

RAPPORT D'ETUDE N°52

EVALUATION DE L'EXPOSITION DES POPULATIONS AUX PESTICIDES DANS L'AIR EN ZONE URBAINE

AGGLOMERATION DE CHENOVE



En collaboration avec :



Préfecture de la région de Bourgogne
Direction régionale des affaires sanitaires et sociales

PREAMBULE

Extrait de la convention entre la DRASS et ATMOSF'air BOURGOGNE Centre Nord :

Le contexte national

Ces dernières années, la multiplication des traitements et du nombre de produits employés a amené les pouvoirs publics à se poser des questions sur les risques potentiels encourus par la population générale. Les CIREI ont donc été largement sollicitées par les ministères concernés sur le risque sanitaire lié aux pesticides pour les populations résidant autour de surfaces agricoles traitées.

De plus, un récent rapport du Comité de prévention et de précaution (CPP) sur les risques sanitaires liés à l'utilisation des produits phytosanitaires préconisait dans ses recommandations d'améliorer l'accès aux données disponibles et d'estimer l'exposition des populations chez les travailleurs, leur famille mais également les riverains des exploitations.

Les ministres chargés de la santé, de l'environnement, de l'agriculture, de la consommation ont décidé de mettre en place un observatoire des résidus de pesticides. La mission première confiée à cet observatoire est de :

- rassembler, en vue de leur valorisation, les informations et résultats des contrôles et mesures de résidus de pesticides dans les différents milieux et produits consommés par l'homme,*
- estimer les niveaux d'exposition des populations,*
- identifier les actions de progrès pouvant être mises en place sur les systèmes d'information et notamment la nature et le format des données collectées.*

L'observatoire des pesticides est une structure mise en place sous la forme d'un comité de pilotage constitué des administrations concernées (DGS, DGAL, DE, DGCCRF). Il associe l'AFSSE, l'AFSSA, l'IFEN et, en tant que de besoin, les autres instituts et agences publiques concernés.

L'action régionale

Afin de contribuer à la phase d'acquisition de données indispensable au travail d'évaluation menée par les CIREI et l'observatoire des pesticides, le groupe de travail composé de la DRASS, de la DRIRE, de la DIREN, de la CIRE Centre - Est, et des DDASS de Bourgogne ont entrepris de réaliser une première série de mesures de pesticides dans l'air ambiant.

Les aspects métrologiques et la réalisation des mesures ont été confiés à ATMOSF'Air Bourgogne Centre -Nord qui dispose de la logistique et de l'expérience métrologique en la matière, à l'instar de celle développée par plusieurs AASQA (Association Agréées pour la surveillance de la qualité de l'air) en France.

Cette campagne répond également à une demande du PRQA de Bourgogne (Plan régional pour la qualité de l'Air) qui dans sa recommandation n°11 précise qu'il convient de «conduire une étude sur l'impact sur la santé et sur l'environnement de l'utilisation de pesticides dans les zones viticoles, maraîchères et céréalières»¹.

[...]

¹ Parallèlement, et sous pilotage DIREN, une étude de faisabilité en Bourgogne de la biosurveillance des retombées atmosphériques des pesticides est en cours.

1. INTRODUCTION

La présence des pesticides dans l'atmosphère est aujourd'hui admise comme une réalité. Sur le plan sanitaire les pesticides peuvent entraîner des effets aigus mais également chroniques sur des populations professionnellement exposées. Concernant l'exposition aux pesticides de la population, peu de données existent sur les teneurs en pesticides dans l'air.

La réalisation de campagnes de mesure à Chenôve, financées par la DRASS² de Bourgogne, a pour objectif principal la mesure des concentrations de pesticides dans l'air auxquelles peut être exposée la population de l'agglomération dijonnaise tout au long de l'année.

Aucune mesure de ce type n'a été effectuée en Bourgogne. Il a donc s'agit, dans un premier temps, d'acquérir le savoir-faire et les compétences nécessaires au prélèvement des pesticides dans l'air ambiant. Puis nous avons cherché des réponses aux questions simples telles que :

- Quelles substances actives y a-t-il dans l'air que nous respirons ?
- En quelles concentrations ?
- Comment ces concentrations évoluent-elles au cours d'une année ?
- Les pesticides sont-ils des produits résistants ou rémanants ?
- Etc.

2. DESCRIPTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

2.1. Nature

Les pesticides (« pest » = fléau en latin) sont des substances chimiques utilisées pour la destruction d'espèces animales ou végétales indésirables.

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

D'un point de vue chimique, les pesticides sont issus de différentes familles. Une classification beaucoup plus simple est de les répertorier en fonction des espèces qu'ils sont censés éliminer. Les trois groupes phytosanitaires les plus importants sont :

- les herbicides : lutte contre les mauvaises herbes,
- les fongicides : lutte contre les champignons,
- les insecticides : lutte contre les insectes.

Sans oublier les corvicides (oiseaux nuisibles), les rotenticides (taupes et rongeurs) et les substances de croissance.

2.2. Effets sur la santé

Les effets sur la santé dépendent de la toxicité des matières actives et de leurs concentrations dans les milieux d'exposition (air, eau, alimentation).

Pour le moment, les études émettent des hypothèses et d'éventuels liens sur l'impact des polluants sur la santé. Elles doivent être multipliées et approfondies, des efforts sont à porter sur les mécanismes d'action (toxicologie) et sur les manifestations cliniques (épidémiologie).

² DRASS : Direction Régionales des Affaires Sanitaires et Sociales

Les effets des pesticides se traduisent par :

- à court terme (heure / jours) : des brûlures des yeux, des lésions cutanées, des effets neurologiques et des troubles hépatiques
- A long terme (mois / années) : des troubles respiratoires, ophtalmologiques et cutanés, des effets neurotoxiques (maladie de Parkinson), des effets cancérigènes, des troubles de la reproduction.

Les effets à court terme sont bien documentés. Concernant les effets à long terme, il reste encore difficile de faire le lien cause – effets mais les données sont de plus en plus nombreuses. **Cependant les résultats des études médicales ne permettent pas d'éliminer un risque potentiel.**

2.3. Contamination de l'air ambiant

L'utilisation actuelle des pesticides entraîne leur dispersion à partir des traitements.

La figure présente de manière claire les flux possibles des produits phytosanitaires dans l'environnement et les milieux qui peuvent être touchés (l'atmosphère, les eaux souterraines et superficielles, le sol et le sous-sol).

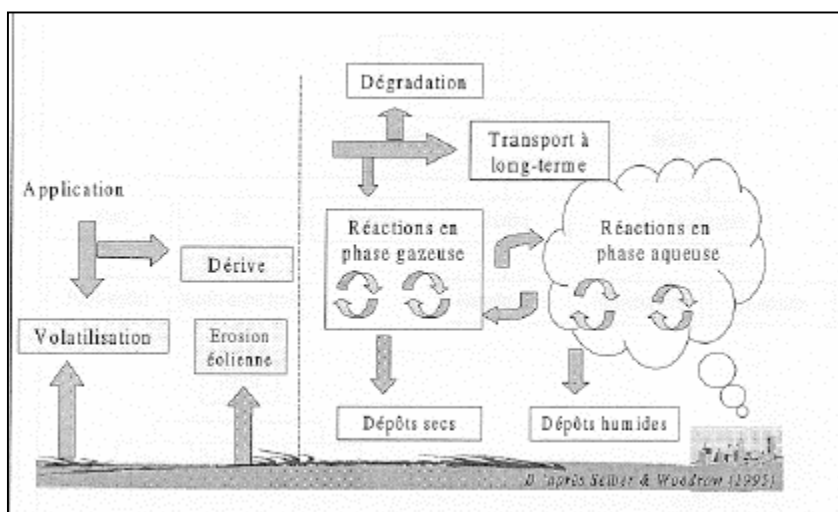


Figure 1 : Les différents modes de contamination de l'atmosphère par les produits phytosanitaires.

La fabrication, le transport et le stockage des pesticides ne sont pas pris en compte, ces manipulations ont probablement un effet sur l'environnement mais celui-ci reste négligeable.

La présence de pesticides dans l'air provient de la volatilisation des produits, de l'érosion du sol et d'une dérive lors de l'épandage.

Les produits phytosanitaires, une fois dans l'atmosphère, peuvent être transportés par les masses d'air à plus ou moins grande distance suivant la stabilité des produits et les hauteurs des couches limite et d'inversion.

L'émission et la dispersion des pesticides dans l'atmosphère aboutissent à des concentrations de l'ordre de plusieurs nanogrammes par mètre cube (ng/m^3). Ce constat apparaît autant en milieu rural qu'en milieu urbain.

Il n'existe aucune réglementation sur la présence de pesticides dans l'air, dans les eaux de pluie ou dans les brouillards.

2.4. Métrologie

2.4.1. Prélèvements

L'appareil utilisé pour prélever les pesticides est un PARTISOL SPECIATION sur lequel est adapté une cartouche ChemComb. Un filtre et plusieurs adsorbants sont disposés à l'intérieur de cette cartouche.

Le filtre en quartz est destiné à recueillir la phase particulaire. Le quartz est un matériau pur et très résistant mécaniquement et chimiquement, malheureusement cette matière est très coûteuse.

L'adsorbant, une mousse en polyuréthane (PUF), est utilisé pour piéger la phase gazeuse.

L'air est pompé avec un débit d'échantillonnage de $1 \text{ m}^3/\text{h}$ pendant 1 semaine, soit 168 heures environ.

Le volume pris en compte dans le calcul des concentrations est le volume standard (Pression = 1013 hPa et Température = 298 K).



PARTISOL Plus



Cartouche ChemComb Pesticides

2.4.2. Analyses

L'analyse et le conditionnement des cartouches de prélèvement sont confiés à un laboratoire d'analyses privé spécialisé dans l'analyse des produits phytosanitaires.

Les pesticides sont extraits de leur support par voie chimique à l'aide d'un mélange de solvant. L'extrait obtenu est purifié puis concentré jusqu'à un volume de quelques millilitres.

Les résultats représentent la somme des deux phases de collecte des pesticides.

L'analyse se fait soit par chromatographie en phase gazeuse (GC) pour les composés thermorésistants et volatilisables, soit par chromatographie en phase liquide (HPLC) pour les composés thermolabiles et les substances ionisées.

Chaque appareil est doté d'un détecteur approprié.

Il est possible de connaître le taux de perte d'échantillon lors du prélèvement et de l'analyse à l'aide de marqueurs chimiques.

- **les pertes au cours du prélèvement** sont représentées par le « % recov prélèvement » : de l'atrazine deutériée est ajoutée sur le filtre lors de la préparation de la cartouche. La quantité retrouvée après l'analyse permet d'estimer ces pertes de manière qualitative, un taux inférieur à 30 - 40 % signifie que des pertes de composés ont pu se produire pendant le prélèvement.

- **les pertes au cours de l'analyse** sont représentées par le « % recov extraction » : dans ce cas, de l'octachloronaphtalène est ajouté au laboratoire avant extraction de l'échantillon. Un taux faible (inférieur à 60 %) signifie que des pertes ont eu lieu lors de l'extraction et/ou la concentration de l'échantillon.

2.4.3. Transports

Le transport des cartouches sur le terrain ainsi que les expéditions vers le laboratoire d'analyses s'effectue dans une glacière. Les envois se font en colis express.

Ces précautions sont prises afin de ne pas faciliter la revolatilisation des pesticides renfermés dans la cartouche.

3. PRESENTATION DE LA CAMPAGNE

3.1. Présentation des substances actives mesurées

Ne possédant pas d'informations précises sur le commerce des produits phytosanitaires en Bourgogne, nous avons décidé de rechercher un maximum de substances actives.

Les 72 composés recherchés se répartissent de la manière suivante :

- 36 % d'herbicides,
- 36 % d'insecticides,
- 25 % de fongicides,
- 3 % de métabolites.

Parmi la liste des substances actives recherchées figurent aussi certaines substances interdites à l'utilisation (le lindane et son isomère α -HCH, le métolachlore et le tebutame).

3.2. Période et zone d'étude

Le site retenu pour effectuer les prélèvements sur Dijon se situe en périphérie Sud de l'agglomération. Le préleveur est implanté sur le toit de la Mairie de Chenôve (voir photo ci-dessous).

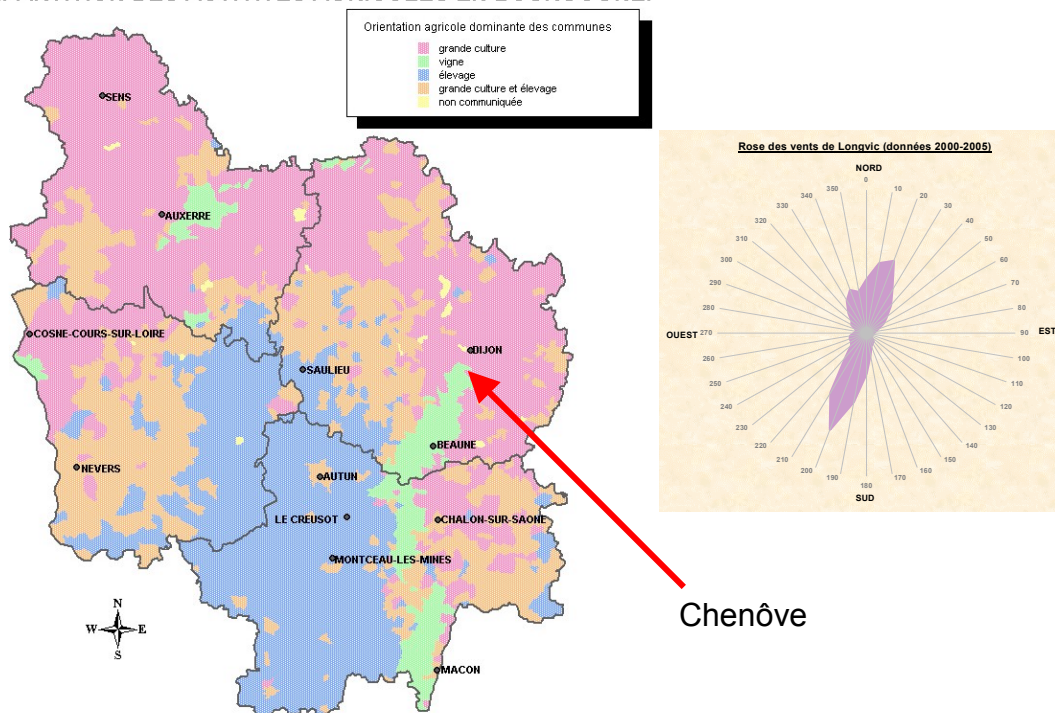


Ce site présente de nombreux avantages :

- il est représentatif d'une forte population (plus de 8 000 hab/km²),
- il est dégagé de tout obstacle important ce qui lui permet d'être représentatif d'une grande zone géographique autour du point de mesure,
- il est protégé du vandalisme,
- et surtout, il est sous le vent des activités agricoles.

La figure montre les orientations agricoles dominante des communes bourguignonnes ainsi que l'orientation des vents principaux. Ainsi, selon la direction du vent, le préleveur sera sous les vents (Nord/Nord-Est) d'une zone agricole à dominante « Grandes Cultures » ou sous les vents (Sud/Sud-Ouest) d'une zone agricole à dominante « Viticulture ».

REPARTITION DES ACTIVITES AGRICOLES EN BOURGOGNE:



La campagne de mesures a duré 1 an, du 03 février 2005 au 02 février 2006. Les prélèvements étant hebdomadaires nous avons obtenu 52 échantillons.

4. RESULTATS

Sur les 72 substances actives recherchées seules 22 ont été détectées, soit un taux de détection de 31 %. Ces composés sont également répartis entre herbicides, insecticides et fongicides.

Le tableau 1 permet de comparer les périodes de détection (traits continus) aux périodes théoriques d'épandage des pesticides (traits en pointillés). Les périodes supposées d'épandage nous ont été fournies par le SRPV³ de Beaune.

³ Service Régional pour la Protection des Végétaux.

Tableau 1 : Comparaison entre les périodes d'épandage des pesticides et les périodes de détection.

Utilisation	Grandes Cultures													Grandes Cultures et Vignes			Vignes					
	H						I				F			I	F	H	I	F				
Action																						
Substances actives	Trifluraline	Pendiméthaline	Métolachlore	Aclonifen	Alachlore	Tebutame	Métazachlore	Lindane g-HCH	A-HCH	a-endosulfan	Carbofuran	Cyprodinil	Fenpropridine	Chlorothalonil	Fenpropimorphe	Cyperméthrine I	Cyperméthrine II	Kresoxym méthyl	Dichlobénil	Chlorpyrifos éthyl	Folpel	Tetraconazole
03/02/05 au 10/02/05	■	■																				
10/02/05 au 17/02/05	■	■																				
17/02/05 au 24/02/05	■	■																				
24/02/05 au 03/03/05	■	■																				
03/03/05 au 10/03/05	■	■																				
10/03/05 au 17/03/05	■	■																				
17/03/05 au 24/03/05	■	■																				
24/03/05 au 31/03/05	■	■																				
31/03/05 au 07/04/05	■	■																				
07/04/05 au 14/04/05	■	■																				
14/04/05 au 21/04/05	■	■																				
21/04/05 au 28/04/05	■	■																				
28/04/05 au 04/05/05	■	■																				
04/05/05 au 12/05/05	■	■																				
12/05/05 au 19/05/05	■	■																				
19/05/05 au 26/05/05	■	■																				
26/05/05 au 02/06/05	■	■																				
02/06/05 au 09/06/05	■	■																				
09/06/05 au 16/06/05	■	■																				
16/06/05 au 23/06/05	■	■																				
23/06/05 au 30/06/05	■	■																				
30/06/05 au 07/07/05	■	■																				
07/07/05 au 13/07/05	■	■																				
13/07/05 au 20/07/05	■	■																				
20/07/05 au 28/07/05	■	■																				
28/07/05 au 04/08/05	■	■																				
04/08/05 au 11/08/05	■	■																				
11/08/05 au 18/08/05	■	■																				
18/08/05 au 25/08/05	■	■																				
25/08/05 au 01/09/05	■	■																				
01/09/05 au 08/09/05	■	■																				
08/09/05 au 15/09/05	■	■																				
15/09/05 au 22/09/05	■	■																				
22/09/05 au 29/09/05	■	■																				
29/09/05 au 06/10/05	■	■																				
06/10/05 au 13/10/05	■	■																				
13/10/05 au 20/10/05	■	■																				
20/10/05 au 27/10/05	■	■																				
27/10/05 au 03/11/05	■	■																				
03/11/05 au 10/11/05	■	■																				
10/11/05 au 17/11/05	■	■																				
17/11/05 au 24/11/05	■	■																				
24/11/05 au 01/12/05	■	■																				
01/12/05 au 08/12/05	■	■																				
08/12/05 au 15/12/05	■	■																				
15/12/05 au 22/12/05	■	■																				
22/12/05 au 29/12/05	■	■																				
29/12/05 au 05/01/06	■	■																				
05/01/06 au 12/01/06	■	■																				
12/01/06 au 19/01/06	■	■																				
19/01/06 au 26/01/06	■	■																				
26/01/06 au 02/02/06	■	■																				

4.1. Substances interdites

Quatre molécules retirées de la vente ont été détectées : le lindane et son isomère le α -HCH, le tebutame et le métolachlore. Elles apparaissent en rouge dans le tableau 1.

Par ailleurs un bruit de fond persiste avec le lindane qui est interdit depuis 1998. Cette substance est résistante, sa présence peut être due à un apport par les pluies, à une revolatilisation ou à une utilisation illégale, cette dernière hypothèse étant la plus improbable.

L'utilisation de ces produits phytosanitaires a été interdite depuis que leur toxicité a été prouvée. Ils seront inclus à la liste de pesticides à surveiller lors des prochaines études.

4.2. Cohérence des résultats

Les périodes possibles d'application sont théoriques puisque l'épandage des pesticides dépend des conditions météorologiques. On observe tout de même une bonne corrélation entre les détections et les périodes standards d'épandage des produits phytosanitaires (à noter en particulier les fongicides appliqués sur les grandes cultures : cyprodinil, fenpropidine, chlorothalonil et fenpropimorphe).

Dès lors que la culture est à priori peu présente à proximité du point de suivi (ex : maïs), les molécules ne sont pas ou peu détectées. C'est le cas pour le carbofuran qui est herbicide utilisé plus spécifiquement pour le maïs.

4.3. Fréquence de détection

La fréquence de détection d'une substance est le nombre de fois où une molécule est détectée par rapport au nombre de prélèvements réalisés.

Attention, une molécule peut être présente dans l'air en quantité si faible que les appareils n'arrivent pas à la détecter !

Tableau 2 : Fréquences de détection et niveaux de concentration en pesticides.

Polluant	Fréquence de détection (%)	Concentration annuelle max (ng/m ³)	Concentration annuelle moyenne (ng/m ³)
Trifluraline	92,3	5,35	0,94
Cyperméthrine I	3,8	1,84	0,06
Cyperméthrine II	3,8	1,97	0,06
Dichlobénil	19,2	0,51	0,04
Lindane	86,5	1,83	0,66
Pendiméthaline	44,2	6,04	0,55
Cyprodinil	23,1	0,92	0,12
Fenpropidine	28,8	1,01	0,20
Chlorothalonil	40,4	2,67	0,29
Fenpropimorphe	15,4	1,58	0,13
Métolachlore	11,5	0,81	0,07
Aclonifen	3,8	1,06	0,05
Alachlore	1,9	0,71	0,02
Folpel	32,7	9,16	1,67
Chlorpyrifos éthyl	19,2	1,53	0,17
Kresoxym méthyl	1,9	0,35	0,01
Tebutame	13,5	0,23	0,02
A-endosulfan	15,4	1,52	0,15
Carbofuran	1,9	0,14	0,00
Tetraconazole	3,8	0,42	0,03
Métazachlore	5,8	0,51	0,05
A-HCH	3,8	0,15	0,01

La figure 2 montre les fréquences de détection et la concentration moyenne annuelle de chaque substance active détectée. Les valeurs sont issues du tableau 2.

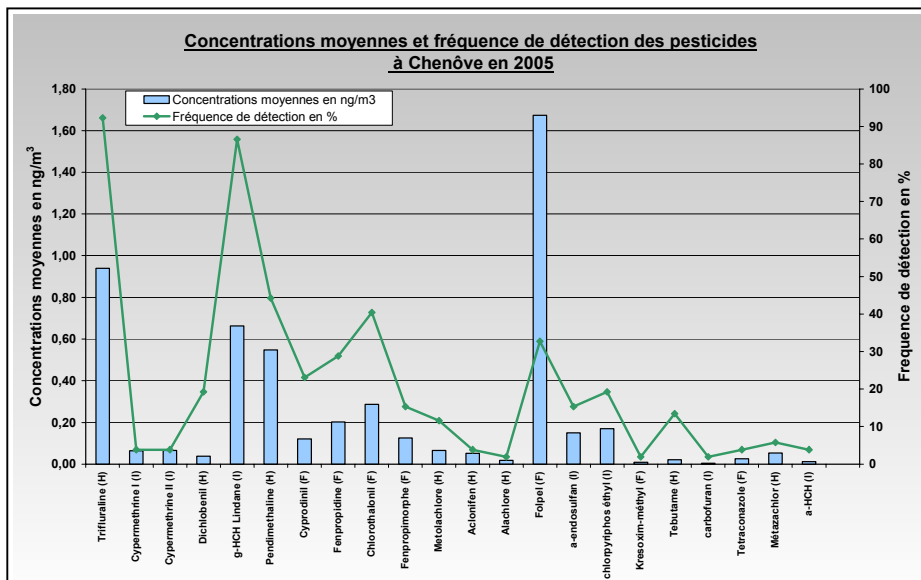


Figure 2 : Concentrations moyennes et fréquences de détection de chaque substance active.

Certaines substances se démarquent des autres :

- soit parce qu'elles sont détectées souvent : trifluraline (92,3%), lindane (86,5%), pendiméthaline (44,2%), chlorothalonil (40,4%), folpel (32,7%).
- soit parce que leur concentration moyenne annuelle est élevée : folpel (1,67 ng/m³), trifluraline (0,94 ng/m³), lindane (0,66 ng/m³), pendiméthaline (0,55 ng/m³), chlorothalonil (0,29 ng/m³).
- ou encore parce que ces deux critères se cumulent : **trifluraline, lindane, folpel, pendiméthaline.**

La trifluraline, le lindane et le pendiméthaline sont utilisés pour traiter les grandes cultures, le folpel sert uniquement pour les vignes.

Le point de mesure choisi est plus proche des vignes (environ 500 m) que des grandes cultures (plusieurs kilomètres), ce qui explique les fortes concentrations de folpel.

4.4. Niveau de pollution et pesticides totaux

La concentration totale en pesticides évolue au cours de l'année (Cf. figure 3) avec des maximums au printemps et en été qui sont des périodes d'épandage intensif.

Les concentrations totales varient entre 0,2 ng/m³ en janv. - fév. et 11,1 ng/m³ fin juin.

Les figures 4 et 5 montrent la répartition des pesticides en fonction du type de cultures traitées (grandes cultures, grandes cultures et vignes, vignes) puis en fonction du type d'action (herbicide, insecticide, fongicide).

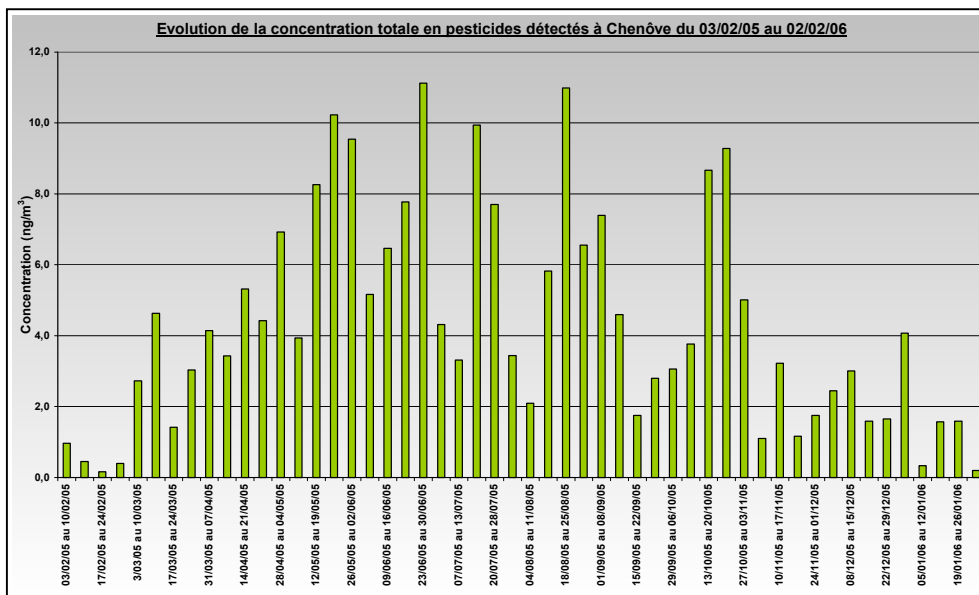


Figure 3 : Evolution annuelle de la concentration totale (tous les pesticides) détectés à Chenôve en 2005.

D'après la figure 4, la plupart des produits sanitaires détectés sont utilisés sur les grandes cultures (bleu) qui sont traitées tout au long de l'année, mais de manière plus intensive au printemps et à l'automne.

Les vignes sont traitées de mai à début septembre (jaune) puis un peu en fin d'année.

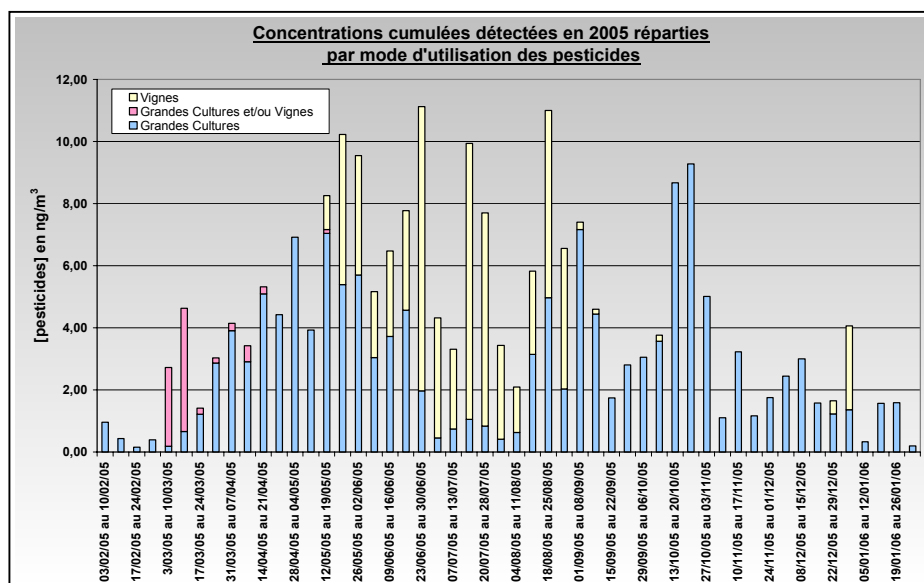


Figure 4 : Répartition des concentrations totales de pesticides en fonction de leurs utilisations.

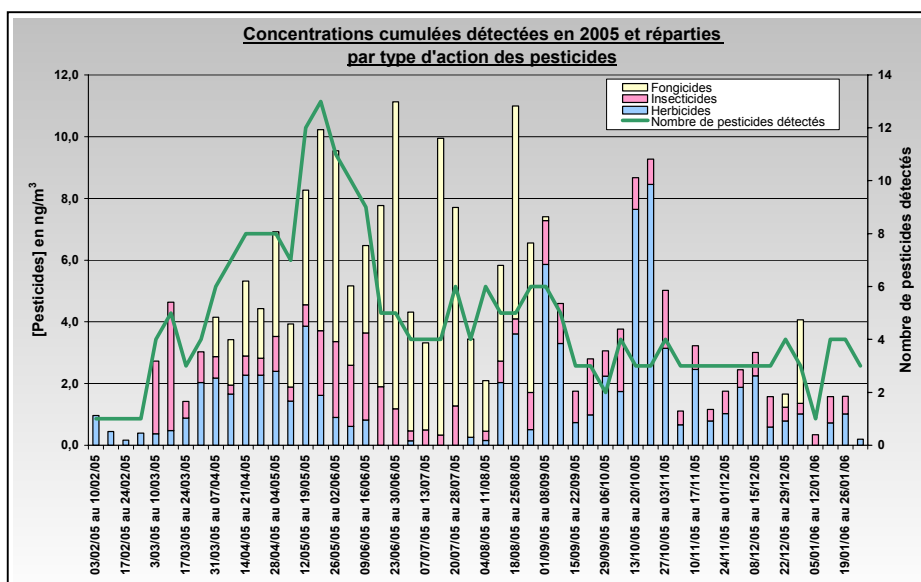


Figure 5 : Répartition des concentrations totales de pesticides en fonction de leurs actions.

Le nombre de pesticides détectés varie de 1 à 13 (Cf. figure 5). Les substances sont plus nombreuses au printemps, période de traitement intensif.

Les insecticides et les herbicides sont épanchés toute l'année avec notamment une plus forte proportion d'herbicides de fin mars à début juin ainsi qu'en octobre - novembre.

Très peu de fongicides sont retrouvés au second semestre 2005, ce qui est cohérent avec le fait que ces derniers ne sont utilisés qu'au printemps.

Afin de détecter un maximum de substances actives et dans des concentrations importantes, les prochaines études devront être menées au minimum entre mi-mai et fin juillet.

4.5. Evolution annuelle de chaque substance active

Les figures 6, 7 et 8 présentent l'évolution annuelle de chaque pesticide classé par type d'action (fongicide, insecticide ou herbicide).

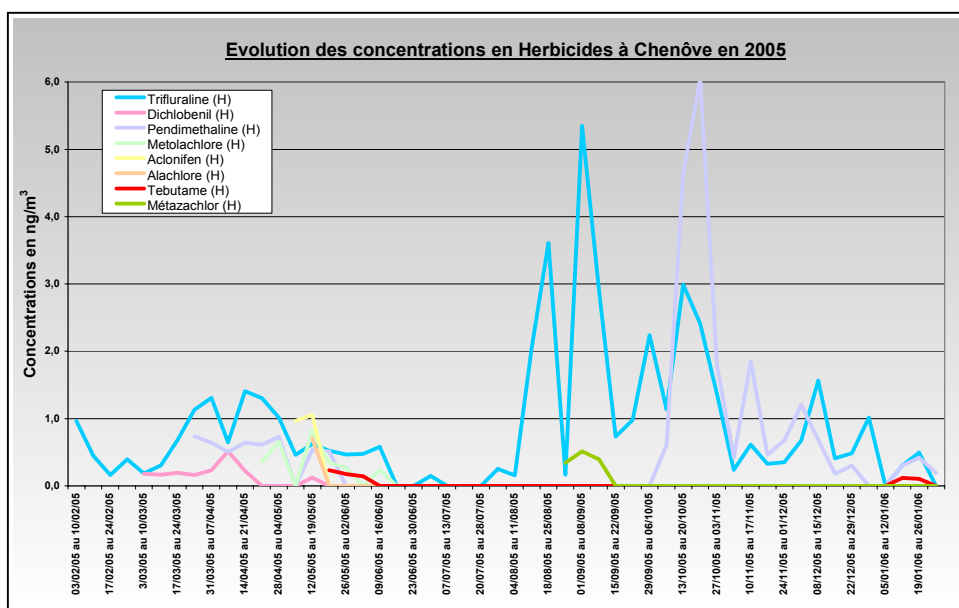


Figure 6 : Evolution annuelle des herbicides détectés à Chenôve en 2005.

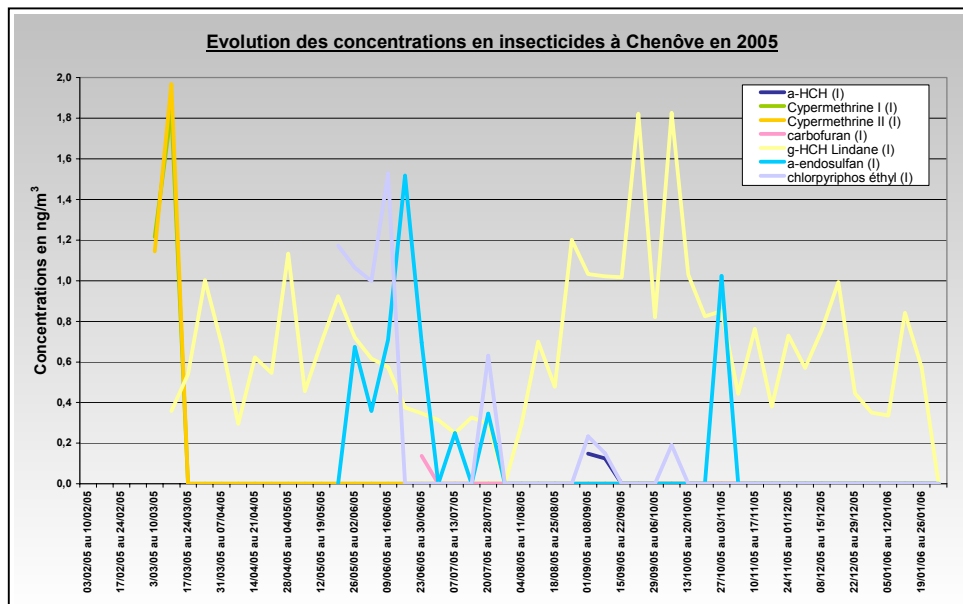


Figure 7 : Evolution annuelle des insecticides détectés à Chenôve en 2005.

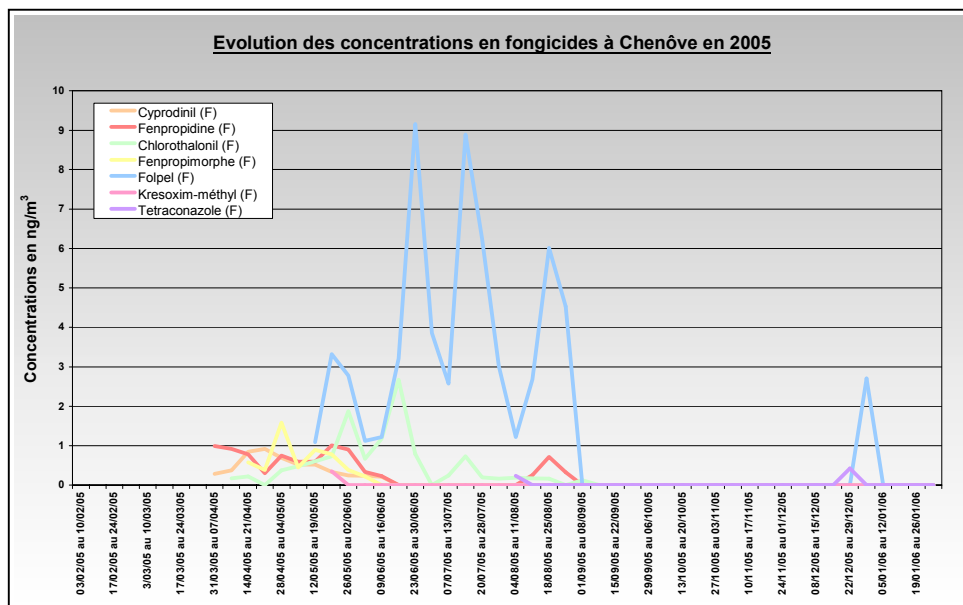


Figure 8 : Evolution annuelle des fongicides détectés à Chenôve en 2005.

Ces graphiques permettent aussi de voir que les insecticides et les herbicides sont utilisés tout au long de l'année alors que les fongicides sont appliqués principalement au printemps et en été.

Ils mettent en valeurs les substances actives que nous devons absolument surveiller lors de nos prochaines campagnes de mesure :

- pour les herbicides : la trifluraline et le pendiméthaline (concentrations élevées), le tebutame et le métolachlore (interdits) ;
- pour les insecticides : le lindane et son isomère a-HCH (interdits) ;
- pour les fongicides : le folpel et éventuellement le chlorothalonil (concentrations élevées).

5. CONCLUSION

Une grande diversité de pesticides a été retrouvée dans l'air de Dijon. Ils proviennent des traitements agricoles environnants mais également, pour certaines molécules, d'utilisation par les particuliers.

Un transfert de pesticides des zones agricoles vers l'agglomération urbaine dijonnaise a donc été mise en évidence.

Chaque prélèvement se caractérise par un mélange complexe de pesticides, et ce mélange évolue au cours du temps. Les niveaux de pollution dans l'air sont de l'ordre du ng/m^3 .

Les substances actives détectées sont plus nombreuses au printemps qu'en fin d'années, c'est effectivement à cette période que les agriculteurs traitent le plus. **Les résultats de notre première campagne sont donc cohérents.**

Nous avons pu montrer que les pesticides sont détectés pendant leur période d'utilisation mais aussi plusieurs semaines après : soit par le biais de la volatilisation, soit parce qu'ils sont très persistants dans l'environnement.

Cette première étude nous aura permis d'acquérir le savoir-faire nécessaire à la mesure des pesticides.

Une deuxième étude est en cours, elle devrait se terminer mi-août 2006. Elle consiste à mesurer les pesticides parallèlement en air intérieur et en air extérieur. Les résultats viendront compléter la base de données de la DRASS afin de servir aux études épidémiologiques en cours.