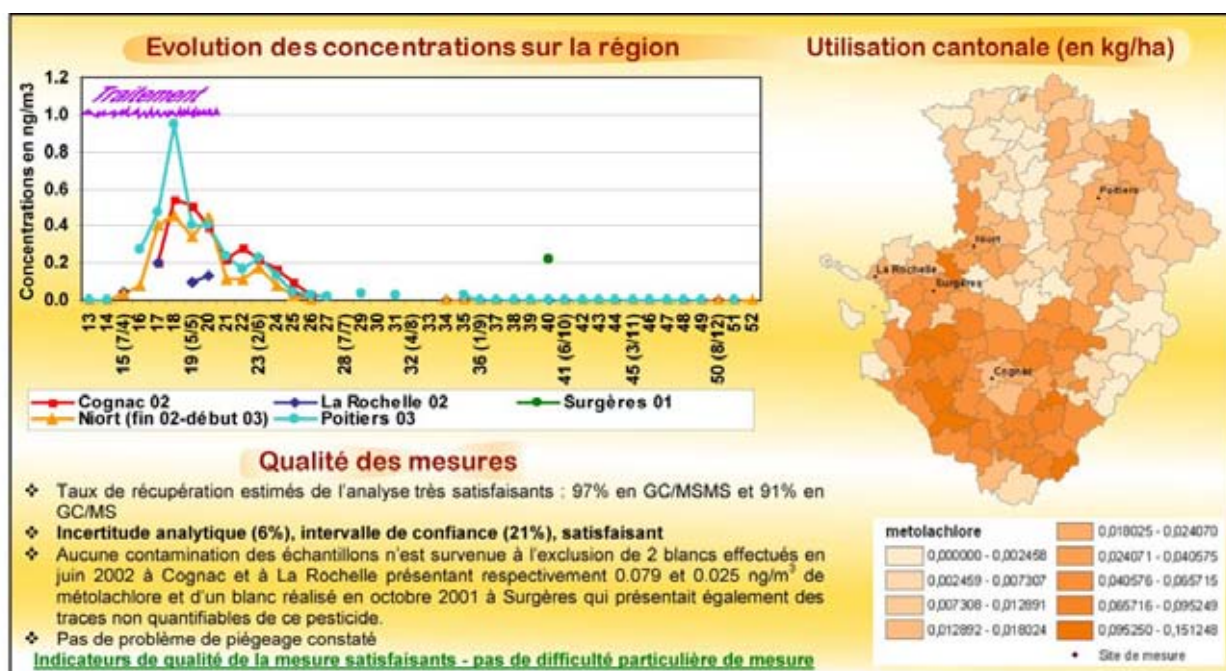


Figure 13 : évolution des concentrations en métolachlore sur la région de 2001 à 2003 en fonction de la semaine de l'année et utilisation moyenne cantonale de métolachlore en 2000 en kg ramenée à la surface cantonale en ha

Les concentrations en métolachlore présentent des concentrations très voisines à Niort, Poitiers et Cognac et des profils semblables sur l'ensemble des sites de la région. Seule la ville de La Rochelle présente des concentrations en moyenne plus faibles que pour les autres villes malgré des utilisations aussi importantes. Les concentrations sont aussi importantes à Cognac qu'à Niort et Poitiers malgré des utilisations cantonales plus faibles.

Concernant les mesures sur le site de Surgères en 2001, 3 des 4 mesures ne sont pas exploitables du fait de la présence d'interférences en rapport à la technique analytique utilisée à l'époque (GC/MS et non GC/MSMS). La seule mesure réalisée fin septembre 2001 montre une concentration de 0.2 ng/m³.

Le comportement du métolachlore dans l'air est tout à fait comparable à celui de l'alachlore. Les concentrations sont à la hausse pendant la période de traitement de la mi-mars à début-mai pour ensuite redescendre et redevenir nulles ou très faibles fin juin.

Le métolachlore n'est ensuite pas présent ou uniquement à l'état de traces dans l'air de juillet à décembre.

FENPROPIMORPHE

Dixième pesticide le plus retrouvé dans l'air de la région fin 2002 - début 2003.

tourne-sol. La période d'utilisation est d'avril à juillet.

Fongicide utilisé en Poitou-Charentes sur blé et orge (contre l'oïdium et la rouille), ainsi que sur

Il s'agit de la **36^e substance active la plus abondamment utilisée** en Poitou-Charentes en 2000, avec environ 19 tonnes utilisées.

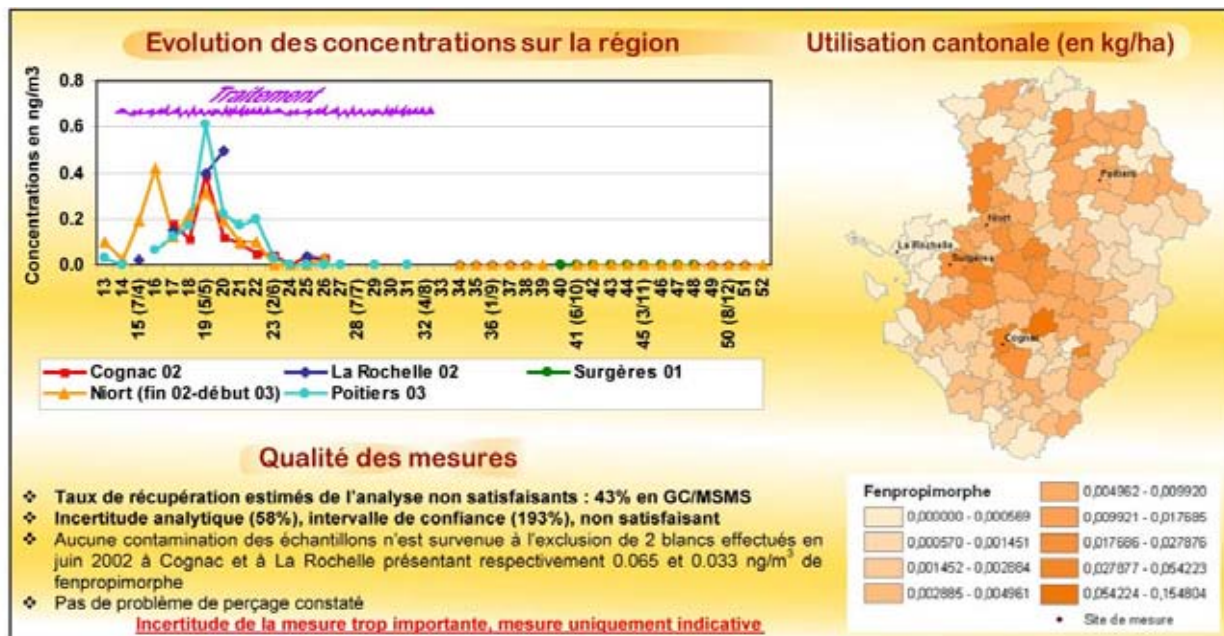


Figure 14 : évolution des concentrations en fenpropimorphe sur la région de 2001 à 2003 en fonction de la semaine de l'année et utilisation moyenne cantonale de fenpropimorphe en 2000 en kg ramenée à la surface cantonale en ha

L'incertitude de la mesure étant extrêmement importante pour ce composé, nous retiendrons juste que les concentrations de fenpropimorphe

sont à la hausse durant les périodes de traitement d'avril à fin mai. Elles redeviennent ensuite nulles de juin à décembre.

DICHLORVOS

Onzième pesticide le plus retrouvé dans l'air de la région fin 2002 - début 2003. Ce pesticide n'a pas été recherché dans l'air de juin 2001 à juillet 2002 à Surgères, Cognac et La Rochelle.

Insecticide peu utilisé en Poitou-Charentes. Il s'utilise sur les vignes du 15/05 au 15/07. Il peut

également s'utiliser sur les cultures légumières ou sur les cultures ornementales (rosiers).

Il s'agirait de la **263e substance active la plus abondamment utilisée** en Poitou-Charentes en 2000, avec environ 18 kg utilisées.

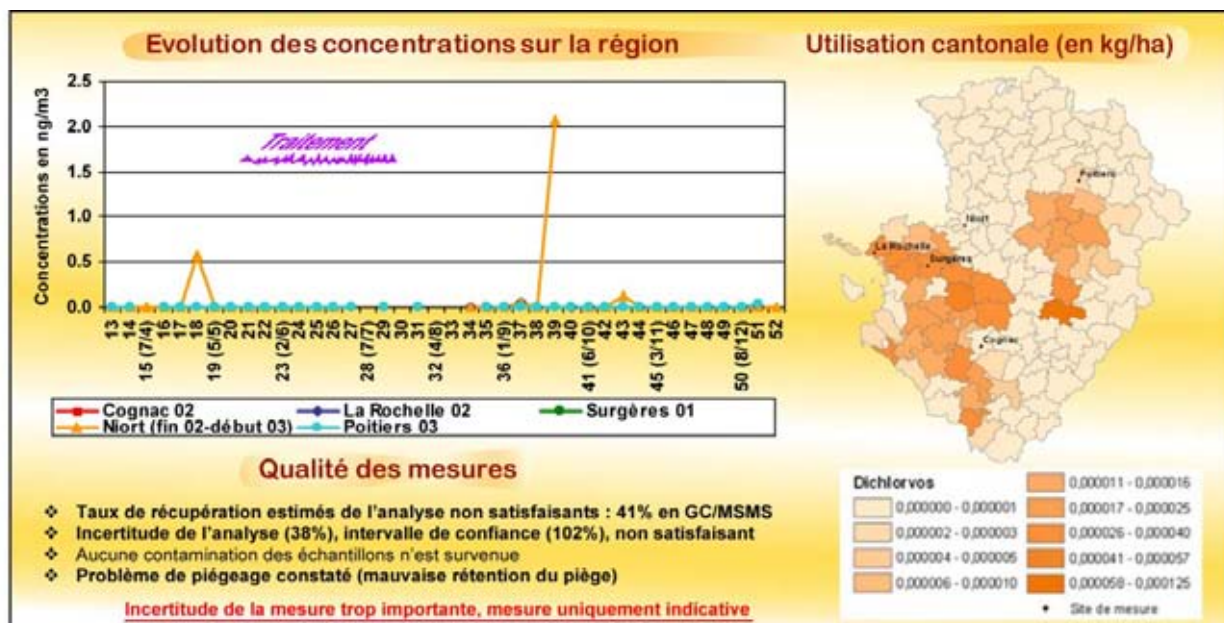


Figure 15 : évolution des concentrations en dichlorvos sur la région de 2001 à 2003 en fonction de la semaine de l'année et utilisation moyenne cantonale de dichlorvos en 2000 en kg ramenée à la surface cantonale en ha

Le dichlorvos n'a pas été détecté dans l'air à La Rochelle fin 2002 et à Poitiers en 2003. A Niort, ce pesticide a été détecté sur 3 prélèvements espacés dans l'année et en dehors des périodes de traitement.

Nous ne pouvons pas expliquer cette présence constatée dans l'air, ponctuellement, et

uniquement sur ce site. De plus, ces résultats à Niort ne sont pas vraiment corrélés avec l'utilisation quasiment nulle de ce composé sur le canton mais aussi sur la ville de Niort en 2000.

ACLONIFEN

Douzième pesticide le plus retrouvé dans l'air de la région fin 2002 - début 2003.

Herbicide utilisé en Poitou-Charentes essentiellement sur pois et tournesol en post-semis et pré-levée du 15 mars au 15 mai.

Il s'agirait de la **9e substance active la plus abondamment utilisée** en Poitou-Charentes en 2000, avec environ 100 tonnes utilisées.

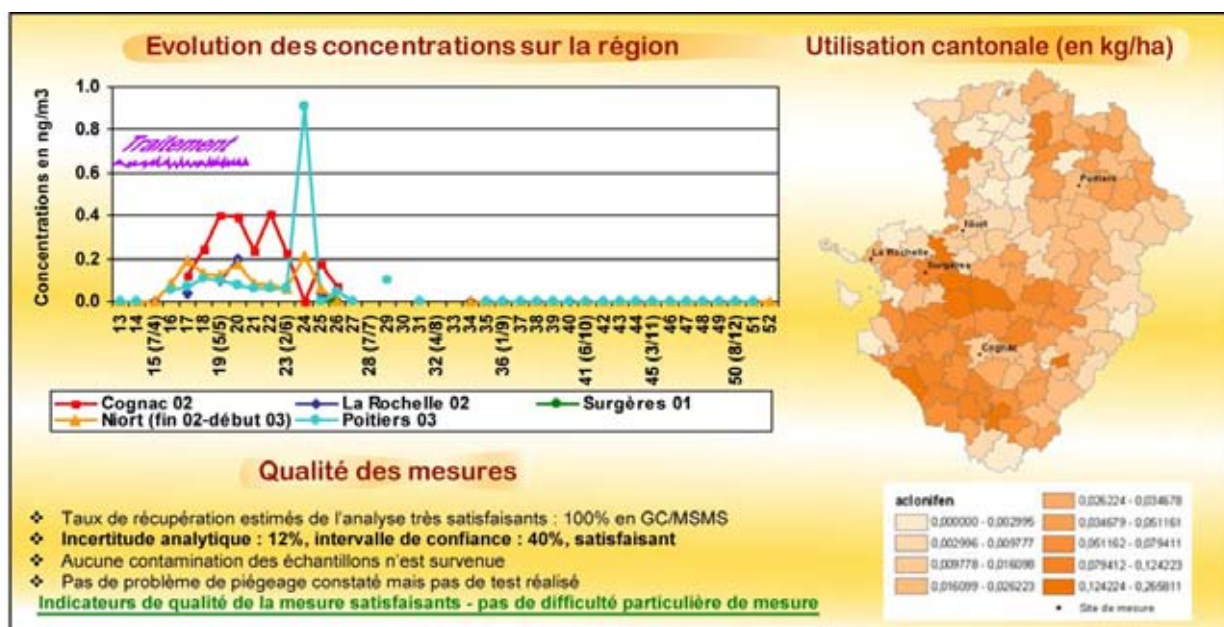


Figure 16 : évolution des concentrations en aclonifen sur la région de 2001 à 2003 en fonction de la semaine de l'année et utilisation moyenne cantonale d'aclonifen en 2000 en kg ramenée à la surface cantonale en ha

On retrouve des concentrations d'aclonifen voisines à Niort, Poitiers et La Rochelle au printemps. Les concentrations mesurées à Cognac semblent en moyenne un peu plus élevées. Si l'on compare les résultats obtenus à la même période et avec les mêmes techniques de mesure on retrouve des concentrations d'aclonifen plus élevées à Cognac qu'à La Rochelle, ce qui serait corrélé non pas avec les utilisations dans les cantons auxquels appartiennent ces villes, mais avec les utilisations dans une zone plus large entourant ces villes. A Niort et Poitiers, les concentrations sont voisines de même que les utilisations cantonales.

L'aclonifen a été retrouvé dans l'air de la région à des concentrations comprises entre 0 et 0.4 ng/m³ sauf pour une mesure atteignant 0.9 ng/m³

à Poitiers en moyenne sur une semaine. Les concentrations sont à la hausse à partir de mi-avril pendant la période de traitement. Un pic est observé à Poitiers début juin et de manière moins prononcée à Niort à la même date. Nous n'avons pas connaissance des traitements qui pourraient être réalisés à cette période et qui pourraient entraîner une hausse des concentrations dans l'air.

Les concentrations d'aclonifen deviennent très faibles fin juin. Les mesures estivales effectuées à Poitiers en 2003 montrent que l'aclonifen est encore détecté dans l'air à environ 0.1 ng/m³ mi-juillet. Après cette date, aucune trace d'aclonifen n'est mesurée sur la région. Une certaine persistance de ce pesticide dans l'air est donc perceptible après la période d'épandage.

CHLORYRIPHOS ETHYL

Quatorzième pesticide le plus retrouvé dans l'air de la région fin 2002 - début 2003. Le chlorpyrifos éthyl a été recherché en Poitou-Charentes à partir du mois d'août 2002.

Insecticide utilisé sur maïs et cultures légumières au printemps, mais également sur

vignes et en arboriculture essentiellement de début juin à fin juillet .

Il s'agirait de la **56e substance active la plus abondamment utilisée** en Poitou-Charentes en 2000, avec environ 10 tonnes utilisées.

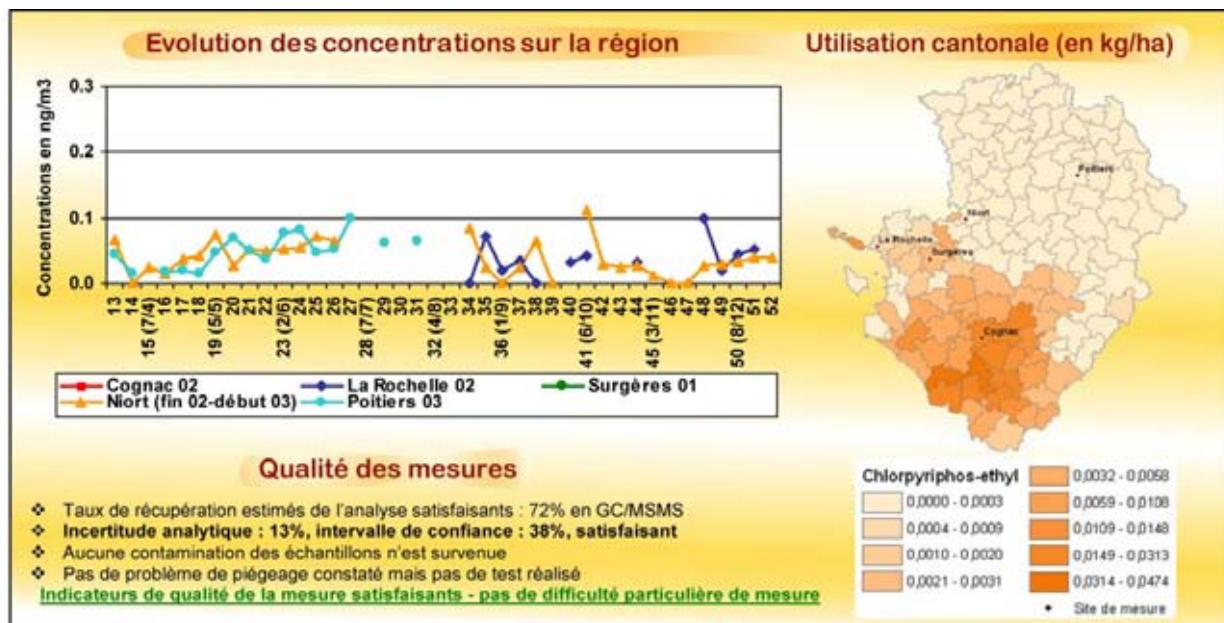


Figure 17 : évolution des concentrations en chlorpyrifos éthyl sur la région de 2001 à 2003 en fonction de la semaine de l'année et utilisation moyenne cantonale de chlorpyrifos éthyl en 2000 en kg ramenées à la surface cantonale en ha

Les concentrations en chlorpyrifos éthyl sont peu élevées sur les sites étudiés, puisqu'elles ne dépassent pas 0.12 ng/m³. Elles sont homogènes sur les sites de La Rochelle, Niort et Poitiers autour desquels les utilisations sont faibles en tonnages. Les utilisations picto-charentaises semblent se répartir essentiellement sur les zones viticoles en 2000 et elles sont nettement plus élevées à Cognac. Les

points de mesure de La Rochelle, Niort et Poitiers ne sont pas représentatifs des zones où cette molécule est la plus utilisée. De plus, la recherche de ce composé a débuté mi-août à La Rochelle, soit après sa période d'utilisation. Aucune mesure n'a été réalisée sur le site de Cognac malgré sa plus forte utilisation sur ce site.

MALATHION

Treizième pesticide le plus retrouvé dans l'air de la région fin 2002 - début 2003.

Charentes en 2000, avec environ 93 kg utilisés. Cette insecticide serait assez utilisé en milieu urbain, notamment par les particuliers.

Insecticide. Il s'agirait de la **228e substance active la plus abondamment utilisée** en Poitou-

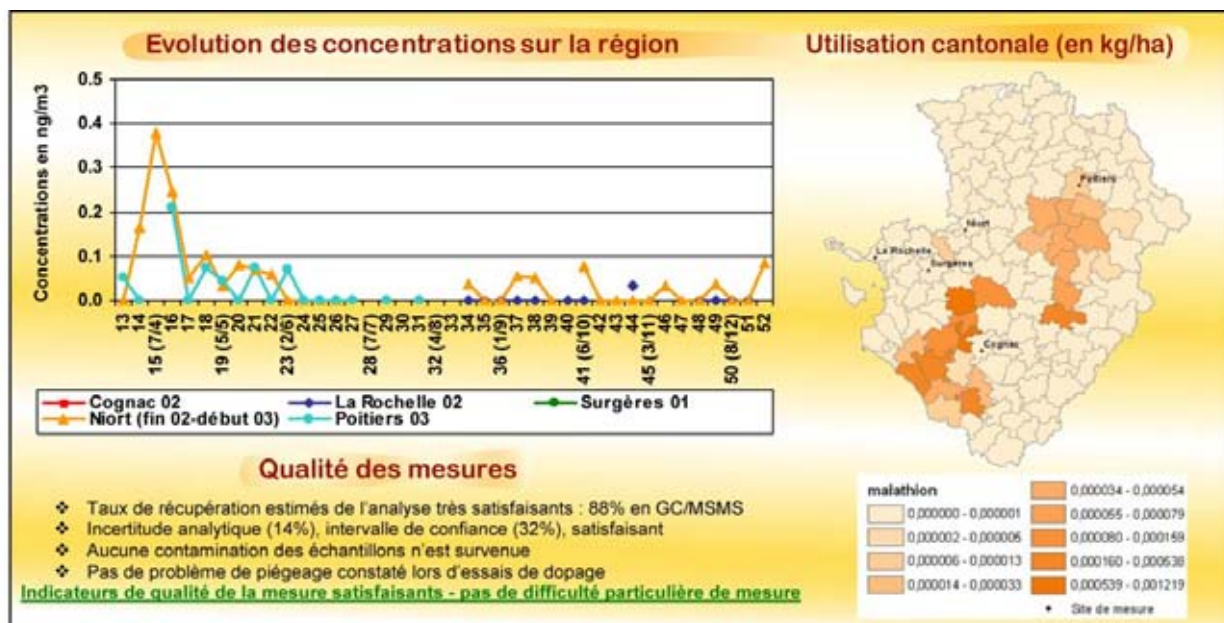


Figure 18 : évolution des concentrations en malathion sur la région de 2001 à 2003 en fonction de la semaine de l'année et utilisation moyenne cantonale de malathion en 2000 en kg ramenée à la surface cantonale en ha

Les concentrations en malathion varient entre 0 et 0.4 ng/m³ à Niort, entre 0 et 0.22 ng/m³ à Poitiers et entre 0 et 0.04 ng/m³ à La Rochelle. Ces faibles concentrations mesurées dans l'air sont corrélées avec les très faibles utilisations de ce pesticide sur la région.

Les concentrations les plus élevées sont obtenues début avril pour les sites de Niort et de Poitiers. Mais seules ces deux villes ont fait l'objet de mesures en début d'année pour ce pesticide.

CYPRODINIL

Quatorzième pesticide le plus retrouvé dans l'air de la région fin 2002 - début 2003.

Il s'agirait de la **32^e substance active la plus abondamment utilisée** en Poitou-Charentes en 2000, avec environ 22 tonnes utilisées.

Fongicide utilisé essentiellement début avril sur céréales contre le piétin verse ou d'autres maladies du feuillage en Poitou-Charentes.

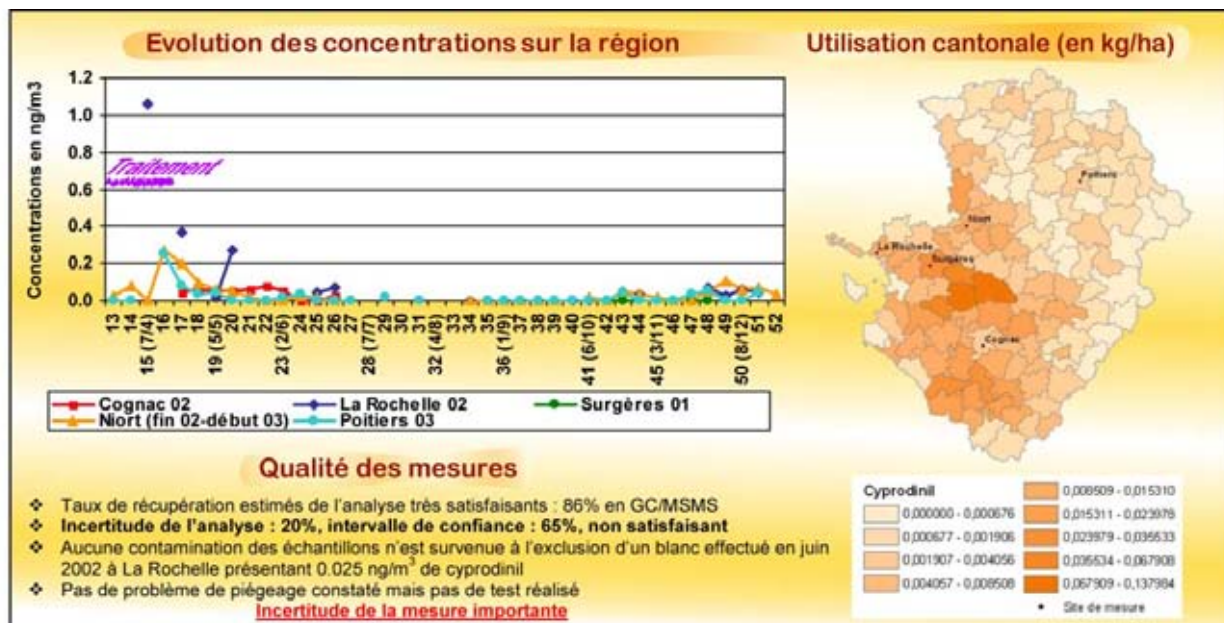


Figure 19 : évolution des concentrations en cyprodinil sur la région de 2001 à 2003 en fonction de la semaine de l'année et utilisation moyenne cantonale de cyprodinil en 2000 en kg ramenée à la surface cantonale en ha

Les concentrations en cyprodinil varient entre 0 et 1.1 ng/m³ à La Rochelle, entre 0 et 0.3 ng/m³ à Niort et Poitiers et entre 0 et 0.1 ng/m³ à Cognac. Aucune trace de cyprodinil n'a été détectée à Surgères fin juin 2001 ou de septembre à

novembre 2001. Les concentrations les plus élevées sont constatées au cours de la période de traitement en avril ou dans les semaines qui suivent. Elles sont inférieures à 0.1 ng/m³ de fin mai à fin décembre.

Evolution des concentrations sur la région

Utilisation cantonale (en kg/ha)

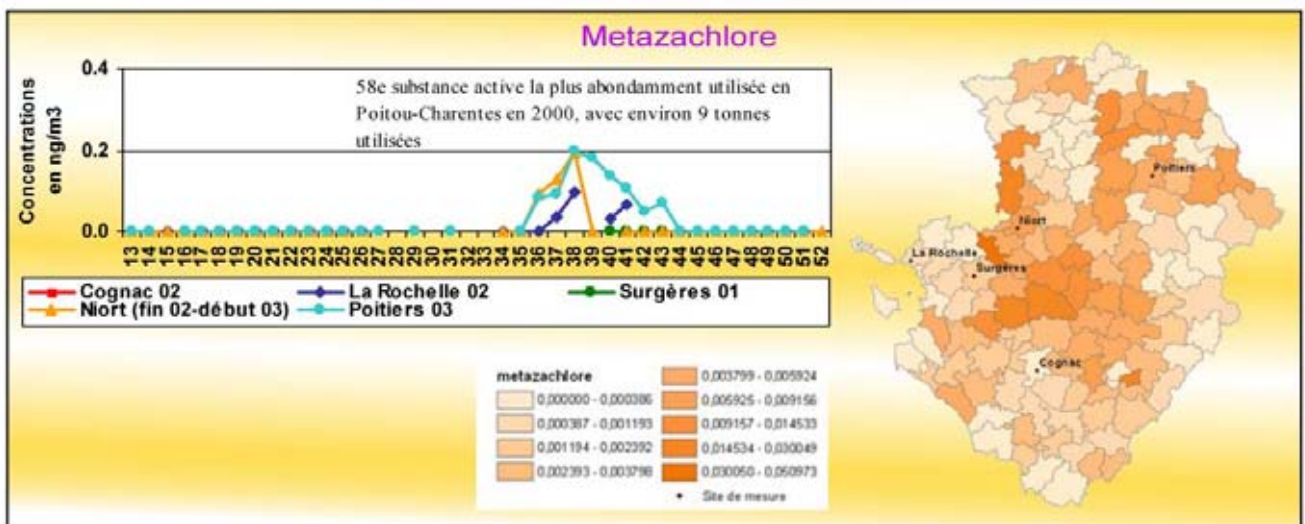
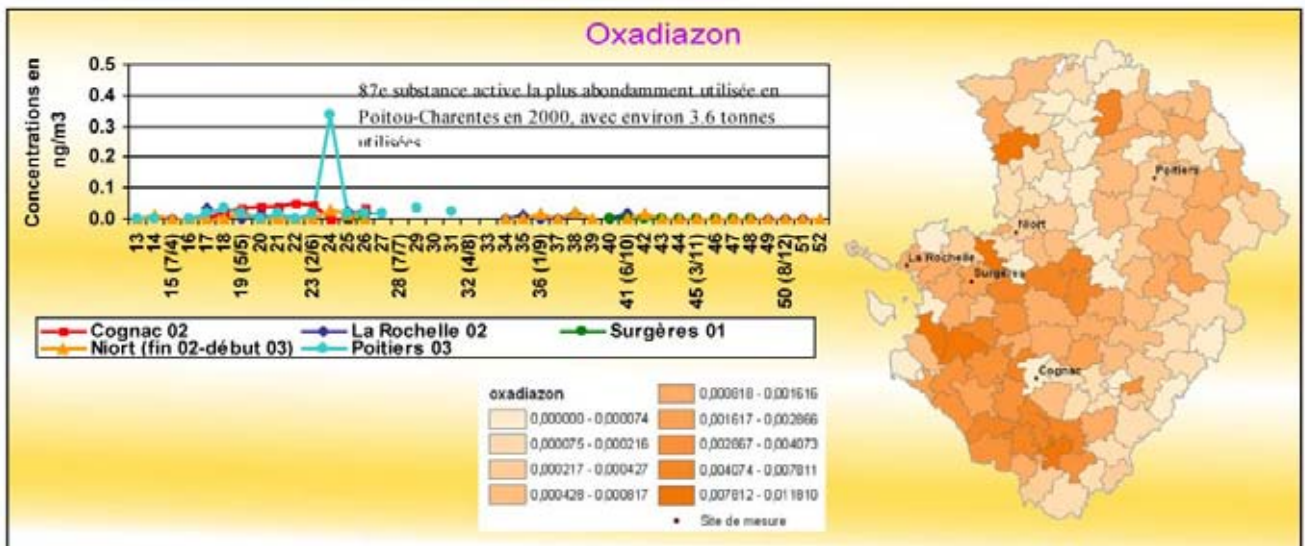
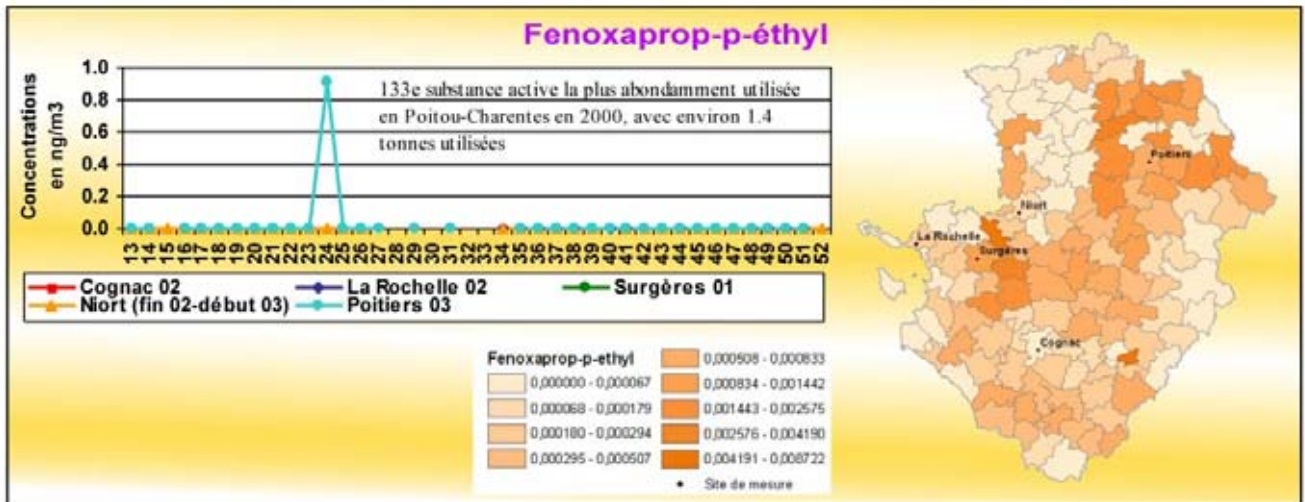


Figure 20 : évolution des concentrations en fenoxaprop-p-éthyl, oxadiazon et metazachlore sur la région de 2001 à 2003 en fonction de la semaine de l'année et utilisation moyenne cantonale de ces pesticides en 2000 en kg ramenée à la surface cantonale en ha

Evolution des concentrations sur la région

Utilisation cantonale (en kg/ha)

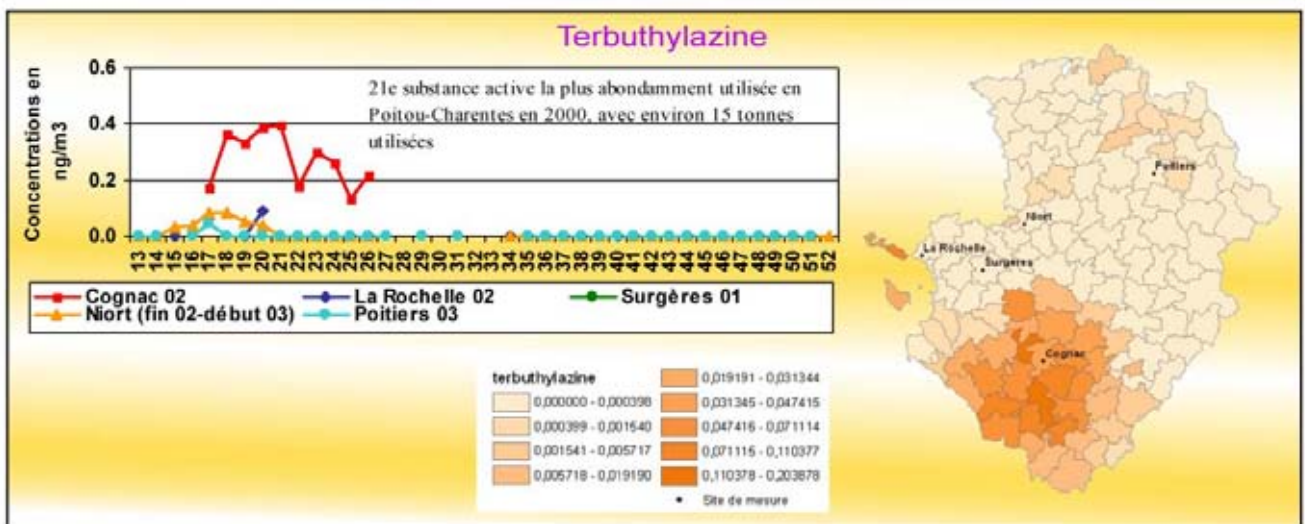
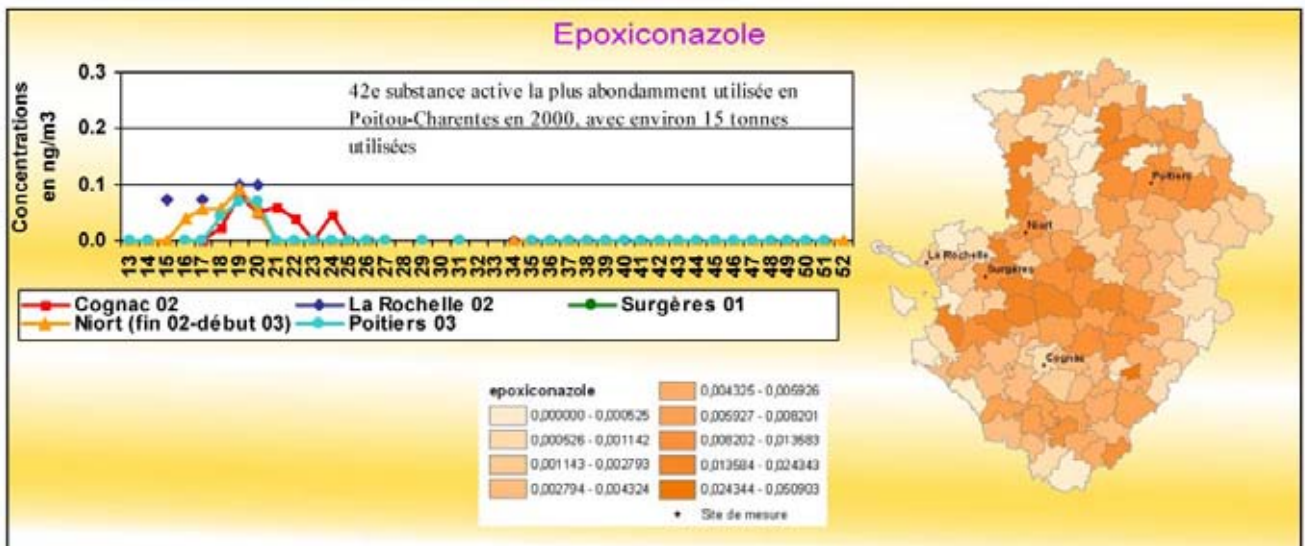
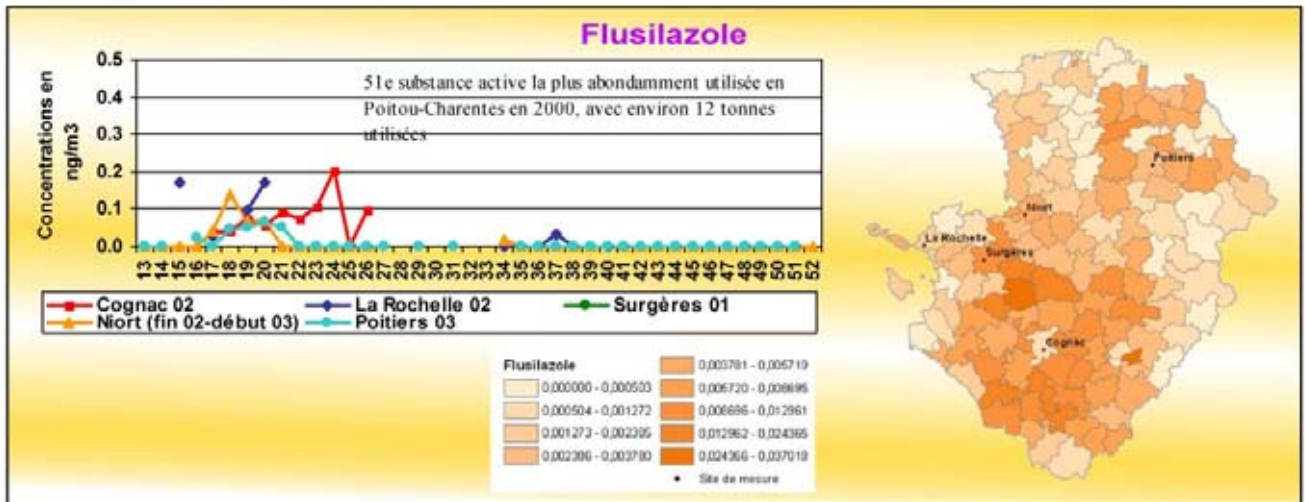


Figure 21 : évolution des concentrations en flusilazole, epoxiconazole et terbuthylazine sur la région de 2001 à 2003 en fonction de la semaine de l'année et utilisation moyenne cantonale de ces pesticides en 2000 en kg ramenée à la surface cantonale en ha

Les molécules suivantes : fenoxaprop-p-éthyl, oxadiazon, métazachlore, flusilazole, epoxiconazole et terbuthylazine, dont l'évolution des concentrations dans l'atmosphère sont représentées dans les figures 20 et 21, sont en moyenne peu retrouvées dans l'air ambiant en Poitou-Charentes fin 2002 début 2003.

Le fenoxaprop-p-éthyl serait assez utilisé, malgré le tonnage indiqué pour l'année 2000, comme herbicide sur céréales au printemps. Ce pesticide n'a toutefois été détecté que sur une seule mesure réalisée à Poitiers début juin 2003.

L'oxadiazon pourrait être utilisé en milieu agricole mais aussi en milieu urbain par les particuliers et pour le traitement des voiries. Seule une mesure dépasse 0.1 ng/m³ pour ce pesticide.

La terbuthylazine est un pesticide (herbicide) traceur de la vigne mais il peut aussi être utilisé en milieu urbain. On le retrouve logiquement à des concentrations nettement plus importantes sur le site de Cognac autour duquel il était beaucoup plus utilisé. En zone agricole (hors vigne) et en zone non agricole et espaces verts, la terbuthylazine est interdite de vente depuis le 01/10/2002 et interdite d'utilisation après le 30/09/2003. Concernant le désherbage de la vigne, la vente a été interdite après le 31/12/2003 et l'utilisation sera interdite après le 30/06/2004.

Des traces de diflufenicanil, cyperméthrine, tebuconazole, simazine, mercaptodiméthur et hexaconazole ont été mesurées dans l'air en Poitou-Charentes mais ces composés sont très rarement mesurés et à des concentrations extrêmement faibles.

Quelques nouvelles molécules ont été recherchées dans l'air fin 2003 à Poitiers.

C'est le cas notamment du **folpel** (fongicide), 4^e molécule la plus utilisée sur la région avec 177 tonnes, dont l'évolution des concentrations est présentée dans le graphique ci-dessous. Ce pesticide est essentiellement utilisé durant les mois de juin et de juillet en arboriculture et en viticulture. Ces cultures sont très peu présentes autour de Poitiers et les mesures ont débuté après la période de traitement. Nous ne disposons pour l'instant pas d'une base de données suffisante pour déterminer le comportement de cette molécule dans l'atmosphère en Poitou-Charentes.

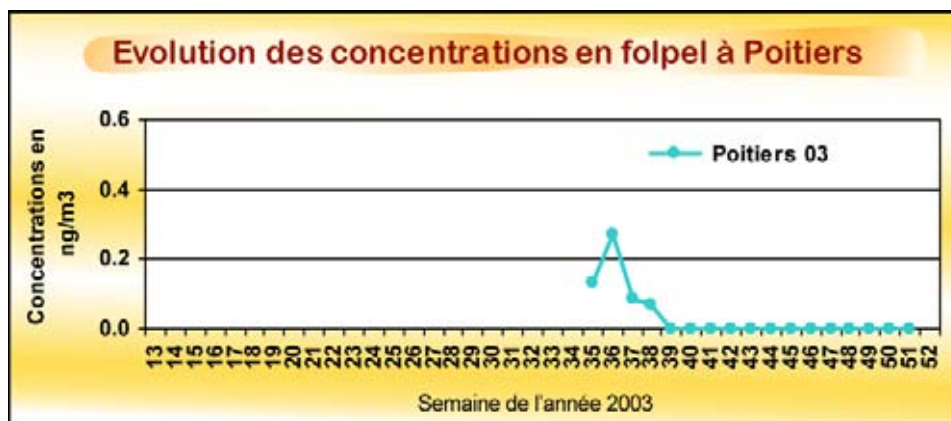


Figure 22 : évolution des concentrations en folpel fin 2003 à Poitiers

Le **tolyfluanid**, fongicide utilisé en arboriculture et viticulture aux mois d'août et septembre a également été retrouvé à l'état de traces dans l'air de la semaine 35 à la semaine 38. Les concentrations ne dépassent pas 0.15 ng/m³.

3 CARACTERISATION DU COMPORTEMENT DES PESTICIDES DANS L'AIR

3.1 Comportement spatial et comportement temporel

Les pesticides se caractérisent par 2 types de comportement dans l'air : un comportement spatial et un comportement temporel.

Le **comportement spatial** des pesticides dans l'air :

- ❖ est décrit par la répartition géographique de leurs concentrations,
- ❖ est régi par leurs capacités à être transportés.

La répartition géographique des concentrations dans l'air est aussi fortement dépendante de la répartition des utilisations sur la région.

Le **comportement temporel** des pesticides dans l'air :

- ❖ est décrit par l'évolution des concentrations sur les différents sites au cours du temps,
- ❖ est régi par la persistance du composé dans l'environnement et dans l'air,
- ❖ ainsi que par les paramètres contrôlant les mécanismes d'entrée et de sortie du compartiment atmosphérique

L'évolution temporelle des concentrations dans l'air est aussi fortement dépendante des périodes d'utilisation des pesticides.

3.2 Comportement spatial

3.2.1 Transport des pesticides dans l'air

La quasi totalité des pesticides recherchés et détectés dans l'air de la région Poitou-Charentes provient d'utilisations agricoles.

Les **utilisations urbaines** par les services de la ville sont bien souvent négligeables pour les composés recherchés en comparaison aux utilisations agricoles.

Certains pesticides proviennent aussi, en partie, d'utilisations par les **particuliers**, mais la majorité d'entre eux ne sont utilisés qu'en zones agricoles.

Les zones agricoles étant éloignées de l'ensemble des points de mesure, à l'exception du site de Surgères, **nous avons mis en évidence un transport des pesticides des zones agricoles vers les zones urbaines.**

Plus généralement, on aurait un **transport des pesticides des zones d'utilisation vers des zones « réceptrices ».**

3.2.2 Répartition spatiale sur la région

La région Poitou-Charentes se distingue de nombreuses autres régions françaises par l'hétérogénéité de ses zones agricoles.

Mais pour un grand nombre de pesticides, les concentrations sont relativement homogènes sur les différents sites de mesure.

De plus, si les différences de concentrations observées peuvent être attribuées à des différences d'utilisation autour des sites, elles peuvent aussi être liées à des différences météorologiques (préleveurs ou techniques d'analyses différents en fonction des campagnes de mesure), à des variations annuelles d'utilisations agricoles (et non plus à des variations spatiales), comme pour le tebutame, ou encore à des variations annuelles de paramètres météorologiques.

Les différences de concentrations en pesticides dans l'air sur ces sites de fond sont bien souvent très faibles en comparaison aux différences d'utilisations cantonales des pesticides.

On a ainsi un niveau de fond pour différents pesticides sur la région du fait du transport de ceux-ci dans l'air. Ce niveau de fond est cependant assez homogène malgré les écarts de quantités de pesticides utilisées autour des sites étudiés liés notamment à l'hétérogénéité agricole de la région.

Relativisons cette conclusion en signalant que quelques pesticides n'ont été mesurés que dans certaines zones. C'est notamment le cas de la **terbuthylazine**, herbicide de la vigne, qui n'est retrouvée que sur le site de Cognac, seul site étudié entouré de quantités importantes de vignes. De plus, les concentrations d'**alachlore** montrent des écarts de concentrations relativement importants entre les sites, ces écarts étant bien corrélés avec les différences d'utilisations cantonales.

La répartition spatiale des pesticides dans l'air sur la région est non seulement due à la répartition des utilisations, mais aussi à la capacité du pesticide à être transporté dans l'air.

3.3 Comportement temporel

On peut distinguer différents types de comportements temporels en fonction des pesticides.

Le comportement temporel des pesticides dans l'air est identique ou très proche quelque soit le site de mesure.

3.3.1 Comportement temporel et période d'utilisation

L'évolution temporelle des pesticides dans l'air est tout d'abord liée à leurs périodes d'utilisation.

Certains pesticides se retrouvent à des concentrations beaucoup plus importantes dans l'air à certaines périodes de l'année. Ces périodes correspondent généralement aux périodes d'utilisation des pesticides ou aux semaines et mois qui suivent.

Inversement, les périodes intenses d'utilisation des pesticides en milieu agricole, ou les semaines qui suivent, s'accompagnent généralement d'une hausse des concentrations dans l'air, même sur des sites urbains éloignés des cultures.

La plupart des pesticides retrouvés dans l'air présente des concentrations à la hausse de mars à juin (trifluraline, alachlore, chlorothalonil, endosulfan, pendiméthaline, atrazine...). Mais des pesticides utilisés sur le colza (herbicides) se retrouvent plus abondamment de mi-août à octobre (trifluraline, tébutame, métazachlore) tandis que d'autres utilisés sur les céréales d'hiver se retrouvent plus abondamment dans l'air de novembre à mi-avril (pendiméthaline). **En résumé, les périodes de hausse des concentrations varient en fonction des pesticides mais un grand nombre d'utilisations est réalisé de mars à juin 2003.**

La pollution par les pesticides présente ainsi un caractère fortement saisonnier. Les mélanges de pesticides retrouvés dans l'air varient fortement en fonction des saisons.

Certains pesticides présentent plusieurs périodes d'utilisation bien distinctes, qui s'associent généralement à une hausse des concentrations pendant ou après ces périodes de traitement (trifluraline, endosulfan, pendiméthaline). Inversement, les molécules qui présentent plusieurs périodes où les concentrations sont à la hausse dans l'air sont généralement utilisées à plusieurs périodes de l'année.

La variabilité hebdomadaire des concentrations en pesticides dans l'air dépend des molécules. **Certaines, dont l'évolution des concentrations est progressive seraient peu sensibles aux variations de paramètres météorologiques (alachlore, tébutame, métolachlore), tandis que d'autres présentent une évolution des concentrations en dents de scie, qui pourrait être caractéristique de leur sensibilité à la météorologie (atrazine).** Il faut toutefois tenir compte du fait que dans certains cas, les dents de scie seraient plus un artefact dû à l'incertitude de la mesure

(trifluraline, lindane, fenpropimorphe), plutôt qu'à la mise en évidence d'une sensibilité à des facteurs météorologiques.

3.3.2 Comportement temporel et persistance dans l'air

L'évolution temporelle des pesticides dans l'air est non seulement liée à leurs périodes d'utilisation, mais également à leur persistance dans l'air ou plus généralement dans l'environnement.

De nombreux pesticides sont mesurés dans l'air non seulement pendant les périodes de traitement, mais également après ou entre ces périodes, ce qui traduit la persistance de ces composés dans l'environnement et dans l'air.

L'exemple le plus frappant est celui du **lindane** qui **persiste dans l'air** à des concentrations non négligeables (le plus souvent comprises entre 0.1 et 1 ng/m³) alors qu'il n'est **plus utilisé depuis plusieurs années**.

D'autres composés, comme le tebutame, se retrouvent dans l'air **uniquement pendant la période de traitement** puis disparaissent très rapidement de l'atmosphère.

Entre ces deux « extrêmes », des composés ont une **persistance intermédiaire**. Ceux-ci sont toujours présents dans l'air après la période de traitement :

- ❖ durant quelques semaines à de faibles concentrations (alachlore, métolachlore),
- ❖ durant quelques semaines à des concentrations importantes (pendiméthaline mais surtout atrazine),
- ❖ ou durant plusieurs mois à des concentrations assez importantes (trifluraline, endosulfan).

Pour certains pesticides, lorsque l'on s'éloigne des périodes de traitement, le composé n'est absolument plus mesurable dans l'air (tebutame, métolachlore, aclonifen).

Pour d'autres, des traces (concentrations inférieures à 0.1 ng/m³) peuvent être mesurées tout au long de l'année (malathion, atrazine) ou plus particulièrement à certaines périodes (alachlore).

Le chlorpyrifos éthyl, est quant à lui, uniquement présent à l'état de traces à des concentrations voisines tout au long de l'année.

D'autres pesticides sont présents uniquement ponctuellement (certains jours ou certaines semaines isolées) sur certains sites (dichlorvos).

En résumé, les pesticides présentent une persistance dans l'air qui varie en fonction des molécules et qui peut aller de quelques jours à plusieurs années. Les paramètres physico-chimiques qui caractérisent ces pesticides sont responsables de ces différences de persistance.

3.4 Synthèse des comportements

Comportement spatial :

On constate **globalement** une **homogénéité des concentrations en pesticides dans l'air** sur les différents sites de mesure pour des pesticides et des périodes de l'année identiques et malgré des années de mesures différentes.

Cela ne se vérifie pas pour tous les composés, puisque la terbuthylazine, l'alachlore ou encore le tebutame présentent une plus grande hétérogénéité des concentrations dans l'air.

A certaines périodes de l'année, pour certains pesticides, des sites peuvent présenter des concentrations plus importantes que d'autres, mais les concentrations moyennes sur l'année seraient vraisemblablement assez homogènes si l'on disposait de mesures en continu sur un an sur l'ensemble des sites.

Comportement temporel :

La figure 21 résume 4 grands types de comportements temporels que peuvent avoir les pesticides dans l'air sur des sites de fond pendant et après la période de traitement.

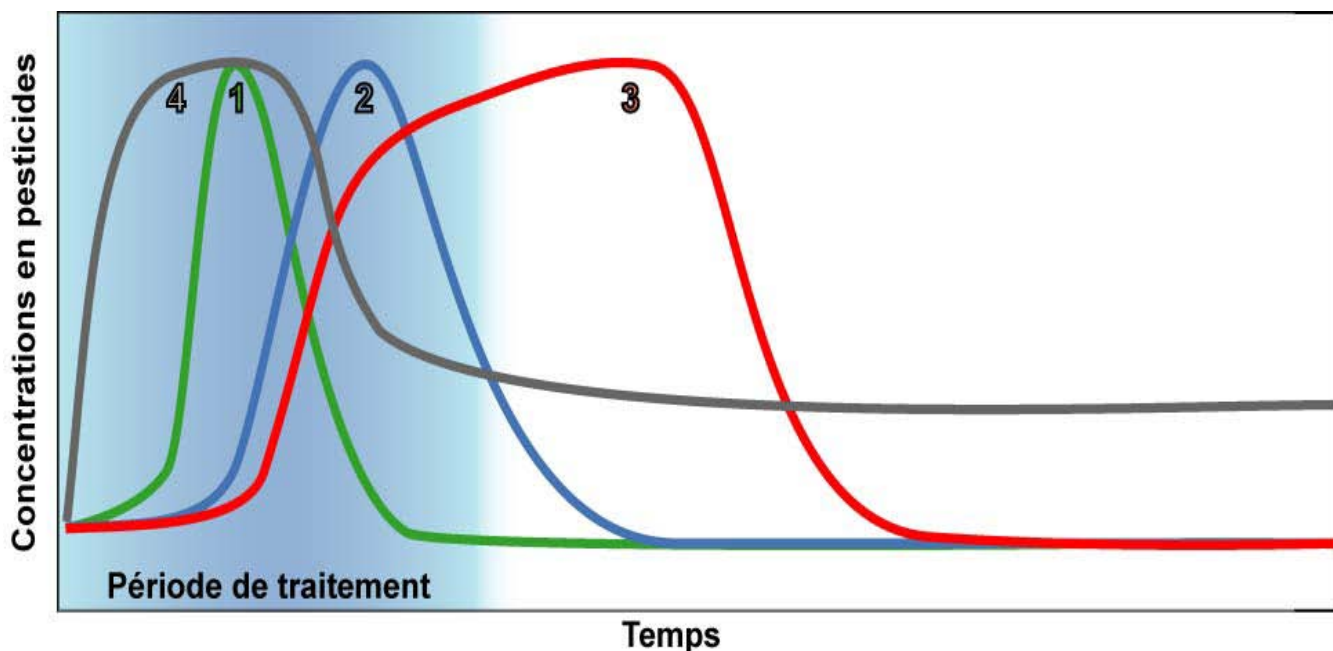


Figure 23 : présence des pesticides dans l'air sur sites de fond pendant et après la période de traitement, 4 grand types de comportements temporels.

Groupe 1 : tébutame, fenpropimorphe (pic de concentrations pendant la période de traitement, concentrations nulles en dehors de la période de traitement)

Groupe 2 : alachlore, métolachlore, cyprodinil (maximum de concentrations pendant la période de traitement, concentrations en baisse très rapide après la période de traitement)

Groupe 3 : pendiméthaline, atrazine, aclonifen (concentrations à la hausse pendant la période de traitement, les concentrations restent importantes et continuent même à augmenter dans l'air après la période de traitement avant de redevenir nulles, le maximum de concentrations s'observe souvent après la période de traitement)

Groupe 4 : trifluraline, endosulfan, hausse des concentrations pendant la période de traitement où les concentrations maximales sont obtenues. Les concentrations diminuent ensuite pour atteindre et rester à un niveau de fond assez élevé durant une longue période après traitement.

D'autres molécules ne peuvent pas être classées parmi ces catégories :

Le **lindane** qui n'est plus utilisé et qui est pourtant mesuré dans l'air à des teneurs assez importantes (comprises le plus souvent entre 0.1 et 1 ng/m³) et stables tout au long de l'année.

Le **chlorpyriphos éthyl** présent à l'état de traces tout au long de l'année.

Le **chlorothalonil**, pour lequel nous n'avons pas assez de mesures juste après la période de traitement pour déterminer son comportement.

Le **dichlorvos**, présent ponctuellement dans l'air sur un seul site et en dehors des périodes de traitement.

Pour les autres pesticides détectés mais mesurés à des concentrations moins importantes dans l'air, les périodes de traitement n'ont pas été recherchées. L'évolution temporelle des concentrations rejoint pourtant souvent l'un des 4 groupes ci-dessus.

Nous venons de décrire le comportement temporel des pesticides dans l'air pendant et après la période de traitement. **Le comportement annuel des pesticides dans l'air peut ensuite être déterminé à partir de la connaissance des périodes d'utilisation.**

3.5 Applications et perspectives

Si le comportement spatial et temporel des pesticides était parfaitement connu, nous connaîtrions à la fois leur évolution temporelle en fonction de la période de l'année et les variations de concentrations en fonction de la localisation géographique et du type de sites.

Nous pourrions ainsi compléter les campagnes de mesure par des estimations de concentrations en dehors de ces périodes. L'échantillonnage pourrait ainsi être réduit ainsi que les coûts des campagnes. Nous pourrions aussi extrapoler les concentrations mesurées sur un site à d'autres sites de mesure.

3.6 Paramètres explicatifs

Les mécanismes régissant la contamination de l'air par les pesticides sont extrêmement complexes, **si bien qu'il est souvent difficile, à partir des caractéristiques physico-chimiques des molécules de parvenir à expliquer leurs différences de comportement dans l'air.**

Concernant les pesticides pouvant être mesurés de manière fiable dans l'air, le comportement défini à l'aide de campagnes de mesure pourra à l'avenir être utilisé pour estimer les concentrations en dehors des périodes de mesure.

Nous recherchons dans l'air une trentaine de pesticides, mais environ 300 molécules sont utilisées en Poitou-Charentes. La compréhension des mécanismes de contamination de l'air par les pesticides pourrait permettre de **prévoir le comportement de pesticides** non recherchés jusqu'alors, ou pour lesquels la mesure n'est à l'heure actuelle pas techniquement possible.

La compréhension du comportement des pesticides dans l'air est donc une importante piste de réflexion pour les années à venir.

4 PERSPECTIVES

Quelques pistes peuvent être indiquées pour la poursuite de la connaissance du comportement des pesticides dans l'air :

- ❖ Poursuite des campagnes de mesure dans l'air de la région :
 - sur de **nouveaux sites**, pour l'étude du comportement spatial,
 - sur certains **sites déjà échantillonnés** afin de suivre l'évolution des concentrations dans le temps,
 - recherche de **nouvelles molécules**.

- ❖ Prise en compte des mesures réalisées dans **d'autres régions**.

- ❖ Mise à jour de nos connaissances sur les **utilisations** de pesticides en Poitou-Charentes .

- ❖ **Compréhension** des mécanismes régissant le comportement des pesticides dans l'air.

- ❖ Développement de **méthodes de reconstitution de données** en dehors des périodes de mesure.

5 CONCLUSION

L'analyse par molécule de l'évolution des concentrations en pesticides sur les différents sites de la région Poitou-Charentes permet de mieux caractériser la pollution par les pesticides et de mieux la comprendre.

Nous avons été assez surpris de l'homogénéité des concentrations en pesticides sur les différents sites étudiés malgré l'hétérogénéité des utilisations.

De plus, quatre grands types de comportement temporel des pesticides ont été définis en fonction de leur persistance après traitement.

Cette analyse devrait permettre, à terme, de coupler les mesures à des estimations de concentrations en dehors des périodes de mesure. Il sera au préalable nécessaire de continuer à affiner les comportements des pesticides dans l'air, en intégrant les résultats des prochaines campagnes de mesure qui seront effectuées sur la région, mais également les résultats d'autres organismes travaillant sur la problématique des pesticides dans l'air.

G LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : MODE DE SELECTION D'UNE LISTE DE PESTICIDES A RECHERCHER DANS L'AIR AMBIANT EN POITOU-CHARENTES	VI
FIGURE 2 : PARCOURS D'UN ECHANTILLON DE SA PREPARATION A SON ANALYSE	IX
FIGURE 3 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN TRIFLURALINE SUR LA REGION DE 2001 A 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE ET UTILISATION MOYENNE CANTONALE DE TRIFLURALINE EN 2000 EN KG RAMENEES A LA SURFACE CANTONALE EN HA.....	6
FIGURE 4 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN TEBUTAME SUR LA REGION DE 2001 A 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE ET UTILISATION MOYENNE CANTONALE DE TEBUTAME EN 2000 EN KG RAMENEE A LA SURFACE CANTONALE EN HA.....	7
FIGURE 5 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN LINDANE SUR LA REGION DE 2001 A 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE	8
FIGURE 6 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN ALPHA HCH A NIORT, POITIERS ET LA ROCHELLE D'AOUT 2002 A JUIN 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE.....	9
FIGURE 7 : EVOLUTION DU RATIO ALPHA HCH / GAMMA HCH A NIORT, POITIERS ET LA ROCHELLE D'AOUT 2002 A JUIN 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE	9
FIGURE 8 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN ALACHLORE SUR LA REGION DE 2001 A 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE ET UTILISATION	10
FIGURE 9 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN CHLOROTHALONIL SUR LA REGION DE 2001 A 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE ET UTILISATION MOYENNE CANTONALE DE CHLOROTHALONIL EN 2000 EN KG RAMENEE A LA SURFACE CANTONALE EN HA	11
FIGURE 10 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN ENDOSULFAN SUR LA REGION DE 2001 A 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE ET UTILISATION MOYENNE CANTONALE D'ENDOSULFAN EN 2000 EN KG RAMENEE A LA SURFACE CANTONALE EN HA.....	12
FIGURE 11 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN PENDIMETHALINE SUR LA REGION DE 2001 A 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE ET UTILISATION MOYENNE CANTONALE DE PENDIMETHALINE EN 2000 EN KG RAMENEE A LA SURFACE CANTONALE EN HA	13
FIGURE 12 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN ATRAZINE SUR LA REGION DE 2001 A 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE ET UTILISATION MOYENNE CANTONALE D'ATRAZINE EN 2000 EN KG RAMENEE A LA SURFACE CANTONALE EN HA.....	14
FIGURE 13 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN METOLACHLORE SUR LA REGION DE 2001 A 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE ET UTILISATION MOYENNE CANTONALE DE METOLACHLORE EN 2000 EN KG RAMENEE A LA SURFACE CANTONALE EN HA.....	15
FIGURE 14 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN FENPROPIMORPHE SUR LA REGION DE 2001 A 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE ET UTILISATION MOYENNE CANTONALE DE FENPROPIMORPHE EN 2000 EN KG RAMENEE A LA SURFACE CANTONALE EN HA	16
FIGURE 15 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN DICHLORVOS SUR LA REGION DE 2001 A 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE ET UTILISATION MOYENNE CANTONALE DE DICHLORVOS EN 2000 EN KG RAMENEE A LA SURFACE CANTONALE EN HA.....	17
FIGURE 16 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN ACLONIFEN SUR LA REGION DE 2001 A 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE ET UTILISATION MOYENNE CANTONALE D'ACLONIFEN EN 2000 EN KG RAMENEE A LA SURFACE CANTONALE EN HA.....	18
FIGURE 17 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN CHLORPYRIPHOS ETHYL SUR LA REGION DE 2001 A 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE ET UTILISATION MOYENNE CANTONALE DE CHLORPYRIPHOS ETHYL EN 2000 EN KG RAMENEES A LA SURFACE CANTONALE EN HA	19
FIGURE 18 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN MALATHION SUR LA REGION DE 2001 A 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE ET UTILISATION MOYENNE CANTONALE DE MALATHION EN 2000 EN KG RAMENEE A LA SURFACE CANTONALE EN HA.....	20
FIGURE 19 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN CYPRODINIL SUR LA REGION DE 2001 A 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE ET UTILISATION MOYENNE CANTONALE DE CYPRODINIL EN 2000 EN KG RAMENEE A LA SURFACE CANTONALE EN HA.....	21
FIGURE 20 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN FENOXAPROP-P-ETHYL, OXADIAZON ET METAZACHLORE SUR LA REGION DE 2001 A 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE ET UTILISATION MOYENNE CANTONALE DE CES PESTICIDES EN 2000 EN KG RAMENEE A LA SURFACE CANTONALE EN HA	22
FIGURE 21 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN FLUZILAZOLE, EPOXICONAZOLE ET TERBUTHYLAZINE SUR LA REGION DE 2001 A 2003 EN FONCTION DE LA SEMAINE DE L'ANNEE ET UTILISATION MOYENNE CANTONALE DE CES PESTICIDES EN 2000 EN KG RAMENEE A LA SURFACE CANTONALE EN HA	23
FIGURE 22 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN FOLPEL FIN 2003 A POITIERS.....	25
FIGURE 23 : PRESENCE DES PESTICIDES DANS L'AIR SUR SITES DE FOND PENDANT ET APRES LA PERIODE DE TRAITEMENT, 4 GRAND TYPES DE COMPORTEMENTS TEMPORELS.	30

