



**Association pour la mesure de la
pollution atmosphérique de l'Auvergne**



Mesure de pesticides



région de Clermont-Ferrand

décembre 2005

A_tmo Auvergne

21 Allée Évariste Galois
La Pardieu
63170 AUBIÈRE

Tél. : 04 73 34 76 34

Fax : 04 73 34 33 56

Mél : contact@atmoauvergne.asso.fr

Site Internet : <http://www.atmoauvergne.asso.fr>

2^{ème} version

Avertissement

Les résultats de cette étude représentent les données en un instant t caractérisé par des conditions climatiques propres.

Atmo Auvergne ne saurait être tenue responsable des évènements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation qui pourra être faite des informations fournies.

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|----|
| 1. Introduction-contexte | 4 |
| 1.1 Emplacement des sites de mesure..... | 5 |
| 1.2 Caractéristiques des sites..... | 7 |
| 1.3 Choix de la liste des pesticides | 8 |
| 1.3.1 Critères de choix..... | 8 |
| 1.3.2 Cas du glyphosate..... | 8 |
| 1.4 Méthode de prélèvement et d'analyse..... | 9 |
| 1.4.1 Prélèvement | 9 |
| 1.4.2 Analyse..... | 9 |
| 1.4.3 Assurance qualité..... | 9 |
| 2. Résultats | 10 |
| 2.1 Quels sont les composés détectés ?..... | 10 |
| 2.1.1 Fréquence de détection des composés..... | 10 |
| 2.1.2 Evolution temporelle du nombre de pesticides détectés..... | 12 |
| 2.2 Quelles sont les concentrations mesurées ?..... | 12 |
| 2.2.1 Y a-t-il des différences de concentrations entre le site urbain et le site rural ? | 13 |
| 2.2.2 Comment varient les concentrations sur les deux sites au cours de la période ? | 13 |
| 2.2.3 Quel est le lien avec le calendrier des usages ?..... | 16 |
| 2.2.4 Comment se situent ces résultats par rapport à d'autres régions ? . | 17 |
| 2.2.5 Quel est le lien avec les conditions météorologiques ?..... | 18 |
| 2.2.6 Quel est le lien entre molécules mesurées et utilisées par les communes et les agriculteurs ? | 19 |
| 3. Conclusion | 20 |

1. Introduction-contexte

La présente étude vise à identifier et à quantifier les pesticides se trouvant dans l'air dans la région de Clermont-Ferrand, ce travail n'ayant jamais été réalisé en Auvergne. Elle devrait permettre également à terme de fournir aux professionnels de santé les éléments nécessaires à l'estimation de l'exposition de la population. Cette étude réalisée dans le cadre du PRQA est financée par la DRASS et le Conseil Régional d'Auvergne.

Le comité de pilotage de cette étude est constitué de la DRASS, de l'association Phyt'eauvergne, de la DRAF, de la DIREN, du Conseil Régional, de Lig'air et d'Atmo Auvergne.

Le terme **pesticide** désigne toute substance qui vise à éliminer les organismes nuisibles végétaux ou animaux. La France est le troisième utilisateur mondial de pesticides et le premier en Europe. Actuellement, plus de 500 substances actives sont utilisées en France, et environ 5000 spécialités commerciales (contenant une ou plusieurs substances actives auxquelles sont associés des adjuvants) sont disponibles sur le marché français.

Il existe plusieurs familles de pesticides :

- les insecticides, destinés à tuer les insectes nuisibles, et qui sont généralement les substances les plus toxiques.
- les herbicides, qui luttent contre les plantes qui pourraient entrer en concurrence avec les espèces cultivées.
- les fongicides, qui visent à éliminer les champignons et moisissures nuisibles aux cultures.
- les acaricides, les taupicides, les molluscicides, les nématicides, les rodenticides, les algicides, les corvicides...

La contamination de l'atmosphère par les pesticides en phase gazeuse ou particulaire peut se faire par trois voies :

- lors de l'utilisation, par évaporation avant d'atteindre la cible (sol ou plantes) ou par transport dû au vent,
- par volatilisation des substances contenues dans les végétaux traités, dans le sol ou dans l'eau qui repassent ainsi en phase gazeuse, tout en pouvant ensuite retourner dans le sol par dépôt sec ou humide,
- par érosion éolienne, qui remet en suspension des particules de sol sur lesquelles des pesticides peuvent être fixés.

Ainsi, la fraction de pesticides passant dans l'atmosphère dépend de plusieurs facteurs liés aux caractéristiques intrinsèques du produit, au sol, à la méthode d'application, aux conditions météorologiques. Cette multiplicité des facteurs rend parfois difficile l'interprétation des résultats et explique que la connaissance sur l'origine et le comportement des pesticides dans l'atmosphère soit encore mal connue, comparativement à certains autres polluants atmosphériques.

1.1 Emplacement des sites de mesure

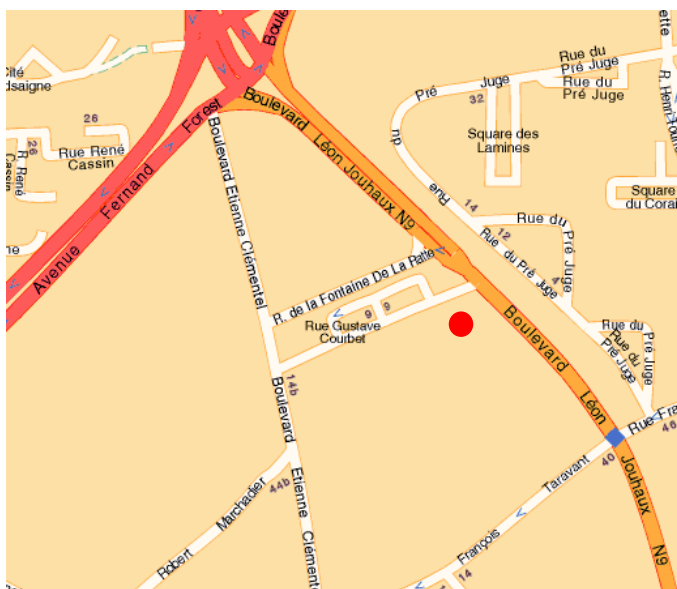
Lors de la première réunion du comité de pilotage, il a été décidé compte tenu des contraintes financières et techniques, de retenir deux sites de prélèvement.

Le premier préleveur a été placé en milieu urbain à Clermont-Ferrand.

Pour des raisons techniques, celui-ci a été installé sur une station fixe d'Atmo Auvergne. Pour sa simplicité d'accès et sa localisation adaptée, la station de Montferrand a été choisie.

Le site de prélèvement se trouve dans l'école primaire municipale Ferdinand Buisson, rue Gustave Courbet. L'appareil a été installé sur le toit de la cabine.

La localisation du site ainsi qu'une photo du préleveur sur le toit de la cabine sont représentés ci-dessous.

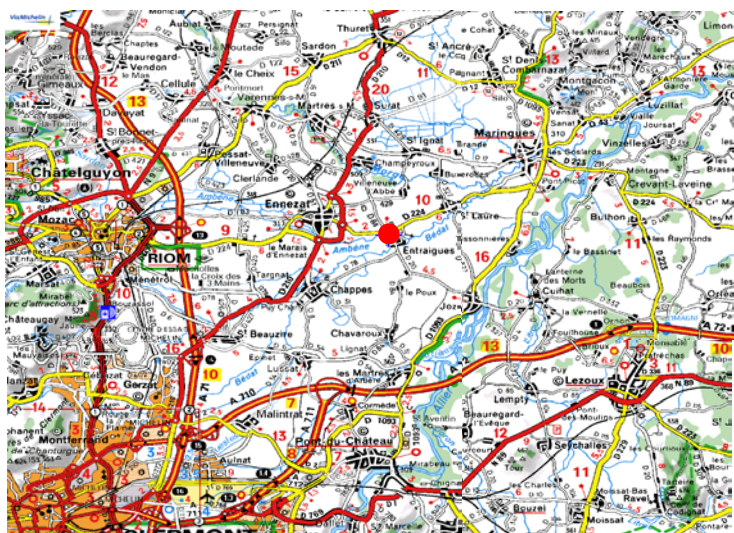


Emplacement du point de mesure à Montferrand et photo du préleveur

Le comité de pilotage a choisi d'installer le second appareil de prélèvement en milieu rural, dans le département, à une distance relativement faible de Clermont-ferrand.

Le choix du comité s'est porté sur la Limagne nord. En effet, cette région présente une diversité de cultures plus importante que la Limagne sud, ce qui laisse à penser que les pesticides utilisés sont également plus variés. Par ailleurs cette localisation au nord-est de Clermont-Ferrand serait en accord avec le choix du site urbain à Montferrand, lui-même dans la partie nord de la ville, dans le cas où d'éventuels apports atmosphériques de pesticides de la campagne vers la ville pourraient être recherchés. L'association Phyt'eauvergne a recommandé le choix d'une commune située dans le bassin du Litrou. Les mairies d'Entraigues, Ennezat, Maringues ont été contactées par Atmo Auvergne en février 2005. La commune d'Entraigues a immédiatement accepté de participer à cette étude.

La localisation d'Entraigues ainsi qu'une photo du préleveur sont indiquées ci-dessous.

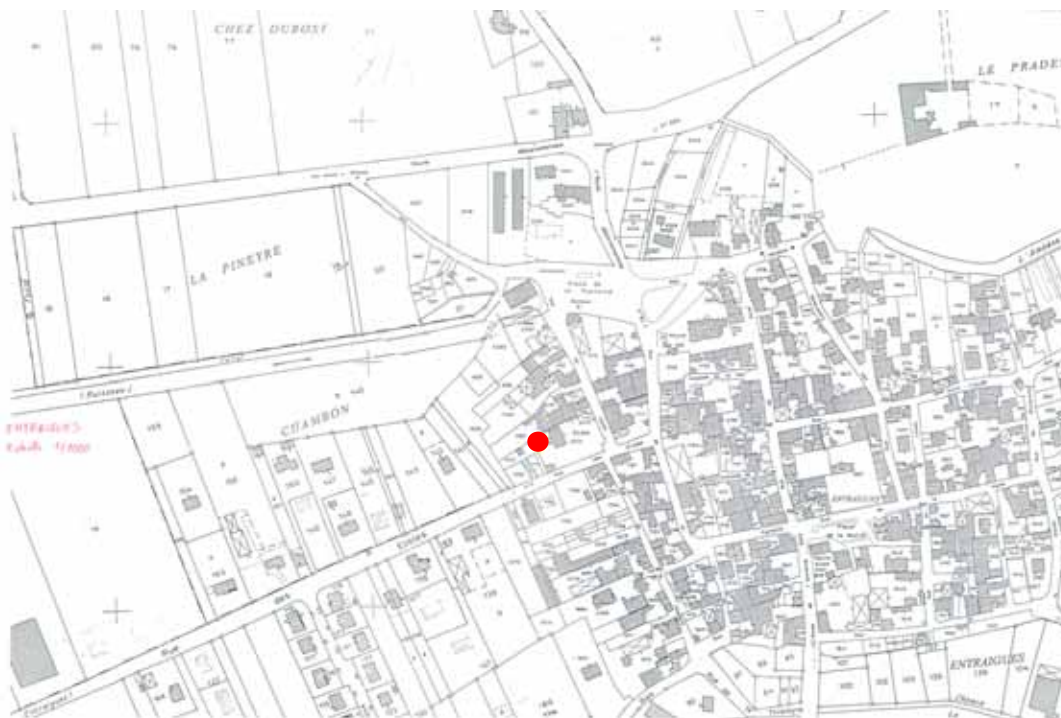


Localisation de la commune d'Entraigues et photo du préleveur

La commune d'Entraigues, distante d'une vingtaine de kilomètres de Clermont-Ferrand, a une superficie de 972 hectares, pour une population d'environ 570 habitants. Elle se situe en plaine, à une altitude de 319 mètres.

Le site de prélèvement d'Entraigues se trouve dans la cour de l'école primaire à environ 200 mètres des champs cultivés, et à plusieurs dizaines de mètres de la rue, où le passage d'engins agricoles pendant la période d'épandage devant l'entrée du préleveur aurait pu fausser la mesure.

Son emplacement exact est indiqué sur la figure ci-dessous :



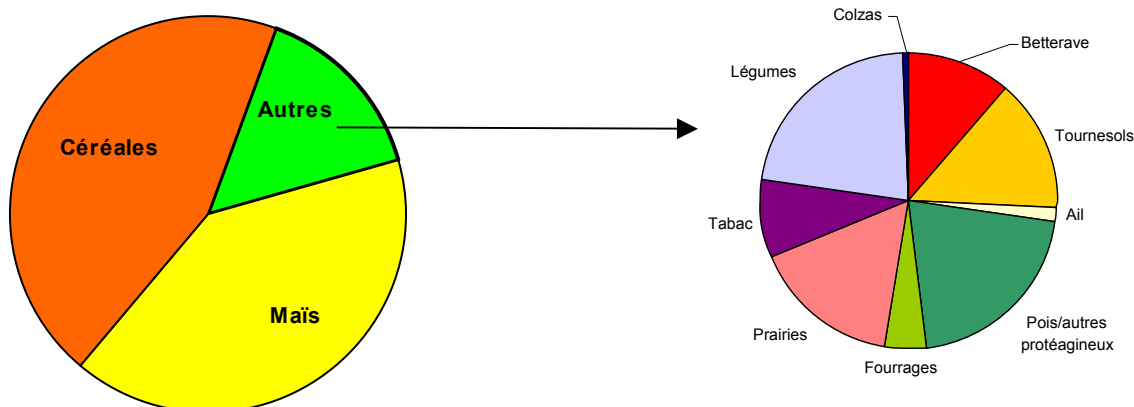
Emplacement du point de mesure à Entraigues

1.2 Caractéristiques des sites

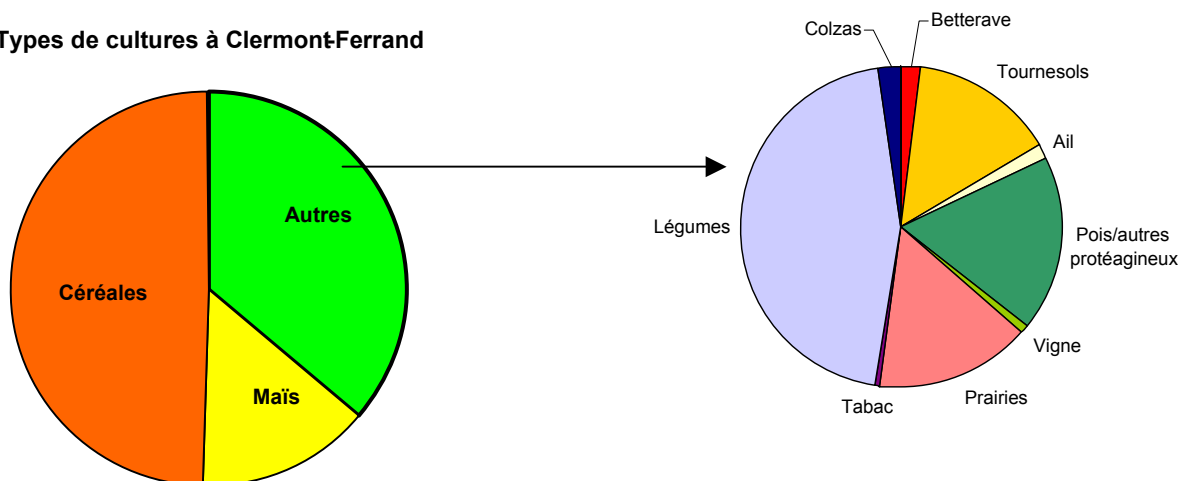
Les communes de Clermont-Ferrand et d'Entraigues sont caractérisées par une grande majorité de cultures de maïs et céréalières (blé, orge ...) et l'existence de plusieurs autres cultures en quantités voisines (betterave, maraîchage, tournesol ...). La commune de Clermont-Ferrand a une surface agricole utilisée de 577 hectares, celle d'Entraigues de 996 hectares.

Le pourcentage d'occupation de la surface agricole utile par les différents types de culture est indiqué pour chacune des deux communes sur les graphiques suivants :

Types de cultures à Entraigues



Types de cultures à Clermont-Ferrand



En terme de pourcentage les cultures à Montferrand sont plus diversifiées, puisque 36 % n'y sont pas du maïs ou des céréales contre seulement 15 % à Entraigues. Toutes les cultures autres sont identiques sur les deux sites, hormis la vigne cultivée exclusivement à Montferrand (en faible quantité, puisqu'elle représente 0,2 % de la surface agricole utilisée soit 1,2 hectares) et les fourrages présents uniquement à Entraigues.

1.3 Choix de la liste des pesticides

1.3.1 Critères de choix

La liste des pesticides a été établie selon plusieurs critères : détection dans l'air par d'autres AASQA en France, toxicité (d'après la Dose Journalière Admissible), tonnage dans le département, utilisation sur les cultures prédominantes, faisabilité technique par le laboratoire d'analyse. Cette liste proposée par Atmo Auvergne avait été approuvée par le comité de pilotage avant le début de la campagne. Elle est constituée de 31 % d'herbicides, de 26 % de fongicides et de 43 % d'insecticides. Cette surreprésentation des insecticides dans la liste des composés recherchés (qui ne représentent « que » 3 % environ du volume de pesticides commercialisés dans le secteur agricole) est due à leur toxicité généralement plus importante.

La liste des pesticides à mesurer ainsi que leur type (F : fongicide, H : herbicide, I : insecticide) est indiquée ci-dessous :

| | | | |
|---------------------------|---|---------------------|---|
| DDE, DDD, DDT | I | Fenoxaprop ethyl | H |
| Aclonifen | H | Fenpropimorphe | F |
| Alachlore | H | Fluzilazole | F |
| alpha-HCH | I | Folpel | F |
| Atrazine | H | gamma HCH (lindane) | I |
| Azoxystrobine | F | Hexaconazole | F |
| Captane | F | Isoproturon | H |
| Carbaryl | I | Krésoxim-méthyl | F |
| Carbofuran | I | Malathion | I |
| Chlorothanolil | F | Metazachlore | H |
| Chlorpyriphos ethyl | I | Metolachlore | H |
| Chlortoluron | H | Oxadiazon | H |
| cypermethrine (I) | I | Parathion-ethyl | I |
| cypermethrine (II) | I | Parathion-methyl | I |
| cypermethrine (III et IV) | I | Pendiméthaline | H |
| Cyprodinil | F | Phosmet | I |
| Deltamethrine | I | Propargite | I |
| Diazinon | I | Sulcotrione | H |
| Dichlobenyl | H | Taufluvalinate | I |
| Dichlorvos | I | Tebuconazole | F |
| Diflufenicanil | H | Tebutame | H |
| Diuron | H | Terbuthylazine | H |
| Endosulfan | I | Tolyfluanide | F |
| Epoxiconazole | F | Trifluraline | H |
| | | Vinchlozoline | F |

1.3.2 Cas du glyphosate

La demande de la population étant forte au sujet de ce pesticide (présent dans le « Round up »), il est apparu, lors de la première réunion du comité de pilotage, qu'il était intéressant de le mesurer, sachant néanmoins que la toxicité du glyphosate sur la santé reste limitée. Cependant, la technique de prélèvement et d'analyse est encore à l'heure actuelle en développement. L'INERIS et ATMO Nord Pas de Calais travaillent sur une méthodologie de prélèvement et d'analyse du glyphosate qui nécessite un traitement dédié.

1.4 Méthode de prélèvement et d'analyse

Sur les deux sites, une mesure hebdomadaire de pesticides est réalisée. La durée de la campagne de mesure a été fixée à 30 semaines.

1.4.1 Prélèvement

Les prélèvements sont réalisés à l'aide d'un Partisol 2000 et d'un Partisol plus, ce dernier étant prêté par Lig'air. Devant l'absence de normes française ou européenne sur l'échantillonnage des pesticides, la méthode retenue est celle couramment utilisée par plusieurs AASQA et mentionnée par les travaux du LCSQA, cette méthode étant en voie de normalisation AFNOR (projet NF X 43-058). Elle consiste en un prélèvement hebdomadaire sur filtre et mousse PUF à 1m³/h. Bien que le prélèvement soit dissocié, les phases particulaires et gazeuses ne sont pas analysées séparément. En effet, il existe des processus de revolatilisation des pesticides initialement en phase particulaire, d'adsorption des pesticides en phase gazeuse sur le filtre, et de migration des particules vers la mousse (Scheyer, 2004) qui ne permettent pas de déterminer avec certitude la répartition des deux phases d'une substance, surtout sur une période de prélèvement d'une semaine. De plus, la concentration des pesticides étant souvent proche des limites analytiques, la division des échantillons entraînerait une augmentation de la limite de quantification qui ne se justifie pas pour les raisons évoquées plus haut.

1.4.2 Analyse

Le laboratoire d'analyse retenu pour cette étude est le laboratoire Micropolluants Technologies situé à Thionville.

Les cartouches et les nacelles sont conditionnées avant prélèvement au laboratoire d'analyse afin d'éviter toute contamination. Elles sont envoyées par transporteur express dans un sac isotherme contenant des blocs froids puis conservées au réfrigérateur jusqu'au prélèvement. Après le prélèvement, les cartouches et nacelles sont renvoyées au laboratoire dans les mêmes conditions.

L'extraction des matières actives, l'analyse et le reconditionnement des mousses se fait au laboratoire. Les prélèvements sont analysés par GC/MS.

1.4.3 Assurance qualité

Des blancs de terrain, qui suivent les mêmes étapes de conditionnement, de transport et d'analyse ont été réalisés toutes les 8 semaines. Bien que les blancs aient un caractère aléatoire, ils ont permis de vérifier que les échantillons ne sont pas contaminés lors de ces étapes, car leurs analyses ont montré des teneurs nulles pour tous les pesticides pour l'ensemble des cinq séries réalisées.

A noter qu'une erreur de manipulation du laboratoire d'analyse a entraîné l'absence de mesures au cours de la semaine 34.

2. Résultats

2.1 Quels sont les composés détectés ?

2.1.1 Fréquence de détection des composés

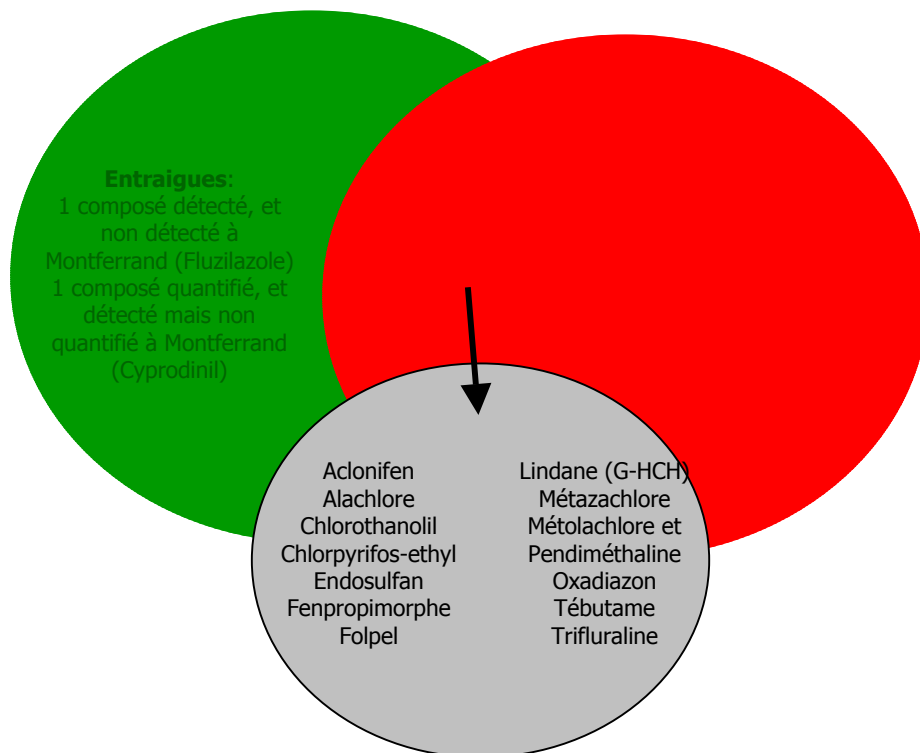
Certains pesticides ont parfois des teneurs suffisamment élevées pour être détectés, mais trop basses pour pouvoir être quantifiés. Sur les 52 pesticides recherchés, 20 sont détectés à Montferrand et 17 à Entraigues. 14 composés sont communs aux deux sites.

La liste des pesticides retrouvés, ainsi que leur utilisation est indiquée ci-dessous (données SRPV 2004 et FREDON Auvergne 2005) :

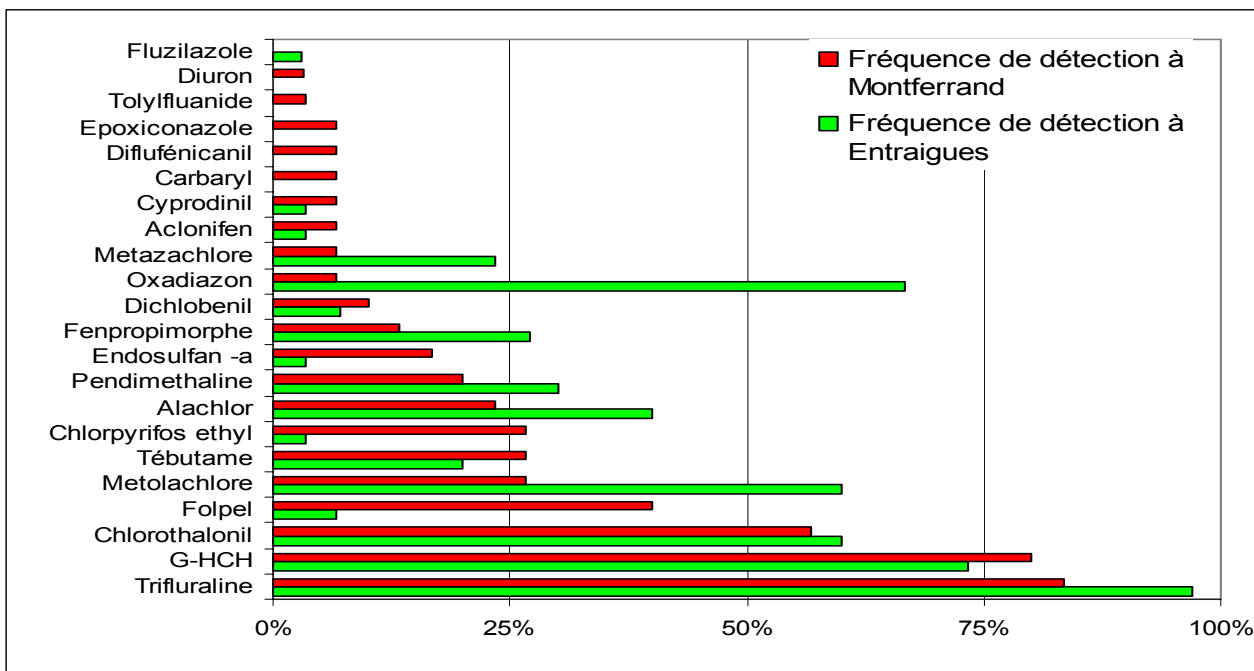
| Famille | Substance | Culture |
|--------------|-------------------------------------|---|
| Herbicides | Aclonifen | Maïs, tournesol, légumes |
| | Alachlore | Maïs |
| | Dichlobenil | Arbustes d'ornement, utilisation urbaine |
| | Diflufénicanil | Blé, utilisation urbaine |
| | Diuron | INTERDIT DEPUIS 2003 sous certaines conditions |
| | Métazachlore | Tournesol, colza |
| | Métolachlore | INTERDIT DEPUIS 2004 |
| | Oxadiazon | Soja, utilisation urbaine |
| | Pendiméthaline | Maïs, ail, légumes, arbustes d'ornement |
| | Tébutame | INTERDIT DEPUIS 2003 |
| Trifluraline | Colza, céréales, tournesol, légumes | |
| Insecticides | Carbaryl | Légumes, vergers |
| | Chlorpyrifos-ethyl | Vergers |
| | Endosulfan | Pois, légumes, autres |
| | Lindane | INTERDIT DEPUIS 1998 |
| Fongicides | Chlorothalonil | Tournesol, pois, légumes, utilisation urbaine |
| | Cyprodinil | Blé |
| | Epoxiconazole | Blé, betterave |
| | Fenpropimorphe | Céréales |
| | Fluzilazole | Céréales, tournesol, colza, betterave |
| | Folpel | Vigne |
| | Tolyfluanide | Vergers |

Lorsqu'un composé se retrouve sur un seul des deux sites, sa fréquence de détection est faible (de 1 à 2 fois sur les 30 semaines de prélèvement).

L'illustration ci-dessous indique quels composés sont détectés sur quels sites.



La fréquence de détection de chacun des pesticides observés est indiquée sur le graphe ci-dessous.



Fréquence de détection des pesticides observés sur les deux sites

La trifluraline (herbicide) et le lindane (insecticide, interdit depuis 1998 en France) sont les deux substances les plus souvent détectées. Cette observation n'est pas propre à la région Auvergne, puisque plusieurs études menées en région Centre par Lig'air le constatent également. Des études (Scheyer, 2004) ont montré qu'après l'application, la trifluraline et le lindane peuvent se volatiliser jusqu'à 90 % au bout d'une semaine. Aucune corrélation nette n'a été trouvée ici entre la fréquence de détection du composé dans l'atmosphère et sa constante de Henry (qui permet de définir si le composé est très, moyennement ou peu volatil). En effet, entre autres facteurs, les quantités de pesticides appliquées ont évidemment un impact fort sur les concentrations atmosphériques et peuvent varier de presque un facteur mille d'un pesticide à l'autre (Bedos et al., 2002).

2.1.2 Evolution temporelle du nombre de pesticides détectés

L'évolution temporelle du nombre de pesticides détectés montre que ce nombre est plus élevé en mai et juin, lors des périodes d'épandage important. En milieu urbain comme en milieu rural, le nombre maximal de pesticides identifiés durant la même semaine est de 10 substances différentes. A l'inverse, il n'est pas arrivé qu'aucun pesticide ne soit détecté, le nombre minimal étant de 2 composés, même si, dans deux cas, un seul des deux pesticides a été présent en concentration suffisante pour être quantifié. Ainsi, il est envisageable que certains composés soient présents dans les échantillons mais en trop faible quantité pour que les possibilités analytiques actuelles permettent de les mesurer.

2.2 Quelles sont les concentrations mesurées ?

Les concentrations moyennes et maximales durant la période d'échantillonnage des substances détectées sur les deux sites sont indiquées dans le tableau ci-dessous (les moyennes sont calculées à partir de l'ensemble des valeurs non nulles).

| Valeurs en ng/m ³ | Concentration moyenne à Entraigues | Concentration maximale à Entraigues | Concentration moyenne à Montferrand | Concentration maximale à Montferrand |
|------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Alachlore | 2.76 | 10.70 | 1.08 | 1.90 |
| Folpel | 1.66 | 1.97 | 2.25 | 3.84 |
| Fenpropimorphe | 1.13 | 5.01 | 0.69 | 1.72 |
| Metolachlore | 1.13 | 4.06 | 0.36 | 0.51 |
| Aclonifen | 0.91 | 0.91 | 0.80 | 0.84 |
| Trifluraline | 0.90 | 2.31 | 0.54 | 1.23 |
| Chlorpyrifos ethyl | 0.85 | 0.85 | 0.37 | 0.98 |
| Endosulfan -a | 0.81 | 0.81 | 0.55 | 1.16 |
| Metazachlore | 0.71 | 0.89 | 0.82 | 1.29 |
| Chlorothalonil | 0.67 | 2.73 | 0.78 | 2.74 |
| Pendimethaline | 0.65 | 0.77 | 0.58 | 0.77 |
| Lindane | 0.54 | 1.35 | 0.44 | 1.30 |
| Oxadiazon | 0.45 | 1.29 | 0.37 | 0.60 |
| Tébutame | 0.30 | 0.49 | 0.18 | 0.27 |
| Cyprodinil | 0.21 | 0.21 | Détecté mais non quantifié | |
| Dichlobenil | 0.00 | 0.00 | 0.41 | 0.70 |
| Diuron | Non détecté | | 5,00 | 5,00 |
| Diflufénicanil | Non détecté | | 1.26 | 2.25 |
| Tolyfluanide | Non détecté | | 0.72 | 0.72 |
| Carbaryl | Non détecté | | 0.42 | 0.42 |
| Epoxiconazole | Non détecté | | 0.34 | 0.45 |
| Fluzilazole | Détecté mais non quantifié | | Non détecté | |

2.2.1 Y a-t-il des différences de concentrations entre le site urbain et le site rural ?

Le ratio entre les moyennes sur les deux sites montre que les teneurs sont généralement plus élevées en milieu rural : sur les 14 substances en commun, 11 ont des concentrations moyennes plus élevées en milieu rural (1.7 fois plus élevées en moyenne). Par contre, 3 substances ont des concentrations plus élevées à Montferrand (1.2 fois plus élevées en moyenne). Il s'agit du métazachlore, du chlorothalonil, du folpel. Alors que la concentration maximale rencontrée à Entraigues, qui est celle de l'alachlore, dépasse les 10 ng/m³, le maxima à Montferrand (pour le Diuron) atteint, lui, 5 ng/m³. Il faut cependant noter que le diuron est uniquement détecté la semaine 12 et sa présence pourrait être due à un usage local probablement lors d'une utilisation urbaine. Du fait du choix de la méthode de calcul des concentrations moyennes (somme des valeurs divisée par le nombre de semaines de présences et non par la durée totale de la campagne) la forte concentration du diuron est à mettre au regard de sa très faible fréquence de détection, soit 3%. A contrario, le folpel dont la concentration moyenne est de 2.26 ng/m³, est lui présent 40% du temps. De même, tandis que la somme des concentrations de tous les composés est d'environ au maximum 21 ng/m³ à Entraigues, elle est de moins de 10 ng/m³ en milieu urbain.

Pour ces pesticides dont les teneurs sont plus élevées à Entraigues, aucune corrélation n'a été trouvée entre les concentrations des substances sur les deux sites. Cette constatation qu'il conviendrait de relier avec les directions des vents, a ainsi peu de sens pour des observations hebdomadaires. Cependant, l'utilisation de certains pesticides - servant sur les grandes cultures qui représentent un fort pourcentage des surfaces cultivées dans la zone d'étude, ou ayant un spectre d'usage très large – étant vraisemblablement commune aux agriculteurs locaux, ceci souligne la multiplicité des sources et l'influence nette des utilisations de proximité immédiate.

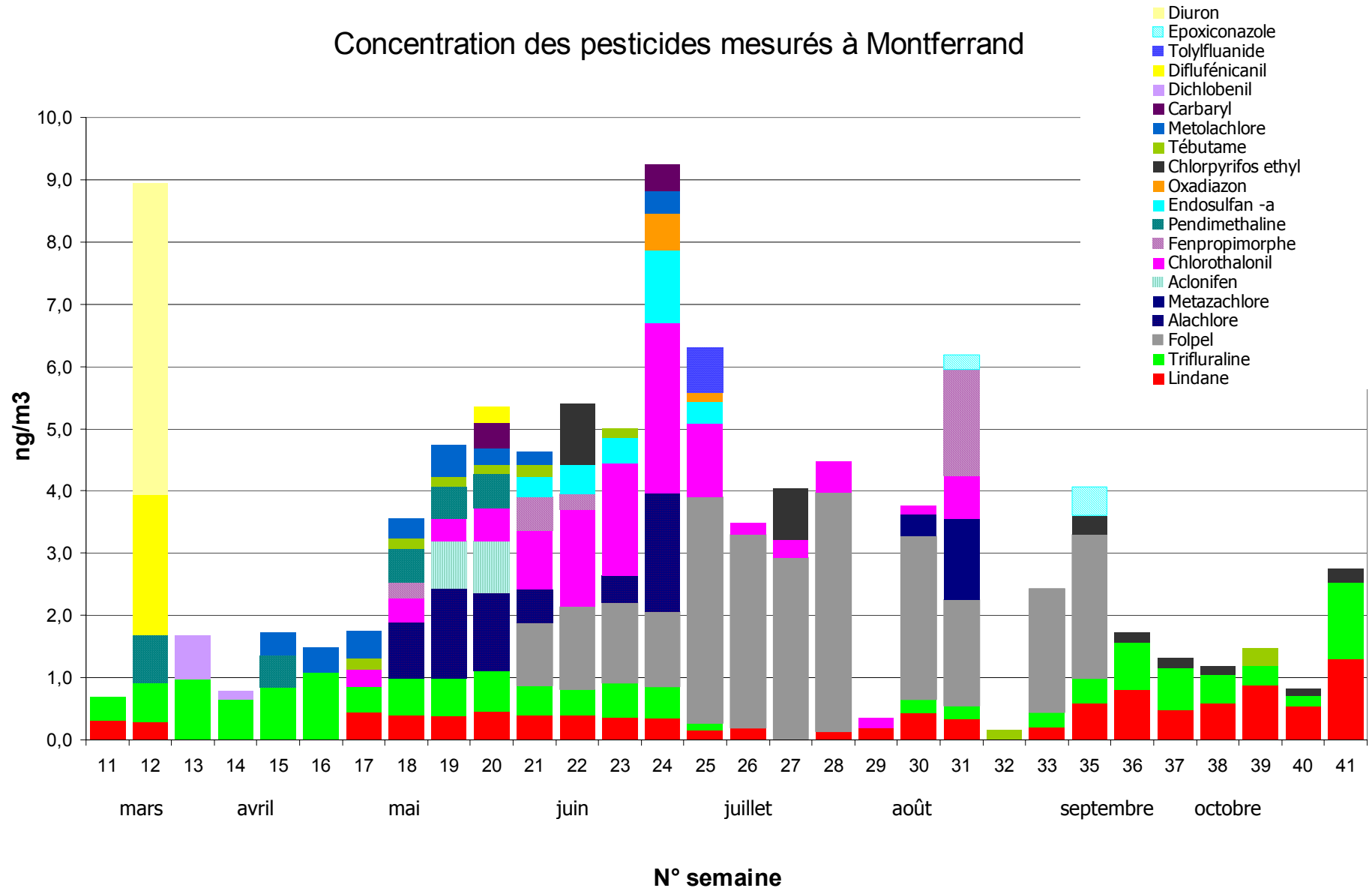
Ainsi, la comparaison des deux sites montre que les pesticides sont plus diversifiés en milieu urbain, et ont des concentrations moyennes généralement plus élevées en milieu rural.

2.2.2 Comment varient les concentrations sur les deux sites au cours de la période ?

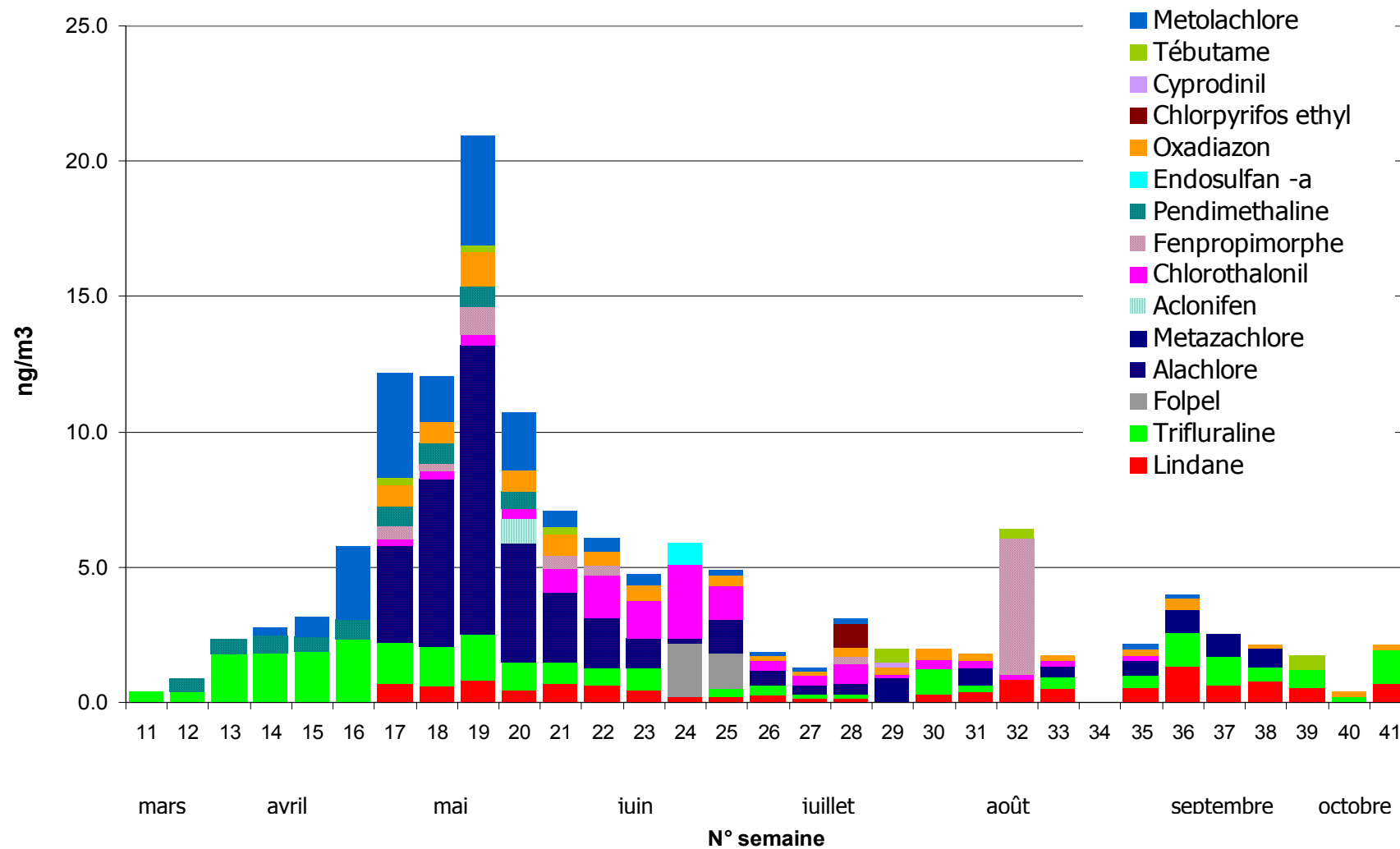
Les évolutions temporelles des concentrations des pesticides mesurés sur les deux sites sont indiquées, **à des échelles différentes**, sur les graphiques ci-après.

Les variations temporelles des concentrations totales montrent un net pic en milieu rural au printemps, qui ne se retrouve pas à Montferrand où il semble qu'à l'effet de l'utilisation de pesticides par les agriculteurs s'ajoutent d'autres sources (commune, particuliers, SNCF, etc...) dont la variabilité temporelle est plus forte, par exemple parce que les particuliers peuvent, par méconnaissance, utiliser des produits phytosanitaires en dehors des périodes d'utilisation recommandées.

Concentration des pesticides mesurés à Montferrand



Concentration des pesticides mesurés à Entraigues



2.2.3 Quel est le lien avec le calendrier des usages ?

Le calendrier des usages des pesticides en Auvergne nous a été fourni par la FREDON Auvergne (Garnier, 2005). Pour le chlorpyrifos-ethyl et la tolylfluanide, ces informations n'ont pas été disponibles. Concernant l'arboriculture, les dates d'utilisation sont également inconnues. Les composés listés en rouge dans la colonne de gauche sont interdits à l'heure actuelle. Les périodes d'utilisation des herbicides sont indiquées en vert, des fongicides en gris et des insecticides en rouge. La période représentée ci-dessous a été réduite à celle d'échantillonnage de cette étude (mi-mars à mi-octobre). Lorsqu'un composé a été quantifié, une croix est indiquée sur le tableau. Ces dates d'utilisation peuvent varier d'une année sur l'autre en fonction des conditions météorologiques, qui peuvent par exemple avancer ou retarder le départ de la végétation et conséquemment l'usage des pesticides.

Mesures à Entraigues :

| | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Septembre | Octobre |
|----------------|------|-------|-----|------|---------|------|-----------|---------|
| Aclonifen | | | X | | | | | |
| Alachlore | | | X | X | X | X | | |
| Chlorothalonil | | | X | X | X | X | | |
| Cyprodinil | | | | | | X | | |
| Endosulfan -a | | | | | X | | | |
| Fenpropimorphe | | | X | X | | X | | |
| Folpel | | | | X | | | | |
| Lindane | | | X | X | X | X | X | X |
| Metazachlore | | | | | | X | X | X |
| Metolachlore | | | X | X | X | X | | |
| Oxadiazon | | | X | X | X | X | X | X |
| Pendimethaline | | X | X | X | | | | |
| Tébutame | | | X | X | | X | X | X |
| Trifluraline | X | X | X | X | X | X | X | X |

Mesures à Montferrand :

| | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Septembre | Octobre |
|----------------|------|-------|-----|------|---------|------|-----------|---------|
| Aclonifen | | X | X | | | | | |
| Alachlore | | | X | X | X | | | |
| Carbaryl | | | X | X | | | | |
| Chlorothalonil | | | X | X | X | X | | |
| Dichlobenil | | X | | | | | | |
| Diflufénicanil | X | | X | | | | | |
| Diuron | X | | | | | | | |
| Endosulfan -a | | | | X | X | | | |
| Epoxiconazole | | | | | | X | X | |
| Fenpropimorphe | | | X | X | X | | | |
| Folpel | | | X | X | X | X | X | |
| Lindane | X | | X | X | X | X | X | X |
| Metazachlore | | | | | X | X | | |
| Metolachlore | | X | X | X | X | | | |
| Oxadiazon | | | | | X | | | |
| Pendimethaline | X | X | X | | | | | |
| Tébutame | | | X | X | X | X | X | X |
| Trifluraline | X | X | X | X | X | X | X | X |

Pour une majorité des composés, la période de présence dans l'atmosphère coïncide avec la période d'utilisation. On peut observer parfois un décalage dans le temps de quelques semaines, qui peut s'expliquer pour partie par le fait que la fin de l'hiver 2004 a été rigoureuse, le froid et la neige ayant ainsi retardé le départ de la végétation. Ainsi, l'aclonifen, l'alachlore, le folpel, l'endosulfan, le métazachlore, le métolachlore et la pendiméthaline ne sont présents que durant la période d'utilisation, à 15 jours près.

La présence du métolachlore, au niveau des deux sites, serait probablement due à une utilisation frauduleuse de cette molécule, étant donné sa récente interdiction en janvier 2004 et l'importance de ses pics de détection au cours de sa période d'utilisation.

Le lindane et la trifluraline se retrouvent dans la quasi-totalité des échantillons sur les deux sites. Le tébutame, molécule interdite depuis 2003, est également mesuré en dehors des périodes d'utilisation (observées avant son interdiction). Sa présence atmosphérique est ainsi due soit à un épandage frauduleux, soit à une rémanence importante.

Les molécules qui ont une utilisation urbaine telles que le chlorothalonil et l'oxadiazon sont également présentes en dehors de ce qui est indiqué dans le calendrier des usages agricoles. A Entraigues, l'oxadiazon se retrouve dans l'air de juin à octobre alors que son utilisation par les agriculteurs est terminée depuis la mi-juin, tandis que le chlorothalonil, fongicide, reste présent un mois après la période d'utilisation théorique.

2.2.4 Comment se situent ces résultats par rapport à d'autres régions ?

En l'absence de valeurs réglementaires, une comparaison avec des résultats trouvés par d'autres AASQA (AIRAQ 2003, Air Breizh 2005, Ligair 2005) peut permettre de situer les niveaux mesurés en Auvergne par rapport à ceux relevés dans d'autres régions. Elle n'a de valeur qu'indicative car les méthodes de mesure, les périodes d'échantillonnage peuvent, entre autres, être différentes.

A Montferrand, le composé dont la concentration et la fréquence de détection sont parmi les plus élevées et y sont également plus importantes qu'à Entraigues est le **folpel**, fongicide de la vigne, qui n'est pas cultivée dans le village alors qu'elle est présente à Clermont-Ferrand. La signature de la culture viticole est marquée pour cette substance. Des mesures réalisées par le réseau AIRAQ (Surveillance de la qualité de l'air en Aquitaine) en milieu viticole ont montré la nette prépondérance de cette molécule, à des niveaux allant de 14.8 ng/m³ hors période de traitement à plus de 50 ng/m³ pendant les traitements. En milieu urbain, le folpel a également été retrouvé par AIRAQ, à des niveaux plus élevés que ceux relevés à Montferrand qui sont de l'ordre de 2 ng/m³, contre 4,8 ng/m³ en moyenne dans l'agglomération bordelaise. La surface agricole utilisée par la vigne étant faible à Clermont-Ferrand, il serait intéressant de connaître la présence - ou non - de cultures viticoles dans les communes environnantes.

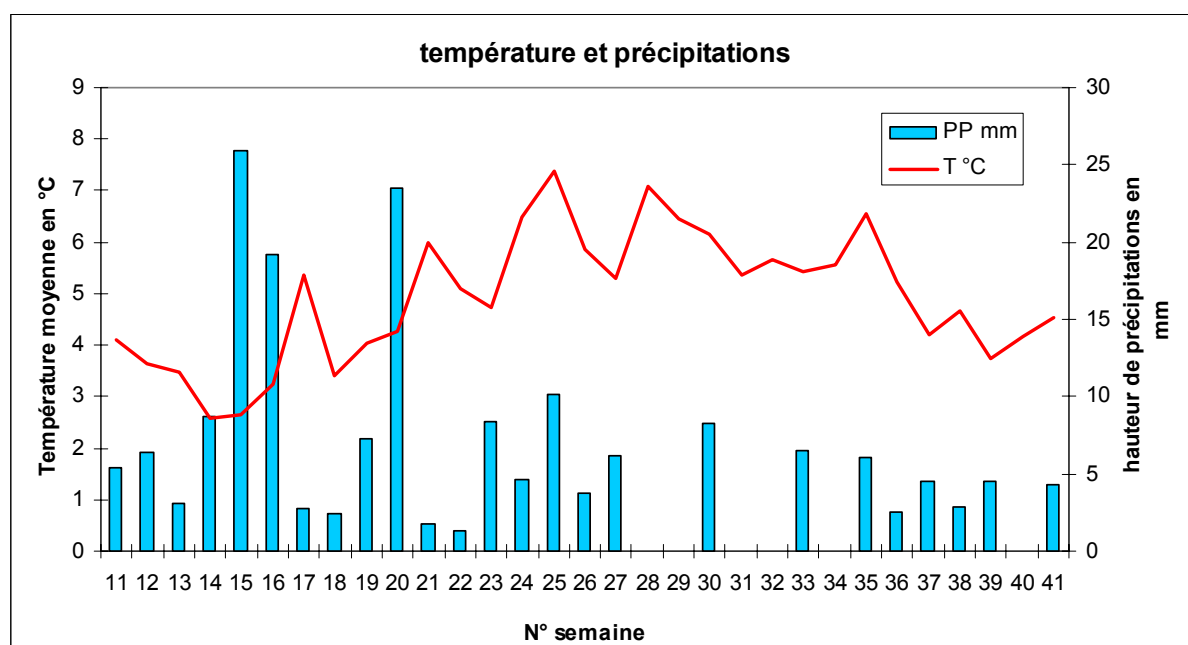
Le composé dont la concentration est la plus élevée à Entraigues est l'**alachlore**, herbicide du maïs interdit pour les usages non-agricoles, retrouvé également en milieu urbain, mais à des niveaux 2,6 fois plus faibles. Ici encore, autant en terme de différence de niveaux de concentrations entre milieux urbain et rural qu'en terme de période de présence (composé retrouvé uniquement au printemps), l'utilisation agricole est clairement à l'origine de la présence de ce composé dans l'air, qui n'est plus mesuré hors des périodes d'épandage. Les teneurs maximales enalachlore sont plus élevées en Auvergne que dans d'autres régions : 10.7 ng/m³ à Entraigues pour un maximum de 6 ng/m³ en Bretagne (Air Breizh, 2005).

La signature claire de l'utilisation agricole de certains composés (présence uniquement pendant la période d'usage et concentration plus élevée en milieu rural) n'est pas vérifiée pour d'autres molécules, notamment le **lindane**, interdit d'utilisation depuis 1998 en France. En effet il est présent en faibles quantités mais quasiment durant toute la période de mesure. Du fait de l'absence de pic estival (période durant laquelle cet insecticide pourrait être épandu), une utilisation frauduleuse semble peu probable, ce qui est corroboré par la faible différence de niveau entre Entraigues et Montferrand (1,2 fois plus en milieu rural). Un apport atmosphérique à longue distance peut également être mis en doute du fait de la présence du lindane dans presque tous les prélèvements (80 % des cas à Montferrand) et dans toutes les régions françaises à des niveaux similaires. En région centre par exemple, les mesures effectuées par Ligair depuis plusieurs années montrent une présence constante du lindane dans les échantillons atmosphériques. Sa persistance étant relativement longue, il est possible que ce composé, présent dans le sol, repasse à l'état gazeux. Les conditions météorologiques pourraient peut-être expliquer cette présence atmosphérique. En effet, des études montrent qu'après 26 jours, 11 % du lindane sur sol humide s'est volatilisé contre 0,8 % sur sol sec (Scheyer, 2004). L'humidité du sol est donc un facteur favorisant la volatilisation du lindane, de même que la température et l'augmentation de la vitesse du vent.

Certaines interrogations subsistent : comment expliquer la fréquence de détection et les concentrations relativement élevées par rapport à d'autres régions de **l'oxadiazon** sur le site rural (maximum de 1.29 ng/m³ à Entraigues contre 1,20 à Rheu (Bretagne) et moins de 1 ng/m³ en région Centre) ? Pourquoi le **chlorpyrifos-ethyl**, insecticide, est-il détecté à l'automne et non en été à Montferrand ?

2.2.5 Quel est le lien avec les conditions météorologiques ?

Les données météorologiques, notamment température (y compris température moyenne du sol), vitesse et direction du vent, et hauteur de précipitations nous ont été fournies par Météo France.



Aucune corrélation n'a été trouvée entre concentrations totales de pesticides et température (atmosphérique et du sol), ni non plus avec la hauteur de précipitations. Comme pour la constante de Henry, les facteurs jouant sur les concentrations atmosphériques sont nombreux, dont évidemment la quantité de pesticides appliquée. De plus la durée du prélèvement (une semaine) est peu appropriée pour étudier finement le lien entre conditions météorologiques et concentrations de pesticides.

2.2.6 Quel est le lien entre molécules mesurées et utilisées par les communes et les agriculteurs ?

Des premières informations à titre indicatif nous ont été données :

- à Entraigues, par un cultivateur du village, également employé communal, sur les molécules utilisées par les agriculteurs, et par la mairie pour le désherbage des voies,
- à Montferrand, par le service des techniques végétales de la ville de Clermont-Ferrand, sur les molécules utilisées par les services municipaux.

Un certain nombre de pesticides utilisés ne sont pas dans la liste des composés à mesurer (glyphosate, bifenthrine, flazasulfuron, isoxaben, dichlorprop, imidaclopride, mecoprop, fluroxypyr, sulcotrione, etc...).

S'agissant des molécules mesurées, deux cas se présentent :

- Certains pesticides utilisés sont retrouvés : c'est le cas de la trifluraline à Montferrand. L'époxiconazole est quant à lui utilisé à Entraigues mais ne se retrouve qu'à Montferrand. Cependant, son utilisation à Clermont-Ferrand par les agriculteurs locaux nous est inconnue. De même le diflufénicanil et le diuron sont employés en combinaison sous la forme d'une spécialité commerciale (en association avec le glyphosate) par la commune d'Entraigues pour le désherbage des allées, des jardins et des trottoirs mais se retrouvent uniquement sur le site de Montferrand. Bien que ces molécules ne soient pas déclarées parmi les pesticides utilisés par la ville de Clermont-Ferrand, le fait qu'elles apparaissent ensemble à la mi-mars, uniquement pendant une semaine, laisse fortement présager d'une utilisation urbaine. Néanmoins les services communaux peuvent ne pas être les seuls à employer cette association de désherbants (SNCF, école primaire, site industriels.....).
- Certains composés utilisés ne sont pas retrouvés : c'est le cas de la deltaméthrine (dont la commune de Clermont-Ferrand n'utilise néanmoins que 0,5 litres dans l'année), et du tébuconazole (utilisé à Entraigues). Ces composés ne sont pas non plus retrouvés en région Centre par Ligair, bien qu'utilisés sur de grandes cultures.

3. Conclusion

La campagne de mesure des pesticides menée par Atmo Auvergne de mars à octobre 2005 a permis de dégager plusieurs informations importantes, et de soulever de multiples interrogations.

- 21 molécules différentes ont été détectées, la plupart pendant les périodes d'utilisation théorique. Certaines sont cependant retrouvées en dehors de ces périodes, dont plusieurs ont montré une fréquence de détection voisine de 100 % (trifluraline, lindane).
- L'atmosphère de la région de Clermont-Ferrand n'est jamais dépourvue de produits phytosanitaires entre mars et octobre, puisque des pesticides y ont été retrouvés dans tous les prélèvements. Ceci est également observé dans d'autres régions françaises.
- Les pesticides sont détectés en milieu urbain à des concentrations généralement plus basses (sauf pour 3 composés) mais y sont plus diversifiés. Montferrand peut être considéré comme soumis à une influence agricole atténuée, à laquelle s'ajoutent des sources locales.
- Des liens entre concentrations de pesticides et différents paramètres ont été recherchés : constante de Henry caractérisant la volatilité de la molécule, température, hauteur de précipitations, utilisation par les agriculteurs et les communes. Aucune corrélation n'a été trouvée, ce qui témoigne de la complexité et de la multiplicité des facteurs ayant une influence sur les concentrations atmosphériques des pesticides.
- Il n'y a pas de corrélation entre les concentrations des pesticides des 2 sites, d'où l'importance, selon les molécules, soit des sources locales soit de la rémanence.
- Pour répondre à certaines questions soulevées, il conviendrait de se renseigner localement pour mieux connaître les sources de proximité immédiate (entreprises environnantes, SNCF, agriculteurs de Montferrand et communes voisines...), ainsi que les quantités utilisées.

Cette campagne de mesure a permis de montrer qu'il existe des pesticides dans l'atmosphère de Clermont-Ferrand et d'une commune rurale proche, en quantités similaires à celles relevées dans d'autres régions françaises. Une étude dans une agglomération plus éloignée de sources agricoles immédiates pourrait permettre d'évaluer le transport des pesticides et de savoir si les villes auvergnates sont contrastées en terme de concentrations de produits phytosanitaires dans l'air ambiant.

BIBLIOGRAPHIE

- Air Breizh, 2005, Campagne de mesure de produits phytosanitaires à Rheu et à Vezin-le-coquet..... 17
- AIRAQ, 2003, Produits phytosanitaires dans l'air ambiant..... 17
- Bedos, Cellier, Calvet, Barriuso, 2002, Occurrence of pesticides in the atmosphere in France, *Agronomie* 22, 35-48..... 12
- Garnier, 2005, Calendrier d'application des matières actives phytosanitaires en région Auvergne, FREDON Auvergne. 16
- Ligair, 2005, Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre : année 2004 17
- Scheyer Anne, 2004, Développement d'une méthode d'analyse par CPG/MS/MS de 27 pesticides identifiés dans les phases gazeuse, particulaire et liquide de l'atmosphère. Application à l'étude des variations spatio-temporelles des concentrations dans l'air et dans les eaux de pluie, Thèse de l'Université de Strasbourg. 9



Qualité de l'air en Auvergne

Association pour la Mesure
de la Pollution Atmosphérique
de l'Auvergne

Siège : Atmo Auvergne
21 allée Evariste Galois – 63170 AUBIERE
Tel : 04.73.34.76.34 / Fax : 04.73.34.33.56
e-mail : contact@atmoauvergne.asso.fr
<http://www.atmoauvergne.asso.fr>

4^{ème} trimestre 2005