



SUIVI DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES DANS L'AIR

Résultats de la campagne de mesures 2013



Entre terre et air

colloque :
Agriculture et qualité de l'air
en Alsace



Judi 12 février 2015 de 9 h à 17 h
Maison de l'agriculture
à Sainte Croix en Plaine



Les pesticides sont définis par quatre réglementations européennes :

les produits phytosanitaires, les biocides, les médicaments et les produits à usages humains ou vétérinaires.

Les produits phytosanitaires (règlement n°1107/2009 du 21 octobre 2009) sont des produits composés de substances actives, phytoprotecteurs ou synergistes destinés à l'un des usages suivants :

- protéger les végétaux contre tous les nuisibles ou prévenir l'action de ceux-ci ;
- exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, autres que les substances nutritives, exerçant une action sur leur croissance;
- assurer la conservation des produits végétaux ;
- détruire les végétaux ou les parties de végétaux indésirables ;
- freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux.

Usages

- **non agricole** (entretien des voiries, jardins des particuliers...)



- **Usage agricole** (exploitation des terres arables...)



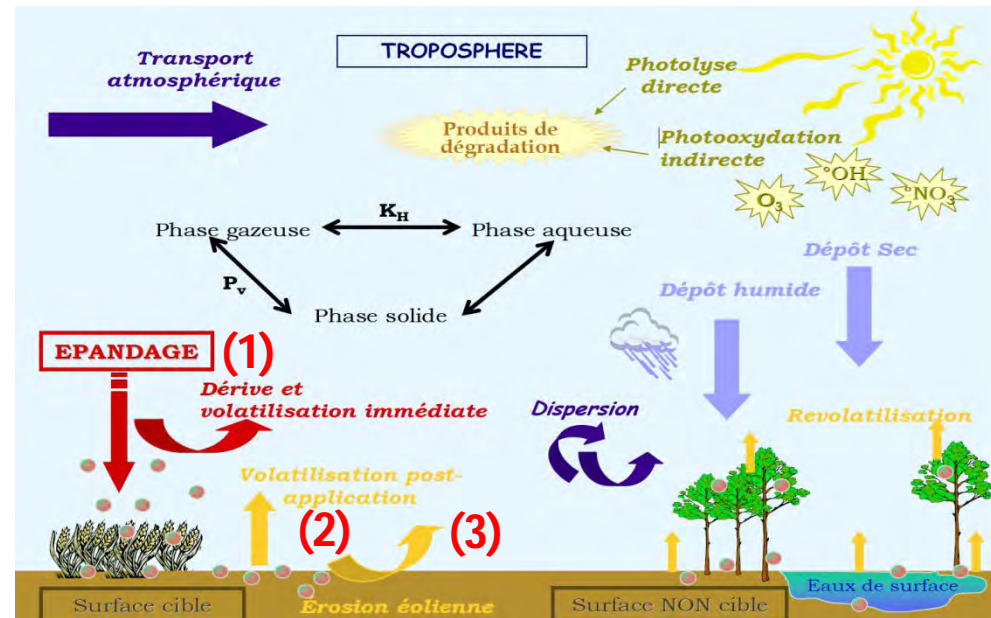
Les produits phytosanitaires sont classés selon le type de nuisibles visés dont les principaux sont :

- Fongicides (relatifs aux champignons).
- Herbicides ou désherbants (relatifs aux mauvaises herbes).
- Insecticides (relatifs aux insectes et aux acariens).
- Corvicides (relatifs aux oiseaux)
- Rodenticides (relatifs aux rongeurs)
- Molluscicides (relatifs aux limaces).
- Nématicides (relatifs aux nématodes)



La contamination de l'atmosphère se fait principalement selon trois voies :

- (1) **par dérive** lors de l'épandage où une fraction de la partie pulvérisée n'atteint pas le sol et se retrouve en suspension dans l'atmosphère,
- (2) **par volatilisation après application** (liée aux propriétés volatiles du produit),
- (3) **par érosion éolienne et re-suspension** des produits phytosanitaires (hors période de traitement), par l'intermédiaire des particules, accumulées dans les sols.



Voies de transferts des phytosanitaires dans l'atmosphère - Maryline Pieger 2009

Volatilité

Le passage d'une molécule dans l'atmosphère va dépendre de ses propriétés physico-chimique mais également de sa formulation et de son mode d'application.



Pression de vapeur (mm Hg avec t° 20-25°C)	Volatilité	Application en surface	Incorporation dans le sol
$> 10^{-4}$	ELEVEE	58%	5,2%
$10^{-6} > X > 10^{-4}$		35%	2,1%
$< 10^{-6}$	FAIBLE	-	0,3%

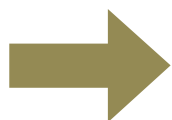
Source: Environmental Protection Agency

Volatilité

Le passage d'une molécule dans l'atmosphère va dépendre de ses propriétés physico-chimique mais également de sa formulation et de son mode d'application.



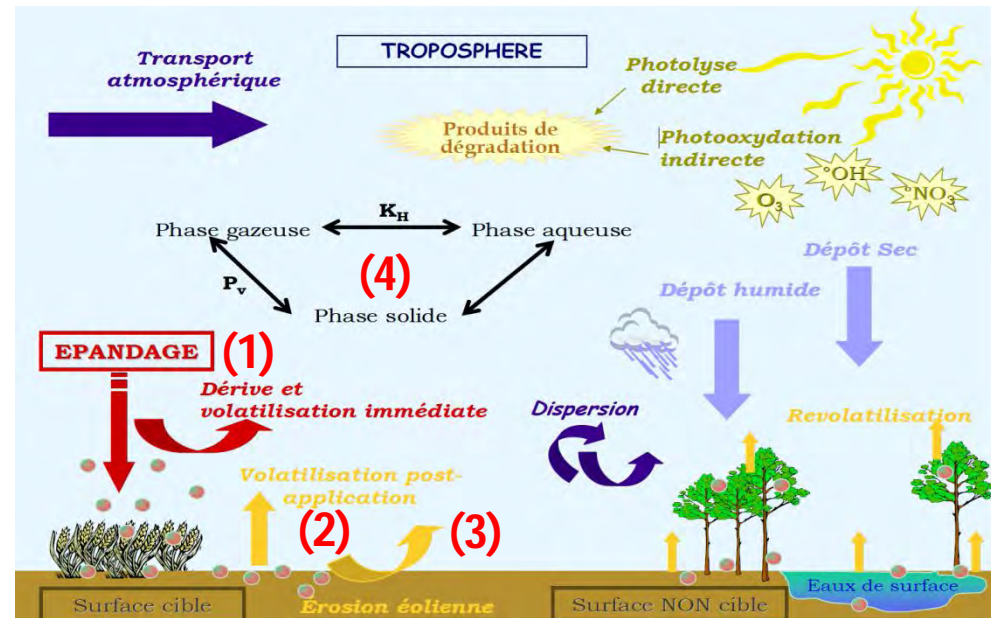
Produits phytosanitaires	Quantité utilisée/vendue (en kg) (année 2008-2009)	Pression de vapeur (mm Hg)	Emissions dans l'air en Alsace (en kg)	
Glyphosate (H)	120 000 (1)	9,8 10 ⁻⁸	21 (70)	0,02%
Pendiméthaline (H)	11 800 (14)	3,0 10 ⁻⁵	4 140 (3)	35%
Trifluraline (I)	3 860 (94)	1,0 10 ⁻⁴	2 180 (7)	56%



Permet de hiérarchiser les substances émises dans l'atmosphère et d'identifier celles qui sont à rechercher en priorité

Devenir dans l'atmosphère des produits phytosanitaires

- (4) après une émission gazeuse les produits phytosanitaires se répartissent entre les phases gazeuses, particulaires (aérosols) et aqueuse (gouttelette d'eau).



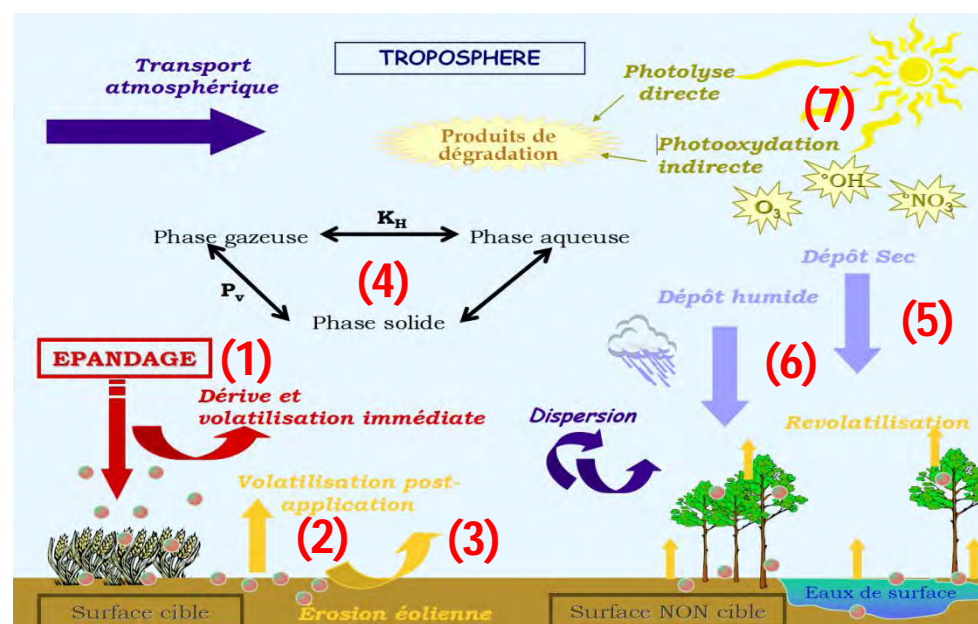
Voies de transferts des phytosanitaires dans l'atmosphère - Maryline Pieger 2009

Elimination des produits phytosanitaires

- **(5) dépôts secs** : Transport des produits phytosanitaires gazeux et particulaires vers le sol en l'absence de précipitations.
- **(6) dépôts humides** : élimination des produits phytosanitaires par l'intermédiaire des précipitations.
- **(7) Réactions photochimiques** : Transformation chimique des produits phytosanitaires (photolyse directe, réaction avec l'ozone, radical hydroxyle - le jour - NO_3 - la nuit).



Entraîne la formation de produits de dégradation (métabolites)



Voies de transferts des phytosanitaires dans l'atmosphère - Maryline Pieger 2009

Élimination des produits phytosanitaires

- **(5) dépôts secs** : Transport des produits phytosanitaires gazeux et particulaires vers le sol en l'absence de précipitations.
- **(6) dépôts humides** : élimination des produits phytosanitaires par l'intermédiaire des précipitations.
- **(7) Réactions photochimiques** : Transformation chimique des produits phytosanitaires (photolyse directe, réaction avec l'ozone, radical hydroxyle - le jour - NO₃ - la nuit).



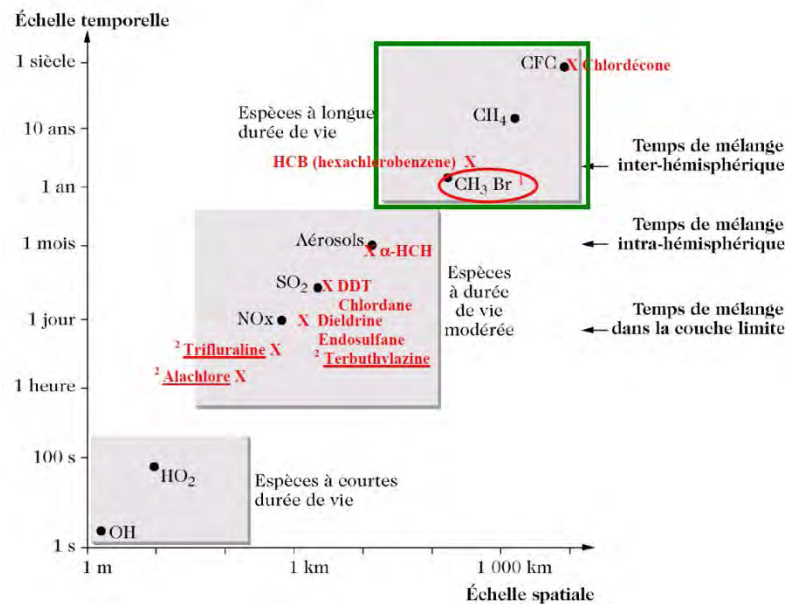
Entraîne la formation de produits de dégradation (métabolites)

- **Exemple du Dichlorvos** :
$$\text{C}_4\text{H}_7\text{Cl}_2\text{O}_4\text{P} + \text{OH}\cdot \rightarrow \text{CCl}_2 \text{ (phosgène)} + \text{autres composés}$$

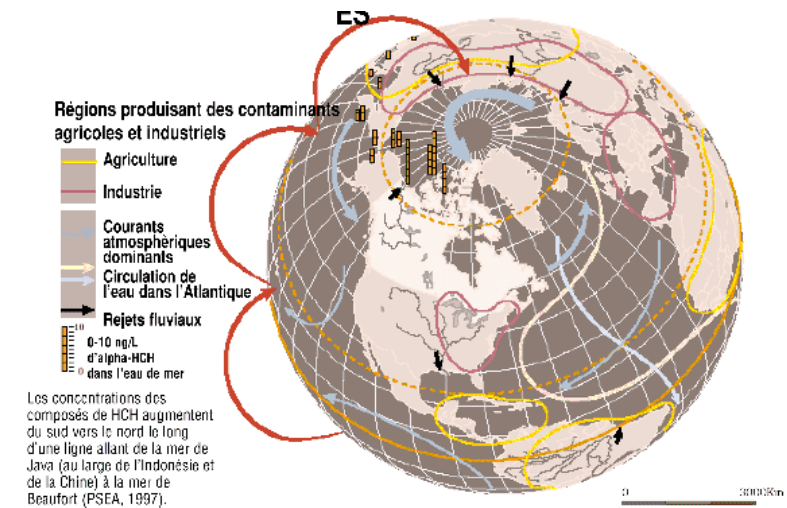
se dégrade rapidement : en une dizaine d'heures la concentration de dichlorvos est réduite de moitié.
- **Analyses chimiques des métabolites difficiles**
 - identification des métabolites
 - présents à des concentrations plus faibles...

Concentrations dans l'air

- **Bilan** entre la contamination et l'élimination du produits phytosanitaires
 - Plus une molécule est volatile plus on la retrouve dans l'atmosphère
 - Moins une molécule est réactive, plus son temps de résidence dans l'atmosphère sera long



Comparaison des temps de vie et des échelles spatiales pour quelques espèces - adapté de Delmas et al., 2005 / D'après Maryline Pieger 2009.



Dispersion atmosphérique du lindane sur de grandes distances

Objectifs de la campagne de mesures 2013

- Validation de la faisabilité de la mise en place d'une surveillance pérenne
- Produire des données de concentrations
 - Point de référence pour les campagnes de mesures à venir
 - Calculer des indicateurs



Molécules recherchées

Le choix des molécules recherchées

- fonction de leur usage,
- de leur volatilité
- Appartenance à la liste socle nationale
- Intérêt sanitaire
- Faisabilité techniques (méthode d'analyse disponible...)

Listes des molécules (réunion du 7 février 2013)

50 molécules recherchées

- 23 herbicides
- 20 fongicides
- 7 insecticides

- 29 appartenant à la liste Nationale Socle 2008
- Les métabolites ne sont pas recherchés

Financement

FEADER (GAL Alsace Centrale), DREAL, DRAAF, ASPA



Stratégie d'échantillonnage

Préleveur : Partisol

- bas débit : $1 \text{ m}^3 \text{ d'air.h}^{-1}$
- Équipé d'une cartouche ChemComb®
- Filtre Quartz (particules) / Mousse polyuréthane (phase gazeuse)

Temps de prélèvement

- Prélèvement de la phase particulaire et de la phase gazeuse durant 7 j

Echantillonnage

- 5 fois 1 semaine d'avril à juillet 2013 en période d'usage
- 1 semaine en novembre 2013 en l'absence d'épandage



Mousses Filtre

Sens du trajet de l'air



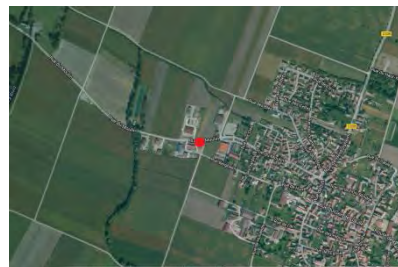
Sites de mesures

Site grandes cultures

Cultures à proximité : blé, maïs

Début de la mesure :

24/04 – 14/05 – 21/05 – 26/06 – 3/07 – 20/11



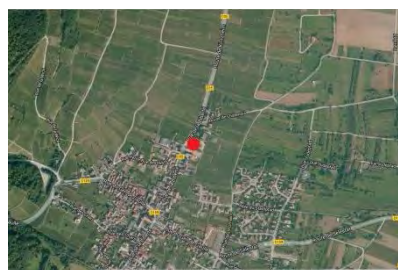
Site viticole

Proximité : vignes

Grandes cultures à 1-2 km

Début de la mesure :

14/05 – 21/05 – 12/06 – 19/06 – 3/07 – 13/11

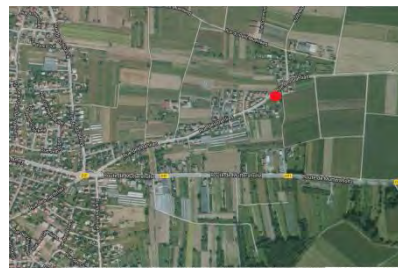


Site

Proximité : grandes cultures

Début de la mesure :

10/04 – 17/04 – 05/06 – 12/06 – 24/07 – 5/11



Site urbain

Proximité : grandes cultures

Début de la mesure :

2/04 – 30/04 – 21/05 – 10/07 – 17/07 – 28/10



Détection des molécules : 20 molécules sur 50 analysées

Molécule		Nombre de détections	Limite de détection (en ng/m ³)	Limite de quantification (en ng/m ³)	Fréquence de détection (%)
S-métolachlore	H	13	0,05	0,12	54%
Pendiméthaline	H	11	0,05	0,12	46%
Cymoxanil	F	10	0,05	0,12	42%
Acétochlore	H	9	0,05	0,12	38%
Diméthénamide-p	H	7	0,05	0,12	29%
Diméthomorphe	F	6	0,05	0,12	25%
Folpel	F	6	0,24	0,60	25%
Prosulfocarbe	H	6	0,05	0,12	25%
Cyprodinil	F	3	0,05	0,12	13%
Spiroxamine	F	3	0,05	0,12	13%
Trifloxystrobine	F	3	0,05	0,12	13%
Chlorothalonil	F	2	0,05	0,12	8%
Chlorpyriphos-méthyl	I	2	0,05	0,12	8%
Krésoxim-méthyl	F	2	0,05	0,12	8%
Chlorpyriphos-éthyl	I	1	0,05	0,12	4%
Fenpropimorphe	F	1	0,05	0,12	4%
Lindane	I	1	0,05	0,12	4%
Métazachlore	H	1	0,05	0,12	4%
Napropamide	H	1	0,05	0,12	4%
Oxadiazon	H	1	0,05	0,12	4%

- **6 molécules communes :**

Acétochlore, Diméthénamide-p, Folpel, Pendiméthaline, Prosulfocarbe, S-métolachlore

- **8 herbicides :**

Acétochlore, Diméthénamide-p, Méthzachlore, Napropamide, Oxadiazon, Pendiméthaline, Prosulfocarbe, S-métholachlore

- **9 fongicides :**

Chlorothalonil, Cymoxanil, Cyprodinil, Diméthomorphe, Fenpropimorphe, Folpel, Krésoxim-méthyl, Spiroxamine, Trifloxystrobine

- **3 insecticides :**

Chlorpyriphos-éthyl, Chlorpyriphos-méthyl, Lindane

Quantification des molécules

Certaines molécules détectées sont en si faibles concentrations qu'elles ne peuvent être quantifiées

Molécule		Urbain	Maraîchage	Grandes	Viticulture
Acétochlore	H	2 (2)	2 (2)	3 (3)	2 (2)
Chlorothalonil	F	-	-	1 (1)	1 (-)
Chlorpyriphos-éthyl	I	-	1 (-)	-	-
Chlorpyriphos-méthyl	I	-	-	-	2 (1)
Cymoxanil	F	3 (2)	3 (2)	-	4 (4)
Cyprodinil	F	2 (1)	1 (1)	-	-
Diméthénamide-p	H	1 (-)	2 (1)	3 (3)	1 (-)
Diméthomorphe	F	-	2 (-)	1 (-)	3 (1)
Fenpropimorphe	F	1 (1)	-	-	-
Folpel	F	2 (2)	2 (-)	1 (-)	1 (1)
Krésoxim-méthyl	F	-	-	-	2 (1)
Lindane	I	-	1 (-)	-	-
Métazachlore	H	-	1(1)	-	-
Napropamide	H	-	1(1)	-	-
Oxadiazon	H	1 (-)	-	-	-
Pendiméthaline	H	2 (1)	3 (1)	5 (4)	1 (-)
Prosulfocarbe	H	2 (2)	1 (1)	1 (1)	2 (-)
S-métolachlore	H	3 (2)	3 (2)	4 (4)	3 (2)
Spiroxamine	F	-	-	-	3 (2)
Trifloxystrobine	F	-	-	1 (1)	2 (2)
Nombre de pesticides		10 (8)	13 (9)	9 (7)	13 (9)

Nombre de détections et entre parenthèse nombre de quantification des molécules par site de mesures. '-' représente une absence de détection.

- **17 molécules quantifiées :**

- 8 en urbain
- 9 en maraîchage
- 7 en grandes cultures
- 9 en viticultures

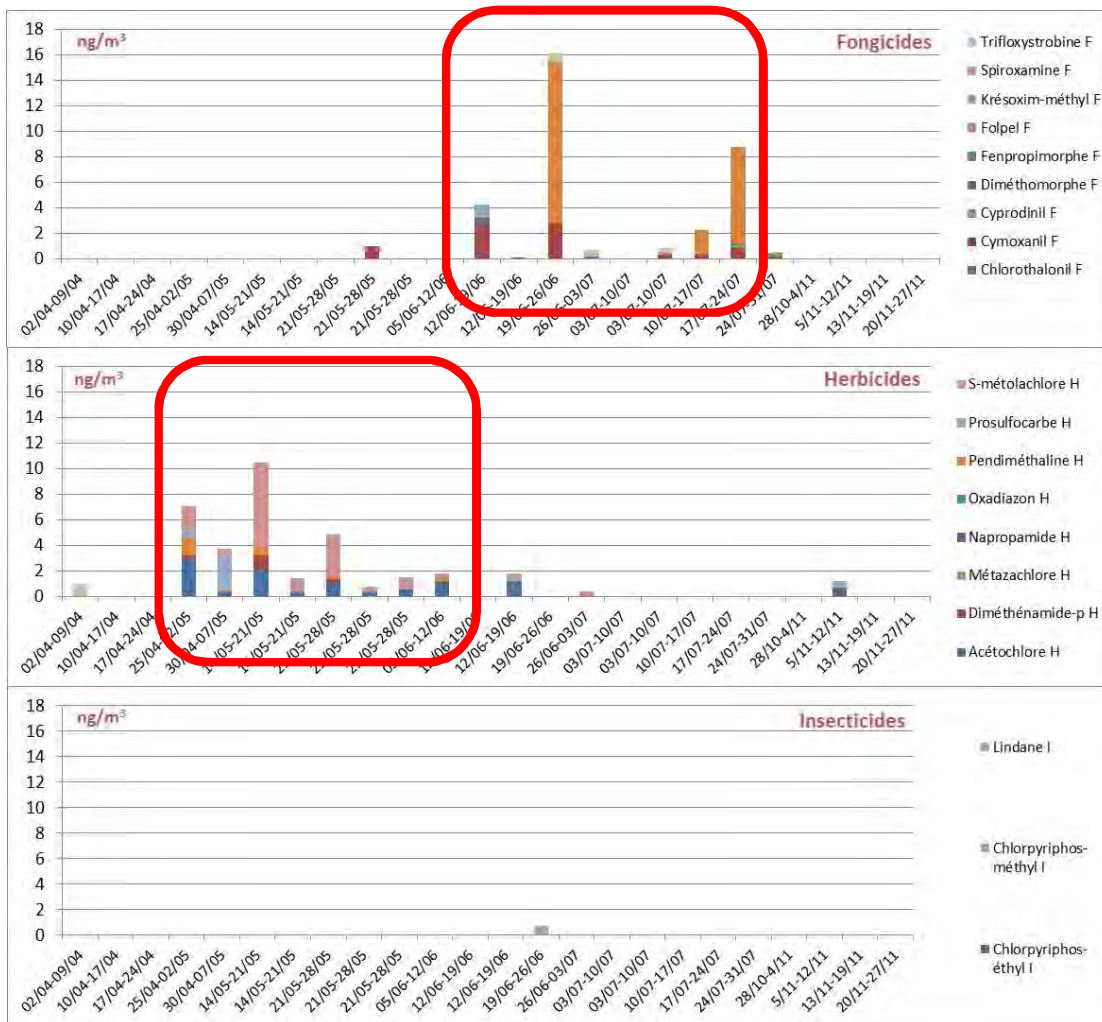
- **3 molécules non quantifiées :**

Chlorpyriphos-éthyl (I), Lindane (I) et Oxadiazon (H)

Par site de prélèvement

Typologie des sites	Rurale	Rurale	Déjà urbain	Urbain
				
Culture dominante	Grandes Cultures	Vignes	Cultures maraîchères	-
Cultures secondaires		Grandes Cultures à 1-2km	Grandes Cultures	Grandes Cultures
Nb de molécules détectées	9	13	13	10
Nb de molécules quantifiées	7	9	9	8
Maxima mesurés (ng/m ³)	6,3 (S-métholochlore)	12,6 (folpel)	1,25 (acétochlore)	7,6 (folpel)
Commentaire	Majorité d'herbicides	majorité de fongicides	concentration faible/trace de lindane	

Mesures des produits phytosanitaires dans l'air



Une répartition par famille en accord avec les campagnes antérieures dans d'autres régions :

- Pic de fongicides détectés et quantifiés en juin et début juillet
- Herbicides détectés et quantifiés d'avril à début juin

Nombre de fongicides, insecticides, herbicides détectés chaque mois

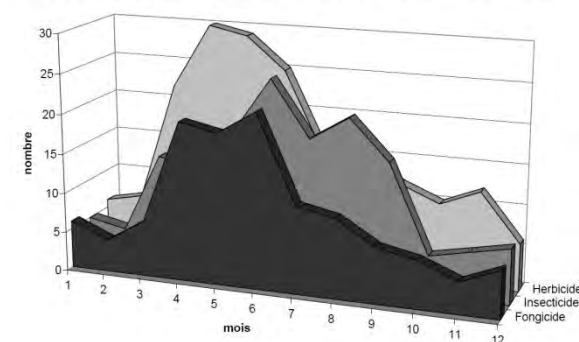


Figure 7 : Nombre de détection pour 3 familles de pesticides : herbicides, insecticides et fongicides

Source ETAT DES LIEUX DE LA MESURE DES PESTICIDES DANS L'AIR EN FRANCE PAR LES AASQA, Revue Pollution atmosphérique 2007

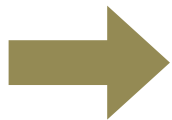
Concentration de dioxyde de soufre

- Entre 0,3 et 5,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Concentrations métrologiquement faibles
- Concentration plus élevées en hiver (surémissions / météorologie)
- Une pointe en juillet à Kintzheim (viticulture)



$\mu\text{g}/\text{m}^3$	02/04 - 09/04	10/04 - 24/04	25/04 - 02/05	30/04 - 07/05	14/05 - 28/05	21/05 - 28/05	05/06 - 26/06	12/06 - 26/06	26/06 - 10/07	03/07 - 10/07	10/07 - 25/07	28/10 - 04/11	04/11 - 12/11	20/11 - 27/11	13/11 - 20/11
Sélestat FREDON	0,5			0,3		<0.3					1,0	3,8			
Sélestat Maraîchage		0,9					0,6						3,2		
Ohnenheim			<0.3		<0.3				0,3					3,5	
Kintzheim					0,8			0,8		2,9					5,2
Temps d'expo. :	7 jours	14 jours	7 jours	7 jours	14 jours	7 jours	21 jours	14 jours	14 jours	7 jours	15 jours	7 jours	8 jours	7 jours	7 jours

- ✦ Validation de la faisabilité de la mise en place d'une surveillance pérenne
- ✦ Alimenter la base de données régionale
 - o Point de référence pour les campagnes de mesures à venir
 - o Calculer des indicateurs (en cours d'élaboration au niveau national)
- ✦ Alimenter la base de données nationale (BD PHYTATMO)
- ✦ Alimenter les études nationales (ex : saisine de l'ANSES)



Rapport disponible 'rubrique publications' sur

www.atmo-alsace.net

Sites de mesures – campagne 2014

2 Sites identiques à ceux de 2013

- Construction d'un historique : Grande cultures et Vignes

3 nouveaux sites 2013

- Evaluation de nouvelles typologies
- Elargir l'évaluation dans le Haut-Rhin

Site : Arboriculture

Proximité : Arboriculture, viticulture



Site urbain

Proximité : Maraîchage



Site urbain

Proximité : Zone urbaine



