

Suivi des pesticides dans l'air ambiant



MESURES REALISEES EN 2013-2014
SUR LES SECTEURS ISERE RHODANIE (ARBORICULTURE)
ET LYON CENTRE URBAIN

www.air-rhonealpes.fr



Diffusion : Novembre 2015

Siège social : 3 allée des Sorbiers – 69500 BRON

Tel : 09 72 26 48 90 - Fax : 09 72 15 65 64

contact@air-rhonealpes.fr





CONDITIONS DE DIFFUSION

Air Rhône-Alpes est une association de type « loi 1901 » agréée par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable des Transports et du Logement (*décret 98-361 du 6 mai 1998*) au même titre que l'ensemble des structures chargées de la surveillance de la qualité de l'air, formant le réseau national ATMO.

Ses missions s'exercent dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996. La structure agit dans l'esprit de la charte de l'environnement de 2004 adossée à la constitution de l'Etat français et de *l'article L.220-1 du Code de l'environnement*. Elle gère un observatoire environnemental relatif à l'air et à la pollution atmosphérique au sens de *l'article L.220-2 du Code de l'Environnement*.

Air Rhône-Alpes communique publiquement sur les informations issues de ses différents travaux et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux.

A ce titre, les rapports d'études sont librement disponibles sur le site www.air-rhonealpes.fr

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Air Rhône-Alpes. Toute utilisation partielle ou totale de ce document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit faire référence à l'observatoire dans les termes suivants : **© Air Rhône-Alpes (2015) Suivi des pesticides dans l'air ambiant – Mesures réalisées en 2013-2014 sur les secteurs Isère rhodanienne (arboriculture) et Lyon Centre (urbain).**

Les données ne sont pas rediffusées en cas de modification ultérieure.

Par ailleurs, Air Rhône-Alpes n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Air-Rhône-Alpes :

- depuis le formulaire de contact sur le site www.air-rhonealpes.fr
- par mail : contact@air-rhonealpes.fr
- par téléphone : 09 72 26 48 90

Un questionnaire de satisfaction est également disponible en ligne à l'adresse suivante <http://www.surveymonkey.com/s/ecrits> pour vous permettre de donner votre avis sur l'ensemble des informations mis à votre disposition par l'observatoire Air Rhône-Alpes.

Cette étude d'amélioration de connaissances a été rendue possible grâce à l'aide financière particulière des membres suivants :

Région Rhône-Alpes – Agence Régionale de Santé – Conseil Général de l'Isère



Toutefois, elle n'aurait pas pu être exploitée sans les données générales de l'observatoire, financé par l'ensemble des membres d'Air Rhône-Alpes.



Sommaire



1. Contexte.....	6
1.1 Contexte national	6
1.2 Contexte régional	7
2. Introduction	9
3. Méthodologie.....	10
3.1 Les sites de mesure	10
3.2 Techniques de mesures et d'analyse	12
3.3 Périodes de mesures	13
3.4 Les substances recherchées	14
4. Evaluation du secteur urbain de Lyon	15
4.1 Panorama des substances retrouvées sur le site	15
4.2 Quel lien avec les cultures environnantes ?	16
4.3 Niveaux relevés dans les retombées atmosphériques	18
4.4 Calcul de l'indice PHYTO	18
4.5 Conclusions sur le secteur	19
5. Evaluation du secteur d'arboriculture de l'Isère rhodanienne.....	20
5.1 Contexte météorologique	20
5.2 Panorama des substances retrouvées	21
5.3 Mise en évidence des relations avec les cultures environnantes et les périodes de traitement	23
5.4 Niveaux de pesticides relevés dans les retombées atmosphériques	26
5.5 Calcul de l'indice PHYTO	26
5.6 Analyse de la variabilité spatiale sur le secteur	27
5.7 Conclusions sur le secteur	32
6. Enseignements communs des évaluations annuelles	33
7. Apport des mesures de pesticides et de métaux lourds dans l'air aux ruchers observatoires	35
7.1 Résultats de pesticides en air ambiant en regard des résultats dans les matrices apicoles sur le secteur de l'Isère rhodanienne	35
7.2 Evaluation du secteur d'arboriculture de l'Isère rhodanienne et influence possible sur les abeilles	37
7.3 Métaux détectés dans l'air et métaux présents au niveau du rucher de Salaise-sur-Sanne.....	38
8. Conclusions et perspectives	43



Résumé



Depuis 2007, neuf secteurs de la région ont fait l'objet d'une évaluation annuelle des concentrations de pesticides dans l'air selon la même méthodologie afin d'améliorer les connaissances sur l'exposition des rhônalpins. Ces travaux s'inscrivent dans le cadre des Plans Régionaux Santé Environnement (PRSE) 1 et 2. De l'automne 2013 à l'automne 2014, des évaluations ont été réalisées sur deux nouveaux secteurs :

- Lyon Centre (urbain)
- Isère rhodanienne (arboriculture)

Pour la première fois, des mesures complémentaires dans les retombées atmosphériques ont été mises en œuvre sur une période continue d'un an.

Cette étude a été également complétée sur le secteur de l'Isère rhodanienne par des mesures de pesticides et métaux lourds à proximité de l'ancien rucher observatoire de Salaise-sur-Sanne car celui-ci est apparu, comme le plus exposé aux produits phytosanitaires et autres pollutions d'origine industrielle et automobile parmi les quatre ruchers de l'Observatoire de la qualité environnementale en Isère (2008-2011).

Synthèse des résultats :

■ Les mesures réalisées sur **le secteur urbain de Lyon** montrent la présence de 10 substances différentes quantifiées au moins une fois dans l'air et 3 substances dans les retombées atmosphériques **traduisant l'influence ponctuelle des secteurs de cultures environnants dans des niveaux de concentration très modérés.**

Sur **le secteur d'arboriculture de l'Isère rhodanienne**, 21 substances ont été mesurées dans l'air et 5 dans les retombées atmosphériques. **Les niveaux d'insecticides mesurés sur ce site sont prépondérants par rapport aux substances fongicides et herbicides, en lien avec la présence d'une substance en particulier, le chlorpyrifos-éthyl.** La contribution majoritaire de cette famille est atypique par rapport aux autres secteurs évalués en Rhône-Alpes. Les périodes présentant les plus fortes concentrations de fongicides et d'insecticides sur ce site (printemps et été) montrent une bonne corrélation avec les périodes de traitement dans les vergers. En revanche, la présence des herbicides dans l'air semble plutôt liée à des usages sur les cultures de céréales du secteur.

La comparaison des résultats sur 2 sites de ce même secteur montre qu'en proximité de vergers, les concentrations de chlorpyrifos-éthyl sur une semaine sont en moyenne 8 fois supérieures à la situation de fond et jusqu'à 40 fois au maximum. En revanche, la diversité des substances quantifiées une seule fois sur un des deux sites du même secteur semble souligner l'influence locale autour du point de prélèvement. Le recensement précis des traitements effectués sur les parcelles les plus proches permettrait de compléter les analyses réalisées.

■ Par ailleurs, l'analyse croisée des deux secteurs investigués fait ressortir également des enseignements communs sur la présence des pesticides dans l'air en Rhône-Alpes comme la diminution de la présence du lindane dans l'air et l'omniprésence du chlorpyrifos-éthyl et de la pendiméthaline. Par ailleurs, la détection du prosulfocarbe en automne et en fin d'hiver est confirmée, soulignant l'importance de réaliser des mesures sur l'année complète.

■ Les mesures de retombées atmosphériques ont montré un nombre de substances identifiées inférieur au nombre quantifiées dans l'air. Les substances ont été retrouvées en majorité sur les mêmes périodes qu'en air ambiant de mai à août, montrant une cohérence avec les périodes de traitement. Toutefois, les concentrations maximales sont relevées sur le secteur urbain de Lyon centre où les composés retrouvés sont des fongicides interdits d'utilisation, ces composés pourraient être des produits de dégradation de composés autorisés.



- Enfin, la mise en regard des mesures en air ambiant réalisées sur le secteur de l'Isère rhodanienne avec les données recueillies dans les matrices apicoles (miel, cire et abeilles) dans le cadre de l'Observatoire de la qualité environnementale de l'Isère en 2008 montrent **que peu de substances phytosanitaires sont détectées dans les matrices apicoles en comparaison du nombre de substances quantifiées dans l'air**. Le chlorpyrifos-éthyl très présent dans l'air faisait également partie des substances détectées au niveau du rucher de Salaise-sur-Sanne. Les mesures réalisées dans l'air du secteur en 2014 montre une contribution majeure des insecticides, et notamment du chlorpyrifos-éthyl, reconnu comme toxique pour les abeilles, par rapport aux mesures réalisées les années précédentes sur d'autres secteurs. Ces éléments pourraient constituer un facteur environnemental défavorable aux abeilles.
Concernant les métaux lourds, les mêmes composés majoritaires (cuivre, zinc et notamment le manganèse) sont observés sur le site de fond de l'Isère rhodanienne et au niveau du rucher de Salaise-sur-Sanne. Toutefois, les niveaux restent modérés en regard des concentrations observées sur d'autres sites de Rhône-Alpes.

1. Contexte

1.1 Contexte national

1.1.1 Une utilisation des pesticides qui ne montre pas de tendance à la baisse

La France est le 1^{er} consommateur de pesticides en Europe en lien notamment avec des surfaces de cultures importantes. En rapportant à la surface agricole utile, elle se situe en 5^{ème} position après le Portugal, les Pays-Bas, la Belgique et l'Italie. Le plan ECOPHYTO, publié en septembre 2008 par le ministère de l'Agriculture, visait à réduire de 50% l'usage des pesticides en France d'ici 2018. En novembre 2014, le bilan récent dressé à mi-parcours du plan indique que « *La série des 5 premiers résultats annuels du NODU (2008-2012) ne montre pas de tendance à la baisse.* » Le NODU est le nombre de dose-unité, c'est un des indicateurs pour évaluer l'utilisation des pesticides¹. Plusieurs pistes sont avancées par le comité d'experts pour expliquer cette stagnation comme la variabilité interannuelle des pressions de bioagresseurs, le décalage de l'effet des actions mises en œuvre ou encore la surestimation du potentiel de réduction d'usage à court-terme.

Les nouvelles orientations du plan ont été présentées par le Ministre de l'Agriculture le 30 janvier 2015. Sept grands principes sont retenus :

- Maintenir le cap d'une réduction quantitative en deux temps : - **25% en 2020** et - **50% en 2025**
- Renforcer l'aspect qualitatif : une vigie des impacts à 360°
- S'inscrire au cœur du projet agro-écologique
- Remplacer l'entreprise au centre du dispositif
- Jouer collectif : coordination des actions, projets de groupe, bénéfice collectif d'initiatives individuelles
- Territorialiser
- Insuffler une culture positive

Zoom réglementation

Au niveau européen, la législation s'est renforcée en janvier 2009 avec l'adoption par le parlement européen du « paquet pesticides » qui vise à réduire de façon sensible les risques liés aux pesticides ainsi que leur utilisation et ce dans une mesure compatible avec la protection des cultures. Ce paquet comprend notamment une Directive cadre² pour l'utilisation durable des produits phytosanitaires et un règlement relatif à la mise sur le marché des produits phytosanitaires³. Cette directive fixe pour la première fois au niveau communautaire des règles pour rendre l'utilisation des pesticides plus sûre et encourager le recours à la lutte intégrée et aux alternatives non chimiques. Le règlement modernise les conditions d'autorisation des produits phytosanitaires et adopte des critères plus stricts. Ces textes sont rentrés en application en juin 2011. **Il n'existe cependant pas de réglementation concernant les concentrations de pesticides dans l'air.**

Le 23 janvier 2014, l'Assemblée nationale adopte sans modification en première lecture la loi Labbé, visant à mieux encadrer l'utilisation des produits phytosanitaires sur le territoire national. **Le texte prévoit la mise en place de l'objectif zéro phyto dans l'ensemble des espaces publics à compter du 1^{er} janvier 2020. La commercialisation et la détention de produits phytosanitaires à usage non professionnel seront interdites à partir du 1^{er} janvier 2022.**

¹ Calculé à partir des données de vente des distributeurs de produits phytopharmaceutiques, le NODU correspond à un nombre de traitements « moyens » appliqués annuellement sur l'ensemble des cultures, à l'échelle nationale. Il s'affranchit des substitutions de substances actives par de nouvelles substances efficaces à plus faible dose puisque, pour chaque substance, la quantité appliquée est rapportée à une dose unité (DU) qui lui est propre. Ainsi, rapporté à la surface agricole utile (SAU), le NODU permet de déterminer le nombre moyen de traitements par hectare ; Source Ministère de l'Agriculture

² directive 2009/128/CE

³ règlement (CE) n° 1107/2009

1.1.2 La nécessité de mesures dans l'air soulignée par les experts sanitaires

Dans un rapport publié en 2013⁴, l'INSERM recommande la réalisation de campagnes de mesures (notamment dans l'air extérieur et dans l'environnement intérieur) permettant de documenter les expositions dans les divers environnements aux sources de pesticides présentes dans le domicile ou à proximité de l'habitat. Ce rapport souligne également que « *malgré le grand nombre d'études publiées, le point crucial pour conclure reste la caractérisation de l'exposition aux pesticides chez un individu tout au long de sa vie ou à des périodes critiques (grossesse, enfance) tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif* ». Malgré les difficultés liées à la caractérisation de l'exposition, des augmentations de risque significatives pour plusieurs pathologies ont été mises en évidence en lien avec l'exposition aux pesticides et/ou selon les catégories d'usages (insecticides, herbicides, fongicides).

En juin 2014, l'ANSES⁵ a également rendu un avis relatif à une demande d'appui scientifique pour réévaluer le dispositif réglementaire destiné à protéger les riverains des zones traitées avec des produits phytosanitaires. Dans cet avis, l'ANSES recommande également la réalisation de campagnes de mesures dans l'air pour documenter l'exposition par inhalation.

Le contrôle et la restriction progressive des usages de pesticides font partie des mesures du **Plan National Santé Environnement 3**. Des actions immédiates ont été annoncées comme le lancement **d'une campagne de surveillance des pesticides dans l'air**, documenter les usages de pesticides par les particuliers et poursuivre l'interdiction des substances les plus dangereuses. Sur le premier point, l'ANSES a été saisie pour définir une liste prioritaire de 10 à 20 substances à surveiller dans l'air ambiant et des recommandations pour une stratégie d'échantillonnage. La fin de ces travaux est prévue pour le 2^{ème} trimestre 2016.

1.2 Contexte régional

1.2.1 Rhône-Alpes : un territoire contrasté

La région Rhône-Alpes est un territoire très contrasté avec des agglomérations importantes comme Lyon et Grenoble, et également de grands espaces agricoles (plaine de l'Ain, vallée du Rhône,...). La surface agricole utile (SAU) représente, en 2010, plus d'un tiers de la superficie totale de la région (source : Agreste). Ce chiffre est nettement inférieur au total national (51%) en lien notamment avec l'importance des zones de montagnes. Il faut noter par ailleurs que la surface agricole utile en Rhône-Alpes est en forte diminution : une baisse de -9% a été observée entre 2000 et 2010.

La production agricole de Rhône-Alpes est très diversifiée, sans type de production dominante particulière : céréales, oléo-protéagineux, cultures fourragères, grandes cultures, fruits, vignes et légumes. De manière classique, les grandes cultures sont concentrées dans les plaines et vallées, avec une forte présence de maraîchage dans la vallée du Rhône et le sud de la région, les coteaux sont principalement occupés par la vigne, et l'élevage couvre les zones de montagne.

À lui seul, le département de l'Ain concentre le tiers de la production régionale de céréales. Le département de la Drôme pèse toujours près du quart du potentiel agricole de la région.

⁴ INSERM (2013) – Expertise collective. Pesticides. Effets sur la santé

⁵ Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

3.1.2 Secteur Isère rhodanienne (arboriculture)

Le canton de Roussillon dans l'Isère a été retenu pour effectuer les mesures. D'après le recensement agricole de 2010, ce dernier est le 1^{er} canton de Rhône-Alpes pour sa superficie totale de pommes (825 hectares). Toutefois, plus de 50% de la surface agricole du canton est destinée aux grandes cultures (cf. Figure 4).

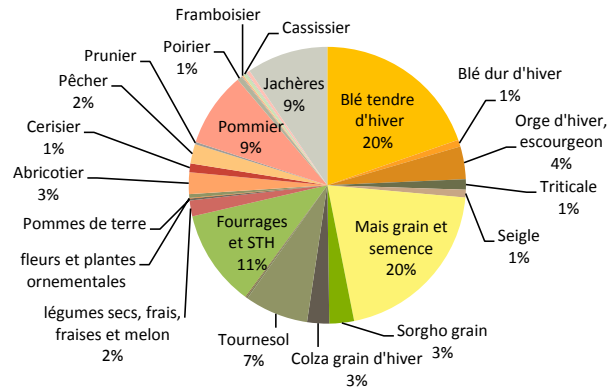


FIGURE 4 UTILISATION DE LA SURFACE AGRICOLE SUR LE CANTON DE ROUSSILLON

Deux sites de mesures ont été retenus sur ce secteur :

- Le premier, en bordure du tissu urbain de la commune de Roussillon, a été retenu pour l'évaluation annuelle du secteur compte tenu des critères de population et de superficie dédiée à l'arboriculture (cf. Figure 5). L'occupation du sol sur le secteur est présentée en annexe 1.

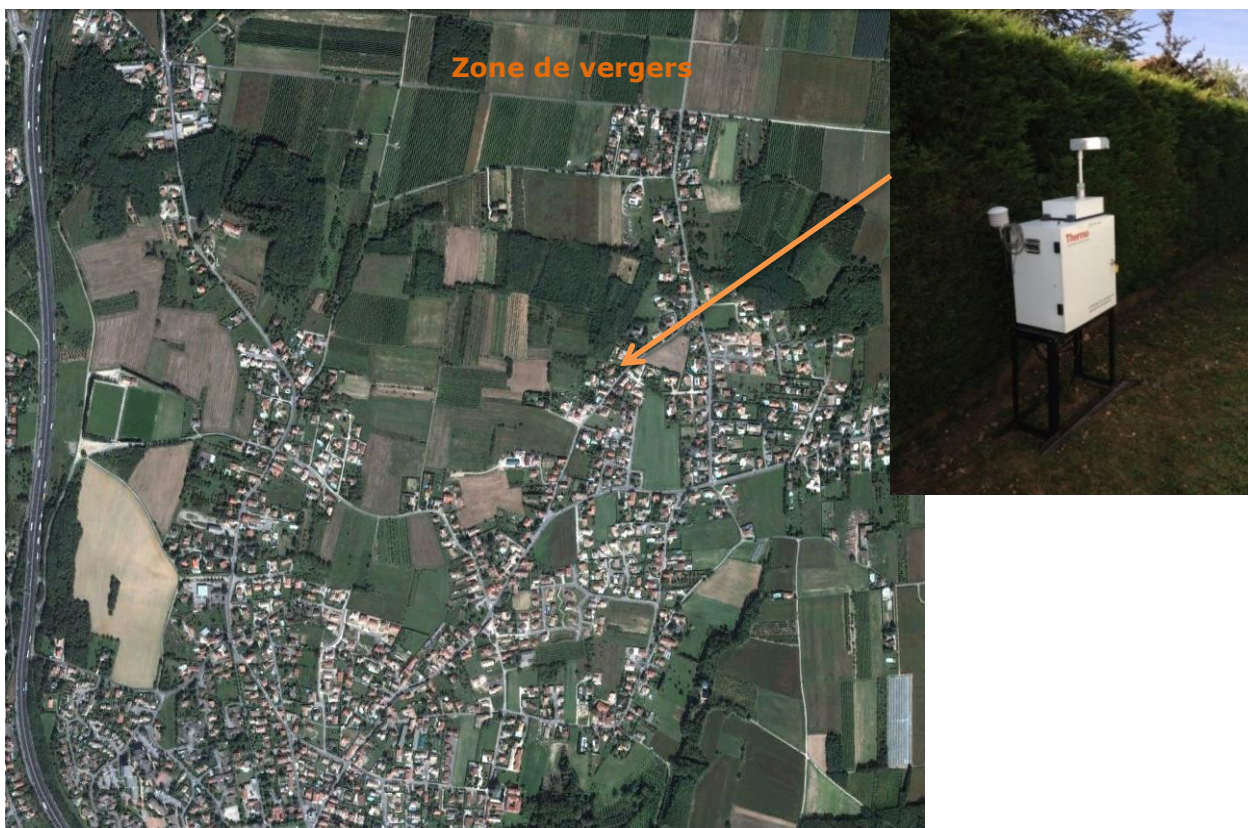


FIGURE 5 IMPLANTATION DU SITE DE MESURE ISERE RHODANIENNE (ARBORICULTURE)

Le site est installé à proximité des vergers (commune de Salaise sur Sanne)

Ancien rucher observatoire

3.2 Techniques de mesures et d'analyse

Les **prélèvements dans l'air** ont été effectués à l'aide d'un préleveur bas débit (Partisol). L'air, aspiré pendant 1 semaine à un débit fixé à $1 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, passe à travers successivement un filtre puis une mousse, qui permettent de piéger respectivement les phases particulaire et gazeuse des substances. Une tête de coupure est mise en place sur le préleveur afin de ne capter que les particules de diamètre aérodynamique inférieur à $10 \text{ } \mu\text{m}$ (PM_{10}). De par leur faible taille, ces particules peuvent pénétrer dans l'appareil respiratoire humain.

7 AFNOR. Norme XP X 43-058. Air ambiant. Dosage des substances phytosanitaires (pesticides) dans l'air ambiant. Prélèvement actif. Septembre 2007

AFNOR. Norme XP X 43-059. Air ambiant. Dosage des substances phytosanitaires (pesticides) dans l'air ambiant. Préparation des supports de collecte – Analyse par méthodes chromatographiques. Septembre 2007.

Sur le secteur de l'Isère rhodanienne, 1 jauge de retombées atmosphériques a été mise en place en complément sur chaque site pour **l'analyse des métaux** en lien avec la présence d'oxychlorure de cuivre mis en évidence dans les matrices apicoles. Sur le site de Lyon Centre, les métaux sont mesurés en continu dans l'air ambiant et dans les retombées atmosphériques dans le cadre de la surveillance permanente de la qualité de l'air.

Des prélèvements d'une semaine répartis sur toute l'année ont été réalisés sur chaque site en privilégiant les périodes de traitement des cultures par les produits phytosanitaires (cf. Figure 8). Cette méthodologie répond également aux recommandations de l'Observatoire des Résidus de Pesticides⁸ préconisant la mise en place de prélèvements hebdomadaires séquentiels qui peuvent être plus denses entre les semaines 12 à 38 puis plus étendus entre les semaines 38 à 12.

Mois	Evaluations annuelles	Etude spécifique - Prox arboriculture
Janvier	1	0
février	1	0
Mars	2	0
Avril	2	2
Mai	5	5
Juin	4	4
Juillet	4	4
Août	3	0
Septem...	2	0
Octobre	2	0
Novem...	1	0
Décem...	0	0

⁸ ANSES (2010) Recommandations et perspectives pour une surveillance nationale de la contamination de l'air par les pesticides

3.4 Les substances recherchées

En 2001, 478 substances actives différentes ont été vendues en France. Par ailleurs, les mesures précédentes ont montré que des substances interdites à l'utilisation peuvent également être encore présentes dans l'air.

Le prélèvement et l'analyse de toutes les substances autorisées et des substances interdites récemment ne sont pas réalisables, **il est donc nécessaire d'établir une liste des substances à rechercher.**

Afin de permettre des comparaisons d'un site à l'autre mais également d'une année sur l'autre, une nouvelle liste a été établie pour les mesures réalisées à partir d'octobre 2012.

Cette liste est fondée sur :

- La liste socle nationale de 69 substances,
- La liste hiérarchisée de substances prioritaires à rechercher dans l'air établie avec l'outil SPHAIR par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air. Ce classement est issu d'une méthode multicritères prenant en compte les données de vente de 2008 à 2011 en région Rhône-Alpes, les données de toxicité par l'intermédiaire de la Dose Journalière Admissible et les caractéristiques physico-chimiques.
- Le retour d'expériences des mesures réalisées de 2007 à 2009 en Rhône-Alpes.

La liste finale a été établie à partir du croisement de ces 3 sources de données suivi de la validation de la faisabilité de prélèvement et d'analyse.

Ainsi, **111 substances ont été retenues pour la réalisation des évaluations annuelles du programme de surveillance (cf. annexe 3).**

Il faut noter qu'un grand nombre de substances quantifiées dans l'air dans le programme 2007-2009 ont été interdites d'utilisation depuis. Il a été choisi de les conserver dans la liste afin de valider leur absence ou leur décroissance. Ainsi, la liste comporte une quarantaine de substances interdites d'utilisation au moment des mesures.

4. Evaluation du secteur urbain de Lyon

4.1 Panorama des substances retrouvées sur le site

4.1.1 En termes de fréquence de quantification

Sur la période d'octobre 2013 à octobre 2014, **10 substances** actives différentes ont été quantifiées au moins une fois sur le site de Lyon Centre (cf. Figure 9).

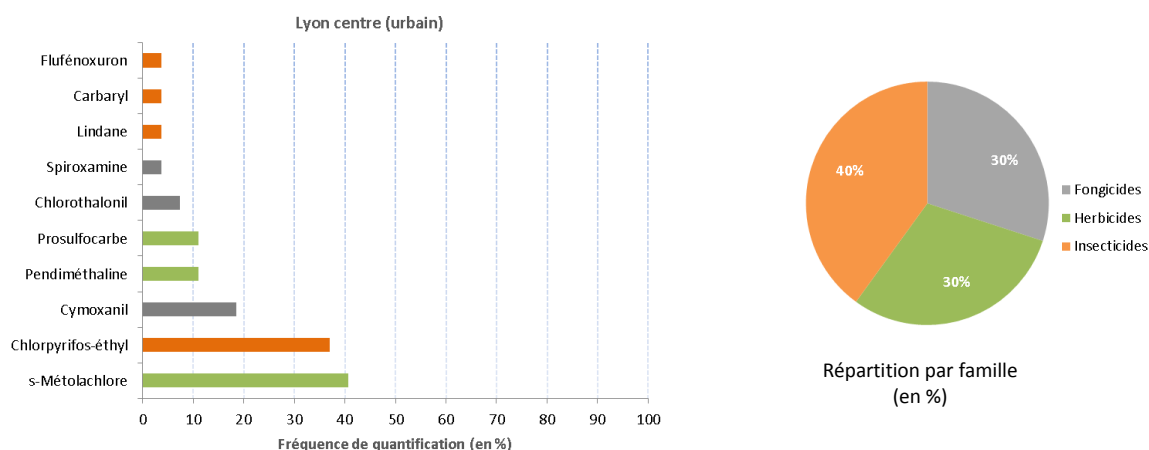


FIGURE 9 FREQUENCE DE QUANTIFICATION DES SUBSTANCES RETROUVEES SUR LE SITE DE LYON CENTRE

Les 2 molécules les plus souvent présentes sont le **s-métolachlore**, un herbicide autorisé sur les grandes cultures (maïs, tournesol, sorgho, soja), et le **chlorpyrifos-éthyl**, un insecticide autorisé pour de nombreux usages.

Les autres molécules présentent des fréquences de quantification faibles, correspondant à une présence dans 1 à 5 prélèvements sur les 27 effectués.

4.1.2 En termes de niveaux mesurés

Les concentrations des substances quantifiées dans l'air sont faibles, seulement 3 valeurs sont supérieures à 5 ng.m⁻³. Les substances qui présentent ces concentrations plus élevées, **le chlorothalonil et le prosulfocarbe**, sont naturellement celles qui **contribuent le plus à la charge globale sur le secteur** (cf. Figure 10).

Le chlorothalonil est un fongicide autorisé sur les cultures légumières et le blé, mais également sur les arbres et arbustes et les cultures florales. Un produit contenant du chlorothalonil était autorisé à la vente jusqu'en 2011 pour un usage sur les rosiers.

Le prosulfocarbe est un herbicide autorisé pour le désherbage de certains légumes (carottes, fraises, pommes de terre), le blé mais également pour le désherbage des arbres et arbustes.

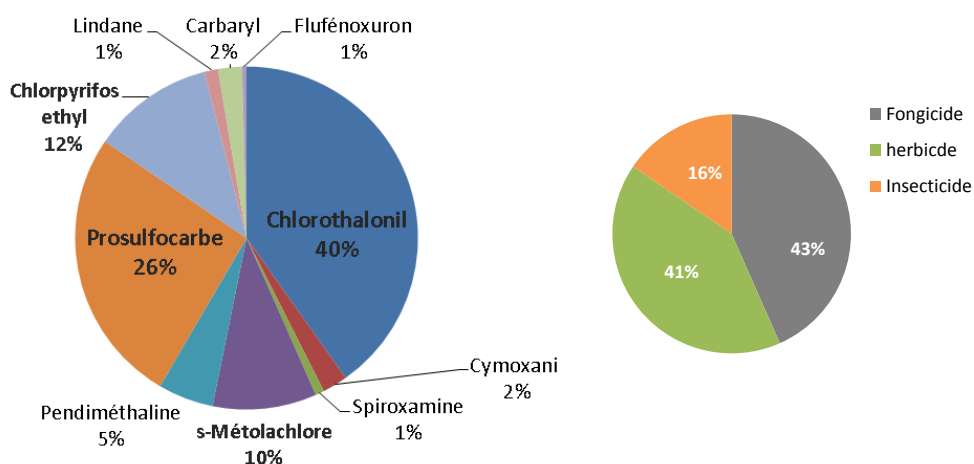


FIGURE 10 CONTRIBUTION A LA CHARGE GLOBALE PAR SUBSTANCE ET PAR FAMILLE

4.2 Quel lien avec les cultures environnantes ?

Le secteur urbain de Lyon pourrait être influencé par les cultures environnantes situées à une dizaine de kilomètres et plus, mais également par des usages urbains pour les espaces verts ou par les particuliers. Toutefois, depuis 2008, la ville de Lyon a abandonné l'usage des pesticides pour l'entretien de ses parcs et jardins publics. La voirie en revanche relève de la Communauté Urbaine et peut faire l'objet de traitements. Des utilisations par les particuliers sont possibles également.

Le croisement des données d'autorisation d'usage et de périodes de détection peut aider à distinguer les différentes contributions.

→ **Les herbicides présents sur le secteur urbain de Lyon Centre sont probablement liés aux grandes cultures environnantes.** En effet, la Figure 11 montre que le **prosulfocarbe** et le **s-métolachlore** sont présents dans l'air à des périodes similaires aux mesures réalisées les années précédentes en plaine de l'Ain et dans le sud de la Drôme, indiquant une influence probable **des traitements sur les cultures d'hiver et les semis de printemps** (maïs). La pendiméthaline est présente ponctuellement, compte tenu de ses nombreux usages, son origine est plus délicate à déterminer.

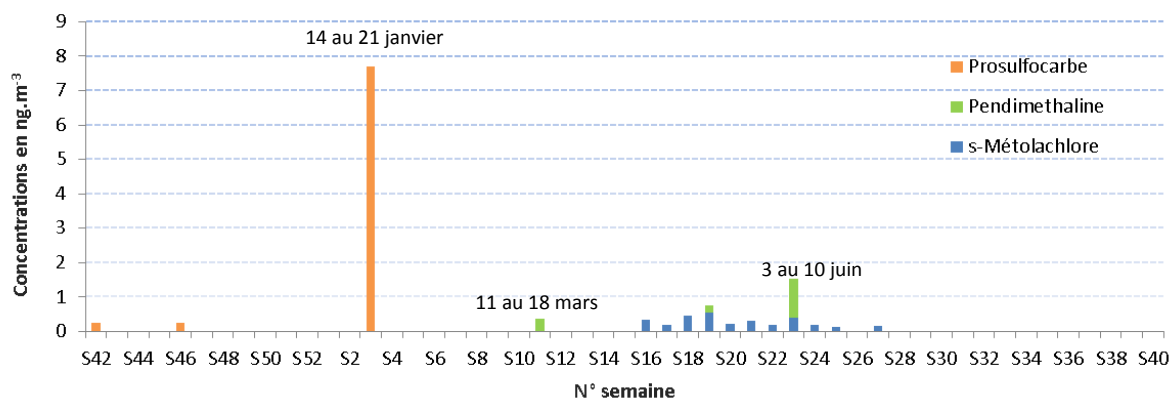


FIGURE 11 EVOLUTION DES CONCENTRATIONS D'HERBICIDES SUR LE SITE DE LYON CENTRE

Le **lindane**, le **carbaryl** et le **flufénoxuron**, substances interdites, sont détectés ponctuellement et ne sont pas liés à des usages de proximité pour les 2 premières. En effet, les études précédentes ont montré que le lindane est toujours présent dans l'air régulièrement en lien probable avec une volatilisation depuis les sols et le carbaryl a été détecté simultanément sur les secteurs de Lyon et de l'Isère rhodanienne à des niveaux semblables excluant un usage local. Sa présence pourrait être liée à un import d'autres pays.



Fongicides

Concentrations en ng.m^{-3}

Legend:

- Spiroxamine
- Cymoxanil
- Chlorothalonil

N° semaine

N° semaine	Spiroxamine (ng.m^{-3})	Cymoxanil (ng.m^{-3})	Chlorothalonil (ng.m^{-3})
16	0	0	6.0
20	0	0	6.5
22	0	0.1	0
24	0	0.1	0
26	0	0.1	0
28	0.3	0	0
29	0	0.1	0

FIGURE 13 EVOLUTION DES FONGICIDES SUR LE SITE DE LYON CENTRE

5.2 Panorama des substances retrouvées

5.2.1 En termes de nombre et fréquence de quantification

Sur les 111 substances recherchées, 21 ont été quantifiées au moins une fois sur le secteur d'arboriculture de l'Isère rhodanienne. Presque la moitié des substances sont des **fongicides**. L'autre moitié se constitue de manière égale d'**herbicides** et d'**insecticides** (cf. Figure 17). Le nombre de substances quantifiées est supérieur à celui relevé en zone arboricole sur le secteur du Pilat (14 substances) et par rapport aux sites évalués l'année précédente, grandes cultures dans la plaine de l'Ain (9 substances) et viticulture dans le sud de la Drôme (15 substances).

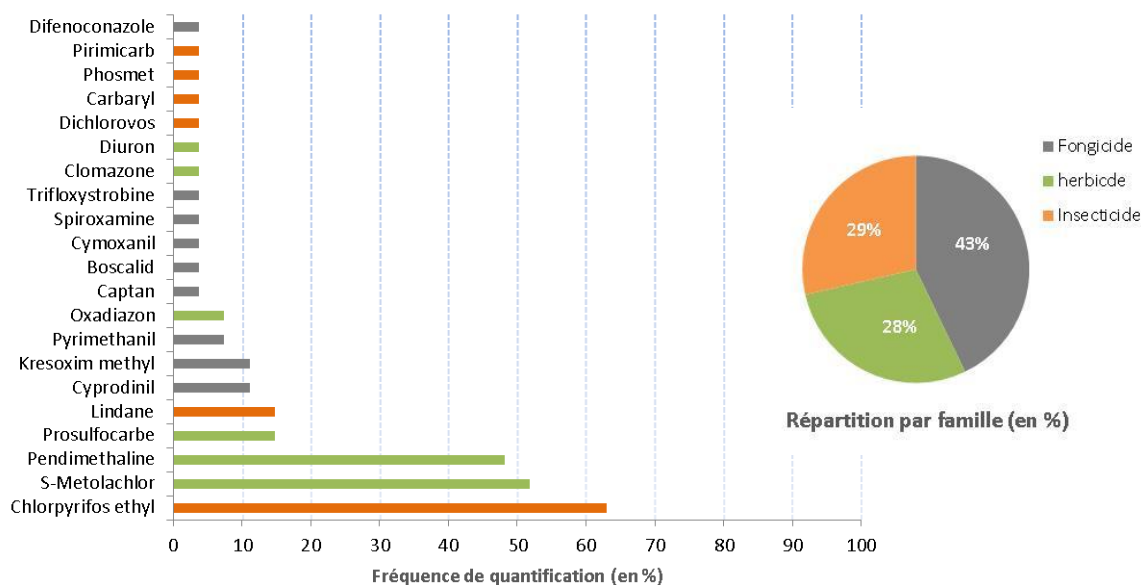


FIGURE 17 FREQUENCE DE QUANTIFICATION DES SUBSTANCES QUANTIFIEES AU MOINS UNE FOIS SUR LE SITE ISERE RHODANIEENNE (ARBORICULTURE)

En termes de fréquence de quantification, **trois substances sont présentes dans environ 50 % des prélèvements : un insecticide et deux herbicides** (cf. Figure 17).

- Le **chlorpyrifos-éthyl**, insecticide utilisé sur de nombreuses cultures, est quantifié dans plus de 60% des prélèvements. Il est notamment utilisé en arboriculture contre les cochenilles.
- Le **s-métolachlore**⁹ et la **pendiméthaline** sont présents dans la moitié des prélèvements environ. Le **s-métolachlore** est un herbicide utilisé notamment sur les cultures de maïs. Le **pendiméthaline** est généralement peu employée en arboriculture hormis sur les cultures de pommiers.

Les autres substances actives quantifiées dans l'air sont présentes beaucoup plus ponctuellement, la plupart n'étant quantifiée qu'une seule fois (4%), on trouve notamment :

- Plusieurs substances actives fongicides, notamment contre la tavelure¹⁰ (**cyprodinil**, **krésoxim-méthyl**, **captane**, **trifloxystrobine**, **difénoconazole**, **pyriméthanil**)
- Quatre substances interdites : trois insecticides (**lindane**, **dichlorovos**, **carbaryl**) et un herbicide (**diuron**).

⁹ Le métolachlore est interdit d'utilisation mais le S-métolachlore, non différentiable à l'analyse, est autorisé.

¹⁰ La tavelure est avec la moniliose et l'oïdium une des principales affections fongiques du pommier

La figure suivante présente la répartition des concentrations supérieures à la limite de quantification ainsi que la contribution des trois familles de substances à la charge globale en pesticide.



→ **Les insecticides représentent la moitié de la charge globale¹¹ en pesticides sur ce site** alors qu'ils ne représentaient que 30% des substances retrouvées. **La contribution majoritaire de cette famille est atypique par rapport aux autres secteurs évalués en Rhône-Alpes.**

→ Le **captane**, substance fongicide anti-tavelure, apparaît comme la 2^{ème} substance la plus contributrice à la charge globale en pesticides sur ce site en lien avec une forte concentration mesurée (14 ng.m⁻³) la semaine du 20 au 26 mai 2014.

→ Le **s-métolachlore** et la **pendiméthaline**, substances herbicides quantifiées fréquemment, présentent en revanche de faibles concentrations ce qui réduit leur influence sur la charge globale (environ 10%).

[illegible]

5.3 Mise en évidence des relations avec les cultures environnantes et les périodes de traitement

L'objectif de ce paragraphe est de mieux comprendre le lien entre les substances identifiées et les usages du secteur. Le croisement des données d'autorisation d'usage et de périodes de détection peut aider à distinguer les différentes contributions.

→ **Les substances actives fongicides sont présentes dans l'air du secteur de début avril à mi-août¹² indiquant une bonne cohérence avec les traitements contre la tavelure du pommier (cyprodinil, krésoxim-méthyl, captane, trifloxystrobine et difénoconazole) jusqu'à juin et contre les maladies de conservation des pêches (boscalid en juillet) ou sur la vigne (cymoxanil et spiroxamine en juin et août).**

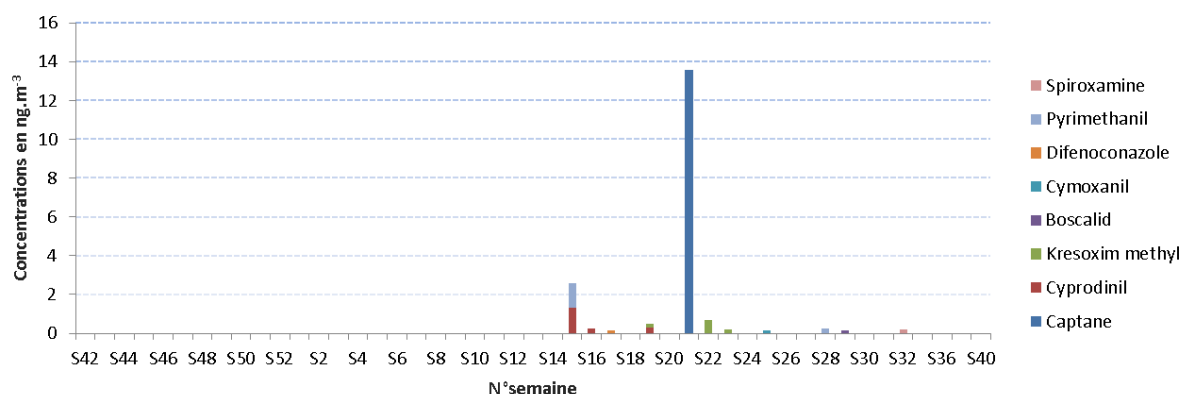


FIGURE 20 EVOLUTION DES CONCENTRATIONS DE SUBSTANCES ACTIVES FONGICIDES

Il faut noter que le **captane** qui est assez utilisé sur les pommiers n'a été quantifié qu'une seule fois dans l'air. Ces résultats peuvent s'expliquer notamment par le fait que ce composé (d'après la constante de henry) est peu volatil et faiblement persistant dans l'environnement. D'ailleurs, les 2/3 des fongicides relevés sur ce site ont été quantifiés qu'une seule fois et pour la plupart à de faibles concentrations.

Les traitements contre la tavelure sont généralement appliqués en préventif après un épisode pluvieux. Les concentrations des substances anti-tavelure dans l'air peuvent être mises en relation avec les précipitations.

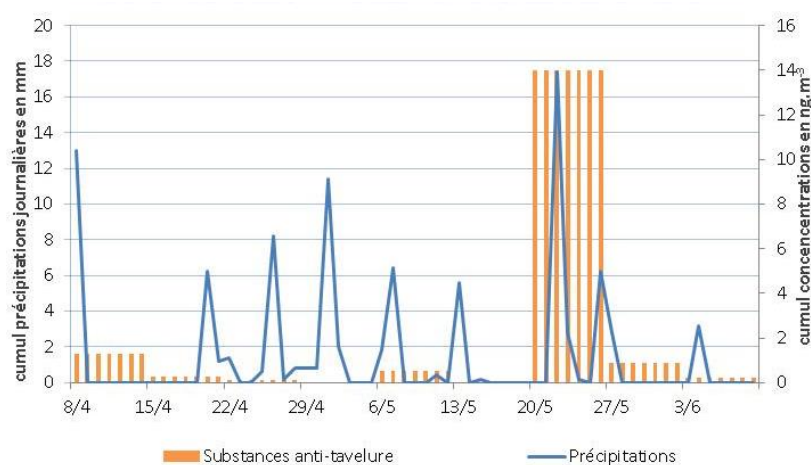


FIGURE 21 EVOLUTION DES CONCENTRATIONS ANTI-TAVELURE ET DES PRECIPITATIONS

¹² semaine 15 à 32

→ **Les herbicides retrouvés dans l'air ne sont pas ou peu recensés comme utilisés dans ce secteur pour les cultures fruitières.** Les herbicides les plus présents dans l'air (s-métolachlore, pendiméthaline et prosulfocarbe) semblent plutôt liés à des usages sur les cultures de céréales du secteur.

-
- Concentrations en ng.m^{-3}
- N°Semaine
- Legend:
- Prosulfocarbe
 - Diuron
 - Clomazone
 - Pendimethaline
 - Oxadiazon
 - Metolachlor

Il est à noter que le **glyphosate** qui est la substance herbicide la plus employée en arboriculture dans ce secteur aurait été intéressante à mesurer, néanmoins il n'a pas été envisagé de la mesurer dans cette étude pour des raisons techniques et économiques. En effet, elle nécessite de réaliser des prélèvements et analyses chimiques spécifiques et donc de doubler le dispositif d'étude. Trois autres herbicides ont été quantifiés ponctuellement sur le site : le diuron (substance interdite), le clomazone (maraîchage) et l'oxadiazon (parcs et jardins).

Le **chlorpyrifos-éthyl** est la **substance majoritairement retrouvée** dans l'air alors que son utilisation n'est pas préconisée sur le secteur en arboriculture. Néanmoins, cet insecticide est beaucoup employé notamment pour lutter contre les cochenilles et le carpocapse (de mai à juin). Le **phosmet** et le **pyrimicarbe** détectés ponctuellement dans l'air sont utilisés respectivement pour lutter contre le carpocapse et les pucerons.

● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

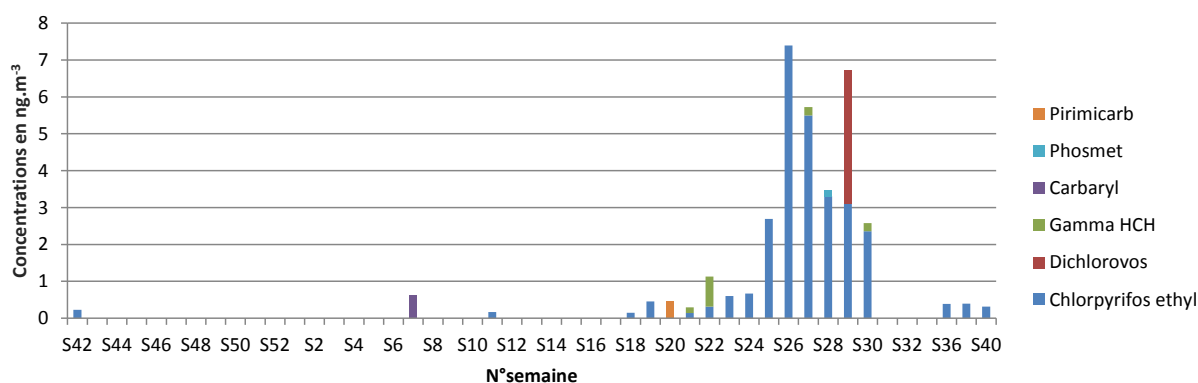


FIGURE 23 EVOLUTIONS DES CONCENTRATIONS D'INSECTICIDES SUR LE SITE ISERE RHODANIE (ARBORICULTURE)

Le nombre d'insecticides mesurés dans l'air est faible par rapport au nombre de molécules reconnues comme utilisées en arboriculture. Ceci peut notamment s'expliquer par leur faible dose d'utilisation ou peut-être lié à leurs propriétés physico-chimiques (composés plus ou moins volatils).

Deux substances interdites (lindane et carbaryl) plus utilisées dans le secteur ont été quantifiées. Leur présence dans l'air n'est pas spécifique au site de mesure mais plutôt attribuée à un phénomène de volatilisation depuis le sol ou à des apports d'autres pays. La présence du dichlorovos, également interdit, peut être liée à la désinsectisation de locaux de stockage.

Les résultats obtenus peuvent être mis en regard des mesures réalisées dans d'autres secteurs d'arboriculture du territoire national, particulièrement un secteur de la région Centre suivi depuis 2006 et un secteur dans le Maine et Loire, évalué en 2007. Sur ce dernier, le captane contribuait pour 50% à la charge globale et le chlorpyrifos-éthyl à 34%¹⁴. En région Centre, les concentrations de chlorpyrifos-éthyl étaient fortes au début des mesures (jusqu'à 100 ng.m⁻³ en 2006), toutefois les dernières années, les concentrations sont inférieures à 5 ng.m⁻³¹⁵. Ainsi, même si elles sont nettement inférieures à ce qui a pu être mesuré sur le territoire national en 2006, les concentrations observées en chlorpyrifos-éthyl sont plutôt élevées en regard des valeurs observées les dernières années. En revanche, les concentrations de captane sur le secteur Isère rhodanienne sont faibles en regard des mesures effectuées en 2007 en Pays de la Loire.

¹⁴ Air Pays de la Loire (2008) Mesures de produits phytosanitaires dans l'air en zone arboricole et en milieu urbain – Campagne de mesures printemps été 2007.

¹⁵ LIGAIR (2014) Contamination par les produits phytosanitaires en région Centre – Année 2013

5.6 Analyse de la variabilité spatiale sur le secteur

En 2014, un deuxième site de mesures a été installé sur le secteur de la zone arboricole de l'Isère rhodanienne. Ce site avait pour objectif principal d'évaluer les concentrations de pesticides dans l'air sur le lieu de l'ancien rucher observatoire de Salaise-sur-Sanne, mis en œuvre par le Conseil Général de l'Isère. Ce point sera développé dans le paragraphe 7. Toutefois, la réalisation de mesures en simultané sur 2 sites de mesure au sein du même secteur permet d'apporter des éléments sur la variabilité des mesures de pesticides dans l'air au sein d'un même secteur et sur l'influence de la proximité aux cultures. Le 2^{ème} site est situé en proximité des vergers (environ 75 mètres) alors que le 1^{er} est situé au niveau des habitations (situation de « fond »). Les deux sites sont séparés de 4 kilomètres environ.

Les mesures sont comparées sur **leur période commune de prélèvements de mi-avril à fin juillet 2014 (15 prélèvements).**

5.6.1 Un socle de substances communes très présentes et des influences ponctuelles

→ **Le nombre de substances quantifiées au moins une fois varie de 10 à 16 selon le site (cf. Figure 26). Il est plus important sur le site de fond que sur celui situé à proximité des vergers. La différence est liée majoritairement à un nombre de fongicides plus grand sur le 1^{er} site.**

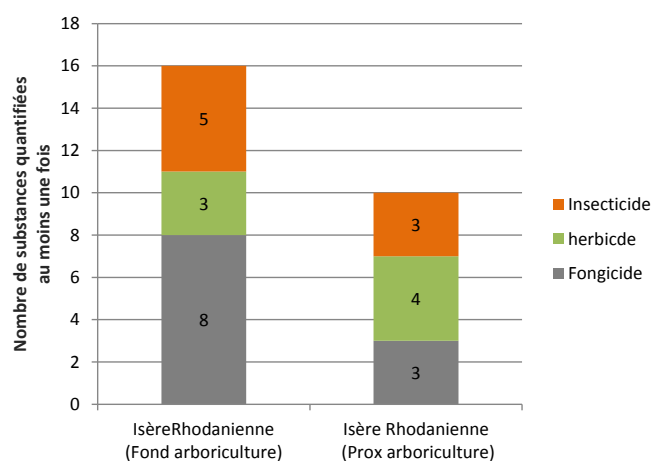


FIGURE 26 NOMBRE DE SUBSTANCES QUANTIFIEES PAR FAMILLE

→ **Sur les 20 substances quantifiées au moins une fois sur la période, 5 sont communes aux deux sites.** Il s'agit majoritairement des substances présentant un fort taux de détection. Ces substances sont légèrement plus fréquemment retrouvées sur le site situé à proximité des vergers que sur celui plus éloigné des cultures (cf. Figure 27). Notamment, le cyprodinil, fongicide utilisé contre la tavelure du pommier, est plus présent sur le site à proximité des vergers (35% contre 10%).

Le chlorpyrifos-éthyl (I), le s-métolachlore (H) et la pendiméthaline (H) sont les trois substances les plus présentes en termes de quantification sur les deux sites : ces molécules sont bien utilisées sur les cultures de proximité des deux sites (arboriculture et grandes cultures).

Catégorie	Molécule	Prox arbo (%)	Fond arbo (%)
Molécules uniquement sur site prox arbo	Chlorothalonil	~5	0
	Thiaclopride	~5	0
	Folpel	~5	0
	Diméthanamide	~5	0
Molécules uniquement sur site arbo fond	Captan	0	~5
	Boscalid	0	~5
	Trifloxystrobine	0	~5
	Pyrimethanil	0	~5
	Kresoxim methyl	0	~20
	Gamma HCH	0	~25
	Pirimicarb	0	~5
	Phosmet	0	~5
	Difenoconazole	0	~5
	Dichlorovos	0	~5
	Cymoxanil	0	~5
Molécules communes	Prosulfocarbe	~5	~5
	Pendimethaline	~80	~65
	Metolachlor	100	~95
	Cyprodinil	~35	~15
	Chlorpyrifos ethyl	100	~85

Les molécules quantifiées uniquement sur l'un des deux sites (quatre en proximité arboriculture et onze en fond arboriculture) ont été détectées ponctuellement dans l'air (cf. Figure 27). Celles-ci sont pour la majorité utilisées sur les cultures de proximité des sites. Certaines molécules (cymoxanil, folpel) sont utilisées sur des cultures un peu plus éloignées au niveau du canton de Roussillon. **Ces détections ponctuelles peuvent traduire une influence plus locale, liées aux conditions météorologiques au moment des traitements.**

👉 Le nombre de molécules quantifiées sur les 2 sites varie en lien avec des influences ponctuelles, toutefois, les molécules très présentes sont bien identiques sur les 2 sites de mesure du secteur.

Les concentrations mesurées sur le site à proximité des vergers sont en majorité plus élevées que celles mesurées sur le secteur plus éloigné. Plus de 15 % des concentrations mesurées sur le site de proximité sont supérieures à 5 ng.m⁻³ (cf.

● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

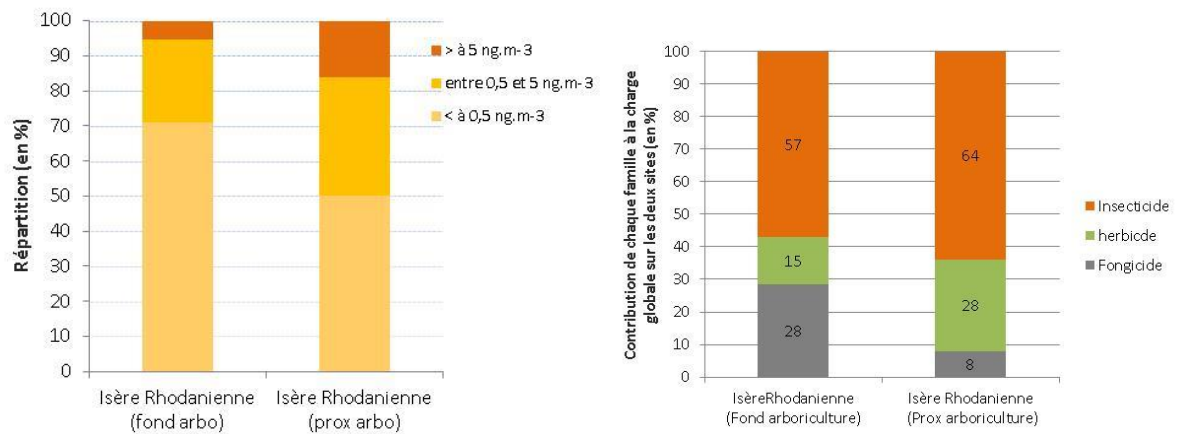
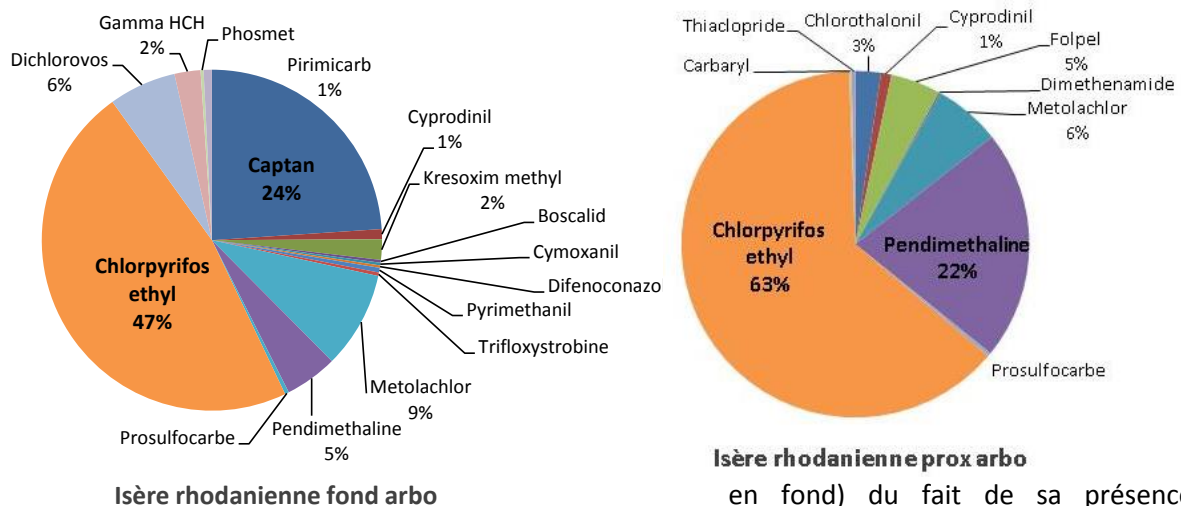


FIGURE 28 REPARTITION DES CONCENTRATIONS SUPERIEURES A LA LIMITE DE QUANTIFICATION

→ Sur les deux sites, les insecticides représentent plus de la moitié de la charge globale¹⁶ en pesticides avec le chlorpyrifos-éthyl comme principal contributeur (63% en proximité et 47% en fond)



en fond) du fait de sa présence régulière et en lien avec des concentrations plus élevées mesurées à plusieurs reprises sur les deux sites (14 ng.m⁻³ du 6 au 12 mai 2014 et 23 ng.m⁻³ du 17 au 23 juin 2014 en proximité et 7,4 ng.m⁻³ du 24 au 30 juin en fond).

FIGURE 29 CONTRIBUTION RELATIVE A LA CHARGE GLOBALE EN PESTICIDE EN FOND ARBO (GAUCHE) ET PROX ARBO (DROITE)

En dehors de l'influence majeure du chlorpyrifos-éthyl, le profil de contribution de chaque substance est différent selon le site. Alors que le captane est la deuxième substance la plus contributrice à la charge globale en pesticide sur le site le plus éloigné des vergers, sur celui situé à proximité, il s'agit de la pendiméthaline (herbicide) en lien avec de plus fortes concentrations mesurées sur ce site par rapport au site de fond. Ce profil différent est lié à l'influence d'un ou deux prélèvements présentant une forte concentration, c'est-à-dire des influences ponctuelles.

5.6.3 En termes d'évolution des concentrations

¹⁶ La charge globale est calculée en sommant toutes les concentrations supérieures à la limite de quantification

→ **Le chlorpyrifos-éthyl** est quantifié sur les deux sites dans la quasi-totalité des prélèvements (entre 80 et 100%), néanmoins **les valeurs relevées pendant une semaine sont de 8 fois en moyenne à 40 fois plus élevées sur le site en proximité des vergers par rapport au site le plus éloigné**. Cette substance est détectée en majorité sur les deux sites de mi-juin à fin juillet, toutefois sur le site en proximité des vergers une première période de fin avril à mi-mai présente également des concentrations plus fortes. Cette période peut correspondre à une période de traitement en arboriculture contre certains ravageurs (carpocapse, pucerons).



→ En revanche, les niveaux de pendiméthaline, herbicide autorisé notamment sur le maïs, le tournesol mais également les pommiers, sont beaucoup plus élevés sur la période de fin avril à mi-mai sur le site à proximité des vergers que sur le site plus éloigné (cf. Figure 33). Cet écart pourrait traduire soit l'influence d'une utilisation en arboriculture sur ce site malgré le fait que cette substance est généralement peu employée soit l'influence de parcelles de céréales dans les environs du site.

→ **Au niveau des retombées atmosphériques, les mêmes substances sont retrouvées sur les deux sites.** Les niveaux de chlorpyrifos-éthyl sont environ trois fois plus élevés aux mois de mai-juin sur le site en proximité de vergers que ceux mesurés en situation de fond soulignant l'influence des cultures de proximité. Les niveaux des autres composés sont relativement semblables.

5.7 Conclusions sur le secteur

Les mesures réalisées sur le secteur de l'Isère rhodanienne de l'automne 2013 à l'automne 2014 montrent :

- la présence de **21 substances différentes** quantifiées au moins une fois dans l'air et **5 substances** dans les retombées atmosphériques,
- des concentrations globalement modérées avec toutefois des concentrations d'une substance active insecticide, le chlorpyrifos-éthyl, supérieures à 5 ng.m^{-3} qui en font le principal contributeur à la charge globale sur le secteur.

Avec cette contribution importante du chlorpyrifos-éthyl et des concentrations de fongicides faibles malgré de nombreux traitements en arboriculture, **le profil de ce secteur est atypique par rapport aux autres secteurs évalués en Rhône-Alpes.**

Le croisement des substances retrouvées avec les usages autorisés montrent globalement une bonne cohérence avec les cultures du secteur (arboriculture) ainsi que l'influence des grandes cultures, du secteur ou plus lointaines, sur les herbicides.

La concentration maximale sur le site est liée au captane (fongicide utilisé contre la tavelure) alors que l'indice PHYTO maximal est relevé **au mois de juillet** avec la présence ponctuelle du **dichlorvos** (substance insecticide interdite).

L'ajout d'un 2^{ème} site sur le même secteur sur une période de 4 mois a permis d'améliorer les connaissances sur la variabilité spatiale des concentrations de substances actives phytosanitaires dans l'air. La contribution majeure du chlorpyrifos-éthyl est confirmée, notamment en proximité de vergers où **les concentrations sur une semaine sont en moyenne 8 fois supérieures à la situation de fond et jusqu'à 40 fois au maximum**, ainsi qu'une influence homogène des herbicides des grandes cultures.

En revanche, la diversité des substances quantifiées une seule fois sur chaque site semble souligner l'influence locale autour du point de prélèvement. Lors des évaluations annuelles, le recensement précis des traitements effectués sur les parcelles les plus proches permettrait de compléter les analyses réalisées.

Les mesures réalisées d'octobre 2013 à octobre 2014 ont permis d'évaluer 2 nouveaux secteurs de la région Rhône-Alpes, jamais sondés, vis-à-vis de la présence des pesticides dans l'air. Les paragraphes précédents ont permis de présenter les résultats par secteur. Des enseignements communs peuvent être également tirés.

Fréquence de quantification

Plaine de Bièvre (grandes cultures)

Beaujolais (viticulture)

Agglomération de Valence

Pilat (arboriculture)

Ecrins

Plaine de l'Ain (grandes cultures)

Sud Drôme (viticulture)

Lyon Centre

Isère rhodanienne (arboriculture)

2007-2008

2008-2009

2012-2013

2013-2014

Nette diminution de la présence du lindane

Année	Zone	Fréquence de quantification
2007-2008	Plaine de Bièvre (grandes cultures)	87
	Beaujolais (viticulture)	81
	Agglomération de Valence	87
2008-2009	Pilat (arboriculture)	64
	Ecrins	16
2012-2013	Plaine de l'Ain (grandes cultures)	0
	Sud Drôme (viticulture)	0
2013-2014	Lyon Centre	4
	Isère rhodanienne (arboriculture)	16

→ Le **chlorpyrifos-éthyl** et la **pendiméthaline**, qui sont les deux substances communes à tous les secteurs de Rhône-Alpes, **sont à nouveau présentes sur les secteurs étudiés**. Leur présence sur le secteur urbain de Lyon est toutefois très limitée.

Zone Agricole	2007-2008	2008-2009	2012-2013	2013-2014
Plaine de Bièvre (grandes cultures)	30%			
Beaujolais (viticulture)	32%			
Agglomération de Valence	35%			
Pilat (arboriculture)				
Ecrins				
Plaine de l'Ain (grandes cultures)			40%	
Sud Drôme (viticulture)			12%	
Lyon Centre				45%
Isère rhodanienne (arboriculture)				55%

→ **Le prosulfocarbe**, substance herbicide recherchée dans les mesures dans l'air en Rhône-Alpes depuis 2012 seulement, est à nouveau détecté à l'automne et en fin d'hiver, cette période ne correspond pas à la période recommandée pour la réalisation des mesures de pesticides dans l'air. Pourtant sur le secteur de Lyon, c'est la substance présentant la concentration maximale et contribuant le plus à l'indice PHYTO.

→ Le nombre de substances quantifiées est supérieur à l'évaluation de 2012-2013, la somme des concentrations est en revanche plus faible. Ceci peut s'expliquer notamment par une influence plus diversifiée sur les secteurs étudiés cette année.

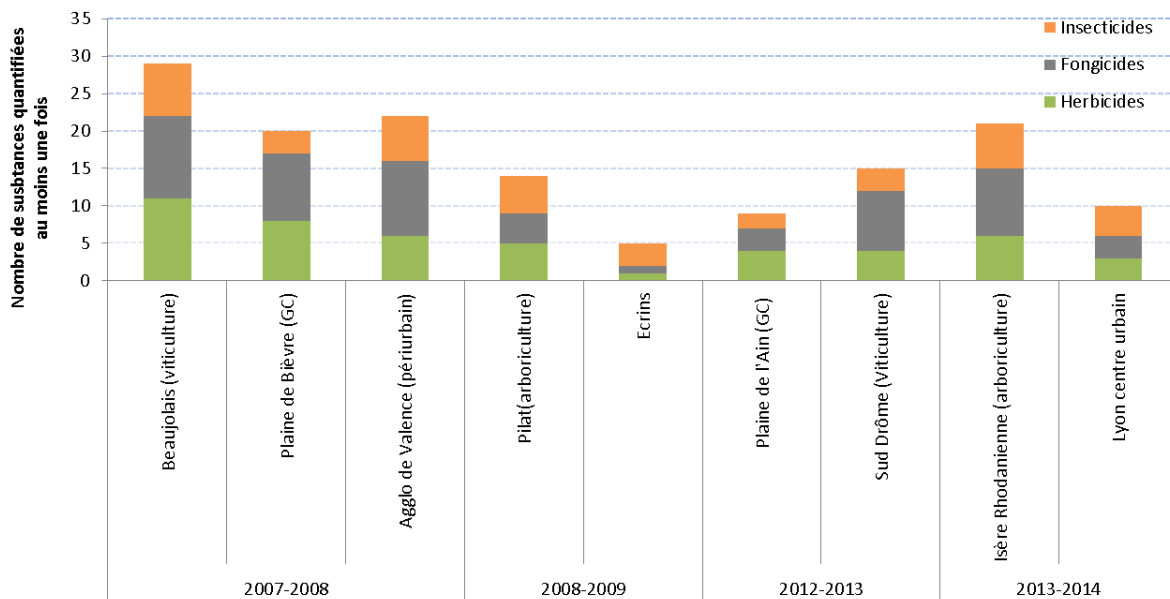
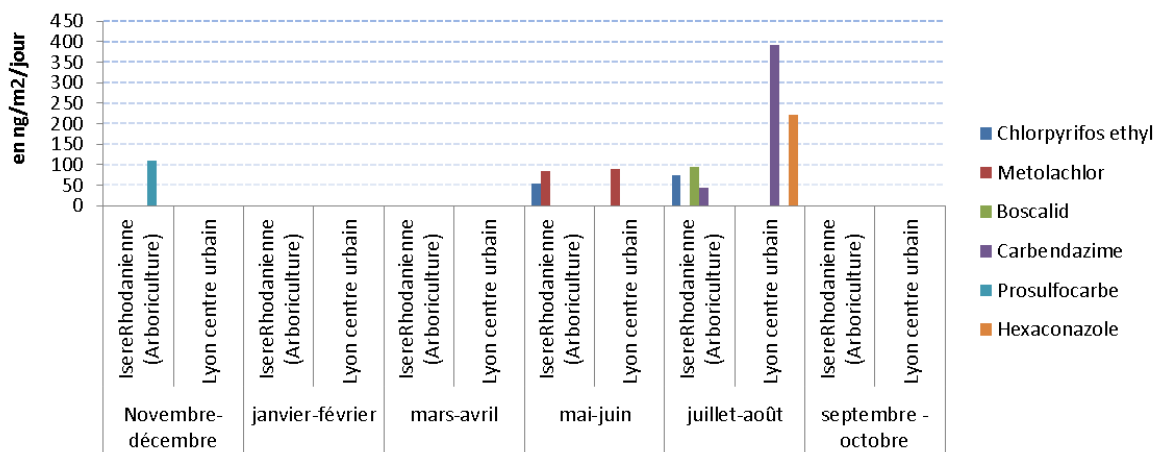


FIGURE 37 NOMBRE DE SUBSTANCES QUANTIFIEES PAR SECTEUR

→ Les mesures de retombées atmosphériques réalisées pour la première fois sur une période d'un an ont montré un nombre de substances identifiées inférieur au nombre quantifiées dans l'air. Les résultats présentent des valeurs plus élevées sur les périodes de mai à août. Alors que le s-métolachlore est présent dans des niveaux identiques sur les 2 secteurs sur la période de mai-juin, qui est aussi sa période de détection dans l'air, le chlorpyrifos-éthyl est présent uniquement sur le secteur de l'Isère rhodanienne. Les concentrations maximales sont relevées sur le secteur urbain de Lyon centre en juillet-août. Les deux composés retrouvés sont des fongicides interdits qui pourraient être des produits de dégradation.



**FIGURE 38 COMPARAISON DES RETOMBÉES ATMOSPHÉRIQUES SUR LES SECTEURS DE LYON CENTRE ET ISERE RHODANIENNE
(ARBORICULTURE)**

Bien que seulement 6 substances différentes aient été quantifiées dans les retombées, 13 autres substances ont été détectées souvent simultanément sur les deux secteurs : oxadiazon, trifloxystrobine, tébuconazole, propyzamide, phosmet, myclobutanil, diuron, clomazone, carbaryl, azoxystrobine, thiaclopride, spiromamine, métazochlore.

7. Apport des mesures de pesticides et de métaux lourds dans l'air aux ruchers observatoires

Des mesures de polluants dans l'air, pesticides et métaux lourds, ont été réalisées à proximité de l'emplacement de l'ancien rucher observatoire de Salaise-sur-Sanne. En effet, dans le cadre de l'observatoire de la qualité environnementale par le bioindicateur « abeille » mené en Isère de 2008 à 2011¹⁷, ce rucher était apparu parmi les quatre ruchers étudiés, comme le plus exposé aux produits phytosanitaires et autres pollutions d'origine industrielle et automobile : plus d'un quart des échantillons sur ce rucher présentait des produits phytosanitaires (essentiellement des fongicides) et un déclin continu des colonies d'abeilles a été observé durant les quatre années de mesures. Cette étude soulignait également la difficulté de corrélérer les résultats analytiques avec les troubles parfois observés sur les ruchers. Bien que le rucher ne soit plus en place en 2014, il est apparu intéressant de compléter ces analyses avec des mesures de pesticides et métaux lourds en air ambiant afin d'une part de comparer les résultats avec les résultats obtenus sur les matrices apicoles les années précédentes et d'autre part d'évaluer le secteur par rapport à d'autres secteurs déjà suivis, au regard de la présence de pesticides dans l'air ambiant.

Ce site est proche des vergers (cf. paragraphe 3.1.2) alors que l'autre site de mesure sur le secteur est localisé au niveau des habitations (situation de « fond »). Les abeilles butinant dans un rayon de 3km en moyenne, les résultats des deux sites de mesure peuvent être étudiés.

7.1 Résultats de pesticides en air ambiant en regard des résultats dans les matrices apicoles sur le secteur de l'Isère rhodanienne

7.1.1 Les pesticides présents dans les matrices apicoles (cire, miel, abeille) au niveau du rucher de Salaise-sur-Sanne

Sur les quatre années de mesures (2008-2011) menées sur les différents ruchers en Isère, **huit matières actives différentes** sur une centaine recherchées ont été détectées sur le rucher de Salaise-sur-Sanne. **Cinq** étaient des **fongicides** (carbendazime, flusilazole, tébuconazole, oxychlorure de cuivre, soufre) et **trois des insecticides** (diméthoate, chlorpyrifos-éthyl, taufluvalinate). Le nombre de substances détectées dans les matrices apicoles sur ce rucher était nettement supérieur aux 3 autres ruchers puisqu'aucune matière active n'a été détectée sur les ruchers de Seyssins, Miribel-les-Echelles et seulement deux sur celui de St Siméon de Bressieux.

7.1.2 Mise en regard avec les résultats en air ambiant

La figure 39 met en relation les composés retrouvés au niveau du rucher de Salaise-sur-Sanne avec les résultats de ces composés dans l'air ambiant et les retombées atmosphériques.

¹⁷ Synthèse technique 2008-2011 : Observatoire de la qualité environnementale en Isère avec l'abeille comme bio-indicateur (ADARA, CG Isère, chambre agriculture Isère).

7.2 Evaluation du secteur d'arboriculture de l'Isère rhodanienne et influence possible sur les abeilles

Les abeilles étant elles-mêmes des insectes, elles sont inévitablement sensibles aux insecticides appliqués pour éliminer les insectes ravageurs des cultures. Les autres substances, notamment certains fongicides, peuvent également engendrer des troubles sur les abeilles et particulièrement si elles sont associées à des insecticides (cf. annexe 6). Le rôle de ces fongicides dans les troubles de comportements des colonies d'abeilles reste cependant à approfondir. Cette partie s'attachera en priorité à l'analyse des données insecticides, reconnus comme toxiques pour les abeilles, sur le secteur de l'Isère rhodanienne.

Les mesures réalisées en 2014 sur le secteur d'arboriculture de l'Isère rhodanienne ont montré que, bien que peu d'insecticides soient quantifiés dans l'air par rapport au nombre de substances utilisées, ces derniers représentent une part importante de la charge globale¹⁸ en pesticides sur ce secteur avec le chlorpyrifos-éthyl comme substance majoritaire.

La figure 40 permet de comparer à titre indicatif, sur des lieux et des périodes différentes, les niveaux d'insecticides mesurés sur le secteur de l'Isère rhodanienne et sur d'autres sites de Rhône-Alpes.

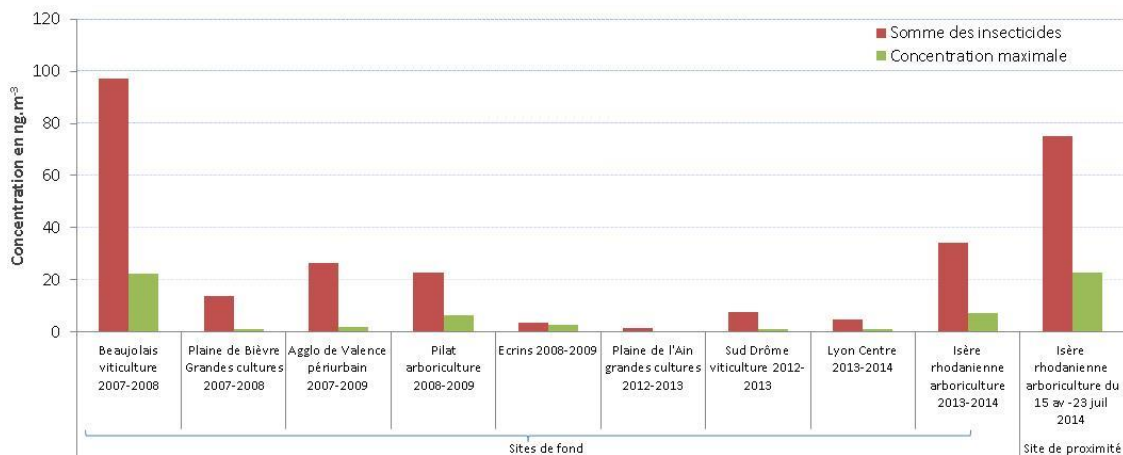


FIGURE 40 SOMME DES INSECTICIDES SUR LES SITES PESTICIDES DE LA REGION RHONE ALPES

→ Sur le secteur Isère rhodanienne, les niveaux de concentration en insecticides mesurés en 2014 sont plus élevés que sur la majorité des autres sites (à l'exception du Beaujolais) sondés les années précédentes. La somme des insecticides sur ce secteur représente le double par rapport au secteur de la plaine de Bièvre (grandes cultures) situé non loin du rucher de Saint-Siméon-de-Bressieux (à environ 6 km). En proximité de vergers, la somme d'insecticides est encore supérieure. Il faut souligner toutefois que ces mesures n'ont pas été réalisées la même année et que les conditions météorologiques observées en 2014 ont été plutôt favorables à l'utilisation des insecticides.

→ Le chlorpyrifos-éthyl est le composé le plus fréquemment détecté et aux concentrations les plus élevées mais d'autres insecticides comme le phosmet, le pyrimicarbe (site de fond) et le thiaclopride (site de proximité arbo) ont été mesurés ponctuellement en air ambiant. Ils n'ont pas été retrouvés dans les matrices. Les niveaux relevés sont également faibles, compris entre 0,2 et 0,4 ng.m⁻³. Ces faibles concentrations peuvent s'expliquer notamment par le fait que la substance appliquée est généralement faiblement dosée. Par exemple, pour le

¹⁸ La charge globale est calculée en sommant toutes les concentrations supérieures à la limite de quantification

thiaclopride, le dosage recommandé sur l'étiquette du produit CALYPSO est de 480 g/litre et la quantité de produit épandu à l'hectare est limitée à un ¼ de litre. Ces résultats peuvent être également liés à la faible volatilité de ce composé dans l'environnement.

→ **L'ensemble de ces composés appartiennent à des familles d'insecticides dites neurotoxiques** qui agissent sur le système nerveux central des insectes et peuvent donc être nocifs pour les abeilles. En effet, le **chlorpyrifos-éthyl** est un insecticide **organophosphoré** reconnu comme **toxique pour les abeilles**. La DL50 est de 0,059 µg/abeille par contact et de 0,25 µg/abeille par ingestion pour une durée d'exposition de 48 heures (base agritox, <http://www.agritox.anses.fr/php/sa.php?sa=251>). Le phosmet appartient également à cette famille. Le thiaclopride est un insecticide appartenant à la classe chimique des néonicotinoïdes. Des études scientifiques¹⁹ ont souligné l'impact négatif de cette famille sur les abeilles et bourdons, non pas par toxicité directe mais en perturbant leur orientation et leur capacité à retrouver la ruche.

Bien que les mesures dans les matrices apicoles aient mis en évidence plus de substances fongicides, les mesures en air ambiant soulignent la contribution majoritaire des insecticides sur ce secteur, de manière atypique par rapport aux autres secteurs évalués en Rhône-Alpes. La présence de substances actives de la famille des insecticides dans l'air pourrait constituer un facteur défavorable aux abeilles.

7.3 Métaux détectés dans l'air et métaux présents au niveau du rucher de Salaise-sur-Sanne

Les mesures de métaux lourds dans les retombées atmosphériques ont été réalisées sur une période de huit mois (février à octobre) sur le site de fond arboriculture et pendant quatre mois sur celui en proximité (mai à août). Elles ont été exploitées uniquement sur leur période commune de prélèvements de mai à août 2014. Ces mesures viennent compléter les résultats observés au niveau du rucher de Salaise-sur-Sanne et ont notamment pour objectif de vérifier la présence plus ou moins importante de certains composés comme le cuivre et le manganèse. Est-ce que ces composés sont mesurés dans les mêmes proportions en air ambiant ?

7.3.1 Rappel des principaux métaux retrouvés dans les matrices du rucher de Salaise-sur-Sanne

Contrairement aux matières actives « pesticides » détectées ponctuellement dans les matrices apicoles, **88% des échantillons prélevés sur les ruchers en Isère ont présenté des traces de métaux lourds**. L'ensemble des métaux recherchés²⁰ à l'exception du mercure ont été retrouvés dans les matrices (cire, miel et abeilles).

Les points particuliers suivants ont été mis en évidence au niveau des conclusions de l'observatoire en ce qui concerne les métaux :

- Chaque année, **un pic de manganèse autour du mois de juin** est observé dans les matrices et notamment sur le rucher de Salaise-sur-Sanne et celui de St-Siméon de Bressieux.
- **L'oxychlorure de cuivre** (fongicide) fortement présent dans les matrices du rucher de Salaise sur Sanne en 2011, ne se traduit pourtant pas par des mesures élevées de cuivre.
- Les **teneurs en cadmium ont augmenté en 2010 et 2011** par rapport aux années précédentes sur les ruchers (sauf Seyssins) et en particulier à Salaise.

¹⁹ Article INRA, mars 2012 : <http://cdurable.info/Les-abeilles-sont-desorientees-par-une-faible-dose-d-insecticide-selon-l-INRA.html>

²⁰ Huit métaux : (plomb, cadmium, chrome, nickel, manganèse, cuivre, zinc et mercure)

- ### 7.3.2 Panorama des métaux lourds retrouvés dans l'air sur le secteur Isère Rhodanienne et comparaison avec les matrices

Une première analyse vise à comparer les concentrations moyennes de métaux lourds mesurées dans les retombées sur le site de fond de l'Isère rhodanienne arboriculture avec le site de référence urbain de Lyon centre sur une période de 8 mois. Une deuxième analyse vise à comparer les profils de métaux mesurés sur le secteur Isère Rhodanienne entre le site situé en fond et celui à proximité des vergers et de l'ancien rucher, sur la même période. L'objectif étant d'identifier les composés majoritaires et de voir si les mêmes proportions de métaux lourds sont observées sur ces sites.

Isère Rhodanienne (fond arboriculture fevr-octo.)

Métal	Pourcentage
Manganèse	48%
Zinc	21%
Baryum	11%
Cuivre	11%

Lyon centre (réf urbain janv-nov)

Métal	Pourcentage
Zinc	42%
Baryum	22%
Cuivre	13%
Manganèse	14%

Isère Rhodanienne (fond arboriculture mai-août)

Métal	Pourcentage
Manganèse	67%
Zinc	12%
Baryum	8%
Cuivre	5%

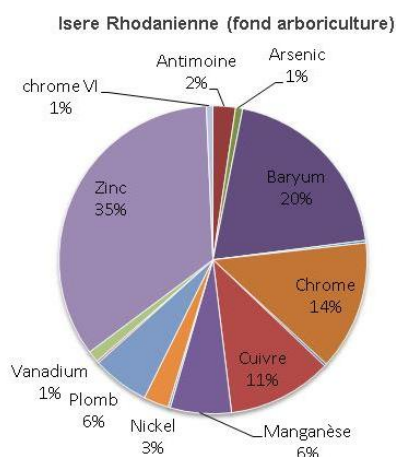
Isère Rhodanienne (prox arboriculture mai-août)

Métal	Pourcentage
Zinc	37%
Baryum	11%
Cuivre	13%
Manganèse	22%

Légende :

- Antimoine
- Arsenic
- Baryum
- Cadmium
- Chrome
- Cobalt
- Cuivre
- Manganèse
- Mercur
- Nickel
- Plomb
- Thallium
- Vanadium
- Zinc

→ **La proportion de manganèse observée sur le site d'étude Isère rhodanienne (fond arboriculture) est importante** par rapport à celle mesurée pratiquement sur la même période sur le site de référence urbain de Lyon-centre (50% contre 15%). Cette part de manganèse augmente jusqu'à près de 70% sur la période de mai à août 2014, alors que **celle observée sur le site situé à proximité de l'ancien rucher observatoire sur la même période est d'environ 20%**. Le profil des concentrations moyennes de métaux lourds sur ce dernier se rapproche plus de celui du site de référence urbain de Lyon-centre où le zinc est l'élément majoritaire.



**FIGURE 42 PROFIL DES CONCENTRATIONS DE ML EN AIR AMBIANT SUR LE SITE DE FOND ISERE RHODANNIENNE
(8 PRELEVEMENTS 1 SEMAINE/MOIS FEVRIER A NOVEMBRE)**

Matrices Salaise sur sanne (2011)

Élément	Pourcentage
Manganèse	48%
Zinc	21%
Cuivre	11%
Baryum	12%
Chrome	1%
Plomb	3%
Nickel	2%
Vanadium	2%
Mercur	0%
Antimoine	0%
Arsenic	0%
Cadmium	0%
Cobalt	0%
Thallium	0%

Analyse des concentrations moyennes de métaux lourds dans les retombées atmosphériques

Concentration en ng/m²/jour

Secteur Isère rhodanienne

Salaise sur Sanne nord (industrie) janv - mars / juil-sept

Isère Rhodanienne fond arbo fev à oct.

Isère Rhodanienne prox arbo mai à août

Réf urbaine Lyon janv à nov.

Réf urbaine Grenoble janv à nov.

Legend:

- Zinc (Zn)
- Vanadium (V)
- Thallium (Ti)
- Plomb (Pb)
- Nickel (Ni)
- Mercure (Hg)
- Manganèse (Mn)
- Cuivre (Cu)
- Cobalt (Co)
- Chrome (Cr)
- Cadmium (Cd)
- Baryum (Ba)
- Arsenic (As)
- Antimoine (Sb)

→ **La somme des concentrations moyennes de métaux lourds observées dans les retombées atmosphériques sur les deux sites du secteur de l'Isère Rhodanienne est faible.** En effet, ces dernières sont pour la plupart des composés, à l'exception des concentrations de manganèse observées sur le site de fond, moins élevées que sur la station urbaine de fond de l'agglomération lyonnaise.

→ Les niveaux de manganèse observés dans les retombées atmosphériques sur le site de fond de l'Isère rhodanienne sont supérieurs à ceux mesurés en proximité industrielle à Salaise-sur-Sanne (valeur maximale 67 000 contre 40 500 ng/m²/jour), toutefois **ces niveaux restent modérés en regard des valeurs maximales observées en 2013 sur d'autres sites de proximité industrielle** de la région Rhône-Alpes (200 000 ng/m²/jour et 380 000 ng/m²/jour).

En conclusion :

→ La comparaison des résultats dans les matrices apicoles et dans les retombées atmosphériques montre une meilleure cohérence pour les métaux lourds que pour les pesticides.

→ Comme observé au niveau du rucher de Salaise-sur-Sanne, le profil des concentrations de métaux lourds mesurés dans les retombées atmosphériques sur le site de fond de l'Isère rhodanienne montre une part importante de manganèse. Toutefois sur le site de l'ancien emplacement du rucher, cette part est beaucoup moins importante, indiquant la variabilité des concentrations dans l'air sur le secteur.

Les niveaux de manganèse sur les deux sites sont plus élevés sur la période du mois de mai et juin, comme cela avait été observé sur les produits du rucher. Les conclusions de l'observatoire indiquaient que ce pic de manganèse printanier, non réellement stable sur les quatre ans, semblait être un pic composite où le manganèse endogène des végétaux très variable en fonction de l'espèce peut jouer un grand rôle. Les mesures réalisées dans les retombées ne permettent pas de proposer d'autres hypothèses.

→ L'oxychlorure de cuivre (fongicide) était fortement présent au niveau du rucher de Salaise-sur-Sanne en 2011. **Les mesures réalisées en air ambiant et dans les retombées ne mettent pas en évidence des niveaux ou une proportion de cuivre élevés.**

→ Généralement, les niveaux de métaux lourds mesurés sur les deux sites d'études, à l'exception des niveaux de manganèse observés sur le site de fond, sont faibles. Néanmoins, les niveaux mesurés sur le site de proximité industrielle situé à environ 3-4 km à l'ouest du rucher sont plus élevés et soulignent la variabilité spatiale des niveaux de métaux observés dans ce secteur. Les abeilles butinant dans un rayon en moyenne de 3 km peuvent rapporter dans la ruche des polluants retrouvés plus loin. Malgré les faibles concentrations de métaux mesurées sur le site à proximité du rucher, la variabilité des niveaux de métaux lourds observés sur le secteur et la mobilité des abeilles laissent présumer que le rucher pourrait néanmoins être exposé à ces polluants.

8. Conclusions et perspectives

Depuis 2007, sept secteurs en Rhône-Alpes ont fait l'objet d'une évaluation annuelle des concentrations de pesticides dans l'air selon une méthodologie commune afin de contribuer à améliorer les connaissances sur l'exposition des rhônalpins. Les mesures réalisées d'octobre 2013 à octobre 2014 ont permis d'évaluer deux nouveaux secteurs de la région : **Lyon Centre (urbain) et Isère rhodanienne (arboriculture)**. Des mesures complémentaires ont également été mises en œuvre afin d'évaluer pour la première fois les retombées atmosphériques pendant un an et de documenter la variabilité spatiale des concentrations au sein d'un même secteur.

→ **Les mesures réalisées sur le secteur urbain de Lyon montrent la présence de 10 substances différentes quantifiées au moins une fois dans l'air et 3 substances dans les retombées atmosphériques** traduisant l'influence ponctuelle des secteurs de cultures environnants dans des niveaux de concentration très modérés.

→ **Sur le secteur d'arboriculture de l'Isère rhodanienne, 21 substances ont été quantifiées dans l'air et 5 substances dans les retombées atmosphériques.** Les concentrations mesurées sont globalement modérées avec toutefois des valeurs plus élevées observées pour certains composés comme le chlorpyrifos-éthyl (insecticide) et le captane (fongicide).

Les insecticides représentent la moitié de la charge globale²¹ en pesticides sur ce site en lien avec la présence du chlorpyrifos-éthyl. Cette contribution majoritaire des insecticides est atypique par rapport aux autres secteurs évalués en Rhône-Alpes.

Le croisement des substances retrouvées avec les usages autorisés montrent globalement une bonne cohérence avec les cultures du secteur (arboriculture) ainsi que l'influence des grandes cultures, du secteur ou plus lointaines, sur les herbicides.

L'ajout d'un deuxième site de mesure en proximité des vergers a permis de compléter les résultats sur le secteur de la zone arboricole de l'Isère rhodanienne mais également d'améliorer les connaissances sur la variabilité spatiale des concentrations de substances actives phytosanitaires dans l'air et d'évaluer l'influence de la proximité aux cultures.

La contribution majeure du chlorpyrifos-éthyl est confirmée, notamment en proximité de vergers où **les concentrations sur une semaine sont en moyenne 8 fois supérieures à la situation de fond et jusqu'à 40 fois au maximum** ainsi qu'une influence homogène des herbicides des grandes cultures. En revanche, la diversité des substances quantifiées une seule fois sur chaque site semble souligner l'influence locale autour du point de prélèvement. Le recensement précis des traitements effectués sur les parcelles les plus proches permettrait de compléter les analyses réalisées.

→ Par ailleurs, l'analyse croisée des deux secteurs fait ressortir également des enseignements communs comme **la diminution de la présence du lindane dans l'air et l'omniprésence du chlorpyrifos-éthyl et de la pendiméthaline**. Par ailleurs, **la détection du prosulfocarbe en automne et en fin d'hiver est confirmée**, soulignant l'importance de réaliser des mesures sur l'année complète.

→ **Les mesures de retombées atmosphériques réalisées pour la première fois sur une période d'un an ont montré un nombre de substances identifiées inférieur au nombre quantifiées dans l'air. Les résultats présentent des valeurs plus élevées sur les périodes de mai à août.** Les concentrations maximales sont relevées sur le secteur urbain de Lyon centre en juillet-août. Les deux composés retrouvés sont des fongicides interdits qui pourraient être des produits de dégradation. Ces deux points mettent en évidence les phénomènes de transport et dégradation des substances.

²¹ La charge globale est calculée en sommant toutes les concentrations supérieures à la limite de quantification

Un autre volet de cette étude portait sur la comparaison des mesures réalisées sur le secteur de l'Isère rhodanienne et plus particulièrement celles mises en œuvre en proximité de l'ancien rucher observatoire de Salaise-sur-Sanne avec les données recueillies dans les matrices apicoles dans le cadre de l'Observatoire de la qualité environnementale de l'Isère de 2008 à 2011.

→ Alors que pour les pesticides, peu de substances sont retrouvées dans les matrices apicoles par rapport au nombre de substances mesurées en air ambiant, pour les métaux lourds, les mêmes composés majoritaires (cuivre, zinc et notamment le manganèse) sont observés sur le site de fond de l'Isère rhodanienne et au niveau du rucher de Salaise-sur-Sanne.

Afin de mieux documenter les relations entre qualité de l'air et abeilles concernant les pesticides, il apparaît donc important d'observer le comportement des ruchers en plus des analyses des produits dans les matrices.

→ Les mesures en air ambiant soulignent la contribution majoritaire des insecticides sur ce secteur, de manière atypique par rapport aux autres secteurs évalués en Rhône-Alpes. Cette présence des insecticides en général et du chlorpyrifos-éthyl en particulier, reconnu toxique pour les abeilles, pourrait constituer un facteur environnemental défavorable aux abeilles.

En revanche, les niveaux globaux de métaux lourds sur les deux sites d'étude sont faibles à l'exception du manganèse sur le site de fond. La variabilité des mesures de métaux observés sur ce secteur et la mobilité des abeilles laissent présumer que le rucher puisse tout de même être exposé à ces composés.

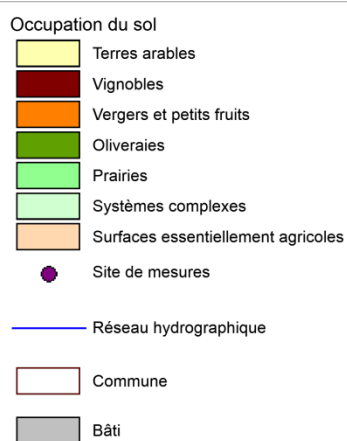
Perspectives

Depuis l'automne 2014, deux nouvelles évaluations annuelles ont débuté sur le secteur de nuculture du sud Grésivaudan et dans l'agglomération de Valence. Ces mesures marquent la fin du programme d'actions réalisé dans le cadre du Plan Régional Santé Environnement 2. Les prochains travaux seront orientés par les recommandations du groupe de travail de l'ANSES concernant la mise en place d'une surveillance nationale des pesticides dans l'air et du Plan Régional Santé Environnement 3.

OCCUPATION DU SOL DANS LE SECTEUR DE L'ISERE RHODANIENNE



OCCUPATION DU SOL DANS LE SECTEUR DE LYON



(EN NG PAR ECHANTILLON)

Difenoconazole	8	20	LC-MS/MS	Sulcotrione	8	20	LC-MS/MS
Diflufenicanil	8	20	GC/MS	Taufluvalinate	8	20	GC/MS
Dimethenamide	8	20	GC/MS	Tébuconazole	8	20	LC-MS/MS
Dimetomorphe	8	20	LC-MS/MS	Tebutam	8	20	GC/MS
Dimoxystrobine	8	20	LC-MS/MS	Terbuthylazine	8	20	GC/MS
Dinocap	1000	2500	LC-MS/MS	Tetraconazole	8	20	LC-MS/MS
Diphenylamine	40	100	LC-MS/MS	Thiaclopride	8	20	LC-MS/MS
Diuron	8	20	LC-MS/MS	Thiophanate-methyl	8	20	LC-MS/MS
Epoxiconazole	8	20	LC-MS/MS	Thirame	8	20	LC-MS/MS
Ethofumesate	8	20	LC-MS/MS	Tolyfluamide	8	20	LC-MS/MS
Ethoprophos	8	20	GC/MS	Triallate	8	20	LC-MS/MS
Etridiazole	1000	2500	LC-MS/MS	Trifloxystrobine	8	20	LC-MS/MS
Fenhexamide	8	20	LC-MS/MS	Trifluraline	8	20	GC/MS
Fenitrothion	8	20	LC-MS/MS	Vinclozoline	8	20	GC/MS
Fenoxaprop éthyl	8	20	GC/MS	Warfarine	8	20	LC-MS/MS
Fenoxicarbe	8	20	LC-MS/MS	Zirame	40	100	LC-MS/MS
Fenpropidine	8	20	LC-MS/MS				

ANNEXE 4 RENDEMENTS D'EXTRACTION

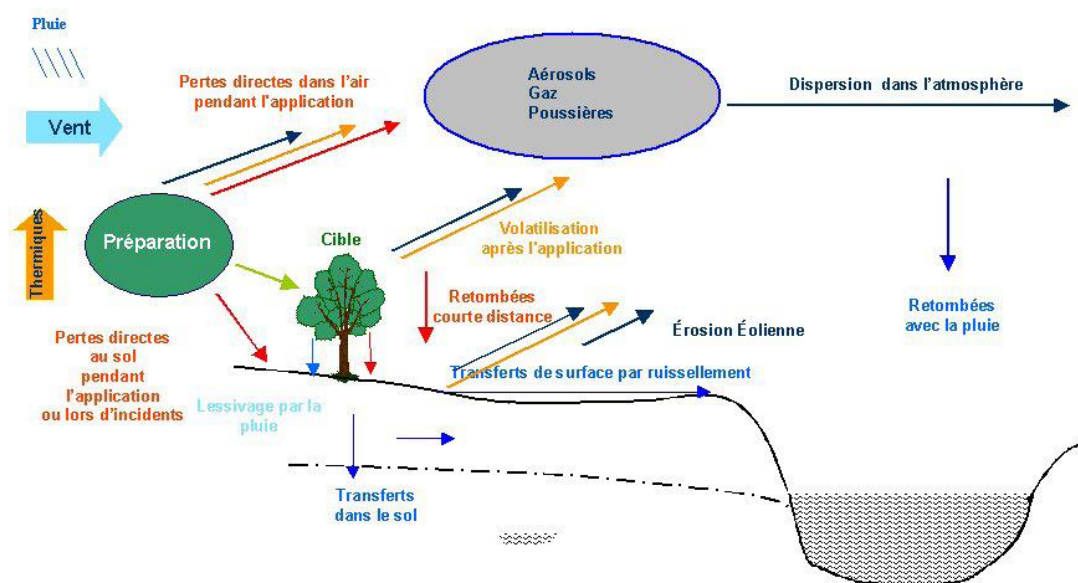
Molécules	Rdt (%)	Molécules	Rdt (%)	Molécules	Rdt (%)
2,4 MCPA	30	Diflufenicanil	80	Oxyfluorfen	90
2,4D	90	Dimethenamide	50	Parathion methyl	80
24' DDD	95	Dimetomorphe	45	Pendiméthaline	60
24' DDE	65	Dimoxystrobine	70	Phosmet	55
24' DDT	30	Dinocap	95	Pirimicarbe	40
44' DDD	85	Diphenylamine	65	Procymidone	100
44' DDE	90	Diuron	55	Profoxydim	80
44' DDT	80	Epoxiconazole	60	Propachlore	75
Acétochlore	120	Ethofumesate	70	Propiconazole	60
Aclonifen	55	Ethoprophos	50	Propyzamide	50
A-endosulfan	95	Etridiazole	90	Prosulfocarbe	70
Alachlore	75	Fenhexamide	45	Pyrimethanil	40
Aldicarbe	75	Fenitrothion	60	Quizalofop-tefuryl	80
Alpha HCH	90	Fenoxaprop éthyl	90	Simazine	65
Atrazine	70	Fenoxicarbe	65	Spiroxamine	80
Azoxystrobine	50	Fenpropidine	60	Sulcotrione	85
Bifenox	50	Fenpropimorphe	65	Taufluvalinate	85
Bifenthrine	85	Fluazinam	95	Tébuconazole	55
Boscalid	70	Fludioxonil	35	Tebutam	60
Captane	90	Flufenoxuron	60	Terbuthylazine	65
Carbaryl	75	Flurochloridone	70	Tetraconazole	55
Carbendazime	60	Fluzilazole	60	Thiaclopride	75
Carbofuran	75	Folpel	60	Thiophanate-methyl	40
Chlorothalonil	100	Forchlorfénuron	90	Thirame	70
Chlorpropham	85	Gamma HCH	85	Tolyfluamide	75
Chlorpyrifos éthyl	100	Hexaconazole	55	Triallate	70
Chlorpyriphos-méthyl	90	Imidaclopride	75	Trifloxystrobine	75
Chlortoluron	110	Ioxynil	60	Trifluraline	60
Clomazone	50	Irpodione	30	Vinclozoline	75
Cyfluthrine	95	Isoproturon	55	Warfarine	80
Cymoxanil	75	Kresoxim methyl	85	Zirame	40
Cypermethrine	100	L-cyhalothrin	105		
Cyproconazole	50	Linuron	60		
Cyprodinil	75	Metazachlor	65		
Deltamethrine	55	Metconazole	70		
Dichlobenil	100	Methiocarb	55		
Dichlorovos	55	Metolachlor	50		
Diclofop methyl	75	Myclobutanil	55		
Dicofol	100	Oryzalin	70		
Difenoconazole	65	Oxadiazon	90		

ANNEXE 5

LES TRANSFERTS DE PESTICIDES DANS L'ENVIRONNEMENT

L'INRA et le CEMAGREF ont publié en 2005 une expertise scientifique collective « Pesticides, agriculture et environnement » [INRA, 2005] dont un des chapitres décrit les facteurs majeurs dans le devenir des pesticides dans l'environnement. Les éléments suivants sont fondés sur ce document.

Lors d'une pulvérisation de pesticides sur des cultures à traiter, une partie des substances n'atteint pas la cible et peut donc se disperser dans l'environnement. Les chiffres sont variables selon les auteurs. Dans l'air, c'est jusqu'à 30 à 50% du produit qui peut être perdu sous forme de gouttelettes ou de gaz.



MÉCANISMES MIS EN JEU LORS DES EPANDAGES PAR PULVERISATION. LES FLECHES INDIQUENT LES INTERACTIONS AVEC LES DIFFÉRENTS COMPARTIMENTS²²

Les phénomènes de transfert peuvent être séparés en deux phases : la phase pendant l'application du produit et la phase après l'application du produit.

Pendant l'épandage, des pertes peuvent avoir lieu vers l'atmosphère sous forme de gouttelettes (phénomène de dérive) ou de gaz (phénomène d'évaporation). Le phénomène de dérive a fait l'objet d'un grand nombre d'études, en revanche la génération d'une phase gazeuse reste encore méconnue. La dérive est influencée par différents paramètres comme la vitesse du vent, la hauteur d'épandage, la taille des gouttelettes. L'évaporation, elle, est fonction principalement de la température et de l'humidité relative.

Après l'application, des pertes peuvent encore avoir lieu par volatilisation depuis le sol ou le végétal, ou bien par érosion éolienne. La volatilisation dépend des caractéristiques physico-chimiques de la substance et des conditions climatiques notamment (température, ...). Les composés émis sont alors dispersés dans l'atmosphère, parfois sur de très longues distances.

Des adjuvants entrent dans la composition des produits afin d'améliorer leur applicabilité et leurs performances. Ces composés peuvent avoir une influence importante sur les propriétés physiques de la préparation. Ces adjuvants ont des effets par exemple sur la taille des gouttelettes. Peu de connaissances existent sur l'effet des formulations et adjuvants sur la volatilisation.

N.B. : Les mécanismes n'influant pas directement sur le milieu aérien ne sont pas présentés.

²² Extrait de « INRA, Cemagref (2005) Expertise scientifique collective Pesticides, agriculture et environnement »

Déclin des populations d'abeilles : l'impact des pesticides

En général, les chercheurs s'entendent pour dire que plusieurs facteurs contribuent au déclin des populations d'abeilles (CRSAD, 2013)²³ :

- L'agriculture intensive axée sur la monoculture pratiquée à grande échelle entraîne un appauvrissement de la biodiversité florale essentielle à la santé de l'abeille.;
- Plusieurs maladies et parasites affectent les abeilles (Nosema cerana, Varroa destructor..).
- Les pesticides, principalement les insecticides, peuvent être toxiques pour les abeilles. Ces dernières étant elles-mêmes des insectes, elles sont inévitablement sensibles aux insecticides appliqués pour éliminer les insectes ravageurs des cultures. L'agriculture intensive a entraîné une augmentation des superficies agricoles traitées par les insecticides et donc du risque d'exposition des pollinisateurs aux insecticides.

Cette annexe s'attachera uniquement à présenter l'impact des produits phytosanitaires sur les abeilles.

Impact des produits phytosanitaires sur les abeilles

Les voies d'intoxication et les effets sur les abeilles

L'intoxication des abeilles par les produits phytosanitaires peut se produire à deux moments (pendant et après le traitement phytosanitaire), par deux voies d'intoxication différentes :

- En période de butinage par **contact** avec les résidus de produits présents sur les végétaux ou quand l'abeille reçoit des traînées de vapeur au moment de la pulvérisation (Naturama ; Grand Lyon, 2012).
- Elle peut aussi s'auto-contaminer par **ingestion** quand elle prélève du nectar, du pollen ou de l'eau contaminée après une pulvérisation ou si le produit utilisé est un produit persistant ou systémique²⁴. Elle peut également contaminer la colonie d'abeilles lorsque ces produits sont transportés à la ruche (Tasei, 1996).

Deux types d'intoxication peuvent affecter les abeilles :

- **L'intoxication aiguë**, c'est à dire l'exposition ponctuelle à une forte dose de produits phytosanitaires. L'abeille meurt rapidement à la suite de l'ingestion du produit ou du contact direct avec ce dernier (CRSAD, 2013).
- **L'intoxication chronique**, c'est à dire l'exposition prolongée à de faibles doses de pesticides. Ces doses ne causent pas la mort à brève échéance mais peuvent entraîner divers symptômes affectant la viabilité de l'abeille (désorientation, baisse d'efficacité de butinage....) et le fonctionnement de toute la colonie (baisse de fécondité de la reine, atrophie des larves). L'intoxication chronique sera surtout associée à l'utilisation de pesticides systémiques comme les néonicotinoïdes, sous forme d'enrobage de semences (CRSAD, 2013).

²³ CRSAD : Centre de recherche en sciences animales de Deschambault (organisme canadien).

²⁴ Produit véhiculé par la sève de la plante qui protège le végétal existant, mais également les futures pousses.

L'indice de dose létale problématique pour l'abeille est appelé la DL 50 oral ou contact. Il mesure la quantité, en microgrammes (µg/abeille), pour tuer 50% d'une population d'abeilles. Plus le chiffre est petit, plus la toxicité est aiguë (RAP 2009). L'Agence Américaine de l'Environnement (EPA) classe la toxicité aiguë sur l'abeille à trois niveaux.

- < 2 µg/abeille : hautement toxique
- 2-11 µg/abeille : moyennement toxique
- >11 µg/abeille : presque non toxique

Les familles de produits phytosanitaires impactant les abeilles

Parmi les produits phytosanitaires, les insecticides sont ceux qui représentent le plus de risques pour les abeilles (Brittain, 2010).

■ **Les insecticides** sont utilisés dans de nombreux traitements, allant du traitement de semences à la pulvérisation des cultures. Ils sont dirigés vers les prédateurs des cultures, mais les abeilles et autres insectes peuvent être également atteints (Belzunces, 2012). La plupart des insecticides sont composés de substances actives dites neurotoxiques qui agissent sur le système nerveux central des insectes. Ils peuvent alors entraîner des effets létaux (mortalité) ou sublétaux (troubles du comportement). On distingue des produits agissant par **contact**, des produits « **systémiques** », qui sont véhiculés par la sève de la plante (Naturama, Grand Lyon, 2012)

Dans la famille des insecticides, les familles les plus importantes sont les suivantes :

- Les néonicotinoïdes (par exemple imidaclopride)
 - Les carbamates (par exemple carbaxyl)
 - Les organophosphorés (par exemple malathion)
 - Les organochlorés (par exemple endosulfan)
 - Les pyréthrinoides de synthèse (par exemple deltaméthrine)
- **Les néonicotinoïdes** sont une famille d'insecticide neurotoxique et systémique. Les néonicotinoïdes sont parmi les insecticides les plus utilisés à travers le monde (25 % de parts du marché des insecticides) (Wikipédia, les néonicotinoïdes). Plusieurs études scientifiques ont souligné l'impact négatif de cette famille sur les abeilles et bourdons et de nombreux apiculteurs mettent en cause ces molécules pour expliquer le syndrome d'effondrement des colonies d'abeille (Wikipédia, les néonicotinoïdes). Trois molécules sont plus particulièrement concernées : **la clothianidine, l'imidaclopride et le thiaméthoxam** commercialisées dans des produits tels que Poncho, Gaucho, Cruiser, Cheyenne. Ces substances sont utilisées majoritairement dans l'enrobage des semences. Sous le seuil de toxicité aiguë, notamment en cas d'exposition chronique, et en particulier pour l'abeille domestique, ces molécules sont soupçonnées de provoquer des modifications comportementales dangereuses pour la survie de l'animal (phénomène de désorientation, perte de capacité de mémorisation ou apprentissage...) (CRSAD, 2013).
- La commission européenne a suspendu depuis le 1^{er} décembre 2013** l'utilisation de **ces trois insecticides** (clothianidine, thiamethoxam, imidaclopride) en enrobage de semences pour une période de deux ans et pour quatre types de culture : maïs, colza, tournesol, coton. Elle a aussi banni provisoirement l'emploi de ces molécules en traitement de sol (granulés) et en pulvérisation dans une cinquantaine d'autres cultures. Elles restent autorisées dans d'autres cultures qui ne sont pas ou moins au contact des abeilles (les céréales d'hiver : blé orge, les légumes, les cultures sous serres ou vergers après la floraison).
- **Les carbamates** constituent également une famille d'insecticides neurotoxiques et ont un impact sur le système nerveux des insectes (inhalation, voie systémique, contact) (Naturama,

Grand Lyon, 2012). Certains carbamates comme l'aldicarbe et le carbofuran (substances interdites) ont des effets très toxiques sur les abeilles. La toxicité des carbamates pour l'abeille est très élevée ($DL_{50} > 2\mu\text{g}/\text{abeille}$) (Naturama, Isara, 2011).

→ **Les organophosphorés** sont un type d'insecticide dit de contact ou systémique. Leur mode d'action est similaire aux carbamates bien qu'ils soient plus toxiques (Bourg, 2006). Ils sont de plus en plus retirés du marché car les acariens développent une résistance à cette famille (Naturama, Isara, 2011).

→ La plupart des **organochlorés** sont maintenant interdits en France et en Europe de part leur dangerosité. Ce sont des insecticides de contact, parmi lesquels on retrouve l'endosulfan et le DDT, interdit en France depuis 1972 (Naturama, Grand Lyon, 2012).

→ **Les pyréthréinoïdes** de synthèse agissent sur le système nerveux des insectes à dose très faible et sont assimilés par contact et ingestion. Par exemple, le produit Deci (dont la substance active est la deltaméthrine) a une DL 50 de 0,01µg/abeille par contact et 0,28 µg/abeille par ingestion (Naturama, Isara, 2011).

- **Les fongicides** appartenant à des familles chimiques particulières (triazoles, imidazoles) peuvent également engendrer des troubles inattendus sur les abeilles s'ils sont associés à des insecticides. **L'arrêté du 7 avril 2010** exige durant la floraison ou au cours des périodes de production d'exsudats²⁵ de respecter un délai de vingt-quatre heures entre l'application d'un produit contenant une substance active appartenant à la famille chimique des pyréthréinoïdes et l'application d'un produit contenant une substance active appartenant aux familles chimiques des triazoles ou des imidazoles (DRAAF-SRAL Rhône-Alpes, 2011).

Les apiculteurs constatent depuis plusieurs années une surmortalité du cheptel d'abeilles à la sortie de l'hiver (20% au lieu de 5 à 10%). Les constats d'intoxication ont révélé dans de nombreux cas des résidus de néonicotinoïdes et de fongicides (ADARA, 2013).

A noter que le captane qui est un fongicide inoffensif pour les ouvrières est dangereux pour les larves en raison de leur sensibilité 70 fois plus élevée (Tasei, INRA, 1996).

- **Les herbicides** participent à la raréfaction des ressources alimentaires et dans quelques cas peuvent avoir une action insecticide (Tasei, INRA , 1996).

²⁵ Substance rejetée par la plante : gomme, huile, sève, eau