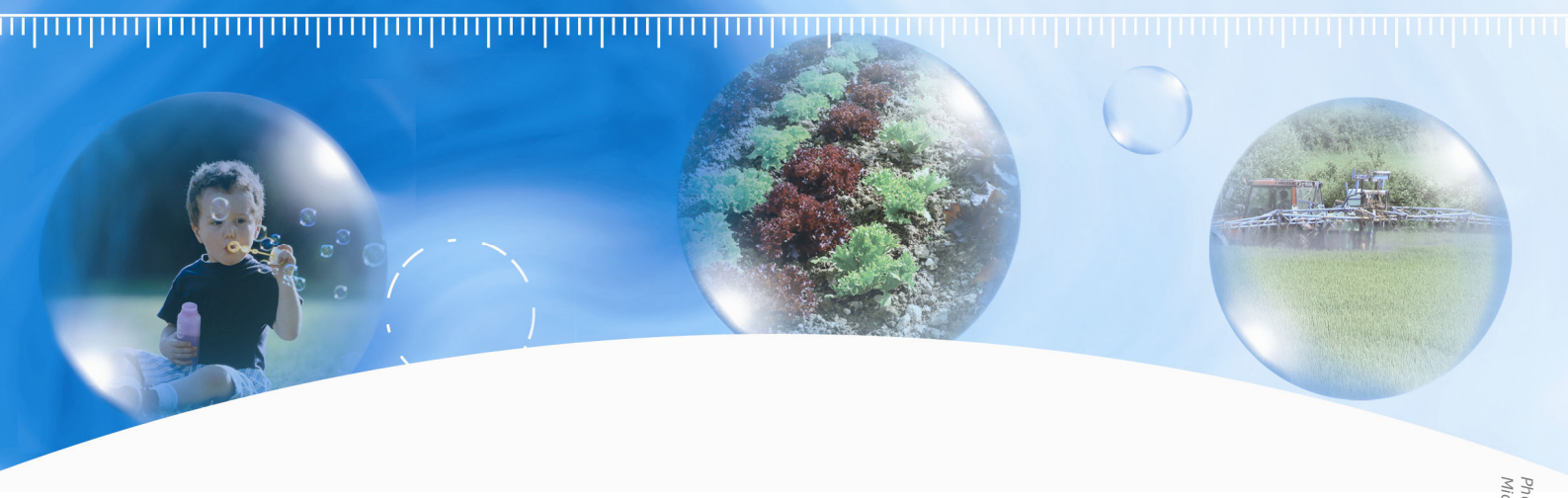


Photos bandeau : Mari©fotolia.com
Michel bazin©fotolia.com

Suivi des pesticides dans l'air ambiant

Mesures réalisées en 2007 dans la Loire et la Drôme

Décembre 2008

AMPASEL
Association de Mesure de la Pollution Atmosphérique de Saint-Etienne et du département de la Loire

Qualité de l'air Atmo DRÔME-ARDÈCHE

www.atmo-rhonealpes.org

AMPASEL et ATMO-DROME ARDECHE font partie du dispositif français de surveillance et d'information de la qualité de l'air. Leur mission s'exerce dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996 et de ses décrets d'application notamment le décret 98-361 du 6 mai 1998 relatif à l'agrément des organismes de surveillance de la qualité de l'air.

A ce titre et compte tenu du statut d'organisme non lucratif, AMPASEL et ATMO DROME-ARDECHE sont garants de la transparence de l'information sur le résultat de leurs travaux.

Conditions de diffusion :

- Les données recueillies tombent dès leur élaboration dans le domaine public. Le rapport d'étude est mis à disposition sur www.atmo-rhonealpes.org, un mois après livraison.
- Les données contenues dans ce document restent la propriété de l'association. Données non rediffusées en cas de modification ultérieure des données.
- Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit faire référence à l'association en termes de «AMPASEL, ATMO DROME-ARDECHE *(2008) Suivi des pesticides dans l'air ambiant - Mesures réalisées en 2007 dans la Loire et la Drôme* » et mentionner l'origine du financement.
- AMPASEL et ATMO DROME-ARDECHE ne sont en aucune façon responsables des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant de leurs travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

Cette étude a été financée par la région Rhône-Alpes et la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales de la Drôme.

ATMO Drôme-Ardèche et AMPASEL tiennent à remercier les personnes ayant accepté la mise en place du matériel sur leur propriété ainsi que le Service Régional de Protection des Végétaux de Rhône-Alpes et les chambres d'agriculture de la Loire et de la Drôme pour leur aide au bon déroulement de l'étude.

Pour tout renseignement, contacter le service communication : information@atmo-rhonealpes.org

Table des matières

Introduction **5**

1. Mieux comprendre les pesticides **9**

1.1 Les pesticides : qui sont-ils ? *9*

1.2 Quels effets sur la santé et l'environnement ? *9*

1.3 Quelle réglementation ? *10*

1.4 Quels usages de pesticides en Rhône-Alpes ? *14*

1.5 Les transferts de pesticides dans l'environnement *16*

2. Méthodologie de l'étude **18**

2.1 Les sites de mesure *18*

2.2 Les substances recherchées *20*

2.3 Les périodes de mesure *21*

2.4 Les méthodes de prélèvement et d'analyse des substances *21*

3. Résultats de l'étude **24**

3.1 Bilan des campagnes de mesures *24*

3.2 Etat des lieux *25*

3.3 Les pratiques du site influencent-elles les pesticides retrouvés dans l'air ? *31*

3.4 Comment se situent les résultats par rapport à d'autres études ? *37*

Conclusions et perspectives **39**

BIBLIOGRAPHIE **35**

ANNEXES **36**

Liste des figures

Figure 1 Evolution des tonnages de substances actives vendues de 1999 à 2006 (Source : UIPP) 14
Figure 2 Orientation technico-économique des communes 15
Figure 3. Mécanismes mis en jeux lors des épandages par pulvérisation. Les flèches indiquent les interactions avec les différents compartiments 16
Figure 4 Localisation des sites de mesure dans les départements de la Loire (à gauche) et de la Drôme (à droite) 18
Figure 5 Utilisation de la surface agricole sur le canton de Saint-Just Saint-Rambert 19
Figure 6 Utilisation de la surface agricole sur le canton de Tain L'Hermitage 19
Figure 7 Appareil de mesure sur le site en secteur d'arboriculture/viticulture 20
Figure 8 Répartition des substances recherchées par famille 21
Figure 9 Calendrier prévisionnel des prélèvements 21
Figure 10 Répartition des limites de détection (en ng) 23
Figure 11 Evolution de l'humidité relative et des précipitations en plaine du Forez 25
Figure 12. Evolution de l'humidité relative et des précipitations en Vallée du Rhône 25
Figure 13 Nombre de substances quantifiées au moins une fois sur le total des prélèvements 26
Figure 14 Fréquence de quantification des substances les plus retrouvées sur chaque site 26
Figure 15 Répartition des concentrations supérieures à la limite de quantification 27
Figure 16 Contribution relative des substances à la charge totale en pesticides 28
Figure 17 Comparaison des contributions de chaque famille à la charge globale en pesticides 28
Figure 18 Evolution du nombre total de substances quantifiées sur chaque site 29
Figure 19 Evolution des cumuls de concentrations dans l'année 30
Figure 20 Détection et quantification des substances interdites 30
Figure 21 Comparaison des fréquences de détection et de quantification des substances utilisées sur les cultures dominantes du secteur avec celles des autres substances 32
Figure 22 Comparaison des concentrations maximales et moyennes des substances utilisées sur les cultures dominantes du secteur avec celles des autres substances 33
Figure 23 Concentrations de pyriméthanil sur les deux sites 35
Figure 24 Concentrations d'alachlore et d'acétochlore sur les deux sites 35
Figure 25 Concentrations de trifluraline et de pendiméthaline 36

Liste des tableaux

Tableau 1 Liste des substances recherchées 20
Tableau 2 Liste des substances présentant au moins une valeur de concentration supérieure à 0,5 ng.m^{-3} 34

Résumé

Même si des substances sont utilisées comme pesticides depuis l'Antiquité, c'est surtout avec le développement de la chimie organique au milieu du 20ème siècle que leur usage s'est largement développé. Après une constante augmentation, les tonnages totaux de substances actives vendues en France tendent à diminuer depuis les années 2000. La France est un pays particulièrement consommateur de pesticides puisqu'elle se place au premier rang européen en tonnage.

Si les eaux souterraines et les eaux superficielles font l'objet de suivi régulier depuis plusieurs années, le compartiment atmosphérique est resté longtemps peu étudié, notamment en raison de l'absence de réglementation. Au niveau de la région Rhône-Alpes, les premiers travaux sur le sujet sont ceux initiés en 2005 par AMPASEL et ATMO Drôme-Ardèche, associations de surveillance de la qualité de l'air agréées par le Ministère en charge de l'Ecologie sur les départements de la Loire, de la Drôme et de l'Ardèche. L'objectif de ces travaux était d'évaluer la présence ou l'absence de phytosanitaires sur deux typologies de sites localisés à proximité de zones d'épandages : un site en secteur de maraîchage dans la Loire et un site en secteur d'arboriculture (abricots/pêches) et de viticulture dans la Drôme. Dans la Loire, le secteur de maraîchage se trouve dans une zone également occupée par les grandes cultures.

Un travail de sélection des substances à analyser a été réalisé notamment en fonction de critères d'utilisation, de toxicité, de volatilité, pour aboutir à une liste finale de 76 molécules, dont 39% d'insecticides, 32% de fongicides et 29% d'herbicides. Chaque site de mesure a fait l'objet de plus de vingt prélèvements répartis dans l'année 2007 en privilégiant les périodes habituelles de traitement des cultures par les produits phytosanitaires. Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'un préleveur haut débit (30 $m^3.h^{-1}$) sur filtre et mousse pendant 48 heures. Les 76 molécules ont ensuite été quantifiées en laboratoire dans chacun des prélèvements.

Respectivement 45 et 46 molécules ont été quantifiées au moins une fois sur les sites en secteur de maraîchage/grandes cultures et en secteur d'arboriculture/viticulture mais la majorité (80% des molécules détectées) à des teneurs faibles, inférieures à 0,5 $ng.m^{-3}$. Toutefois, même si globalement le nombre de substances quantifiées est environ égal sur les deux sites, en termes de fréquence de quantification, des différences se dessinent et des molécules spécifiques de chaque site se démarquent.

Sur le site en secteur d'arboriculture/viticulture, une substance, le folpel (fongicide de la vigne), ressort largement avec une contribution de 80% à la charge globale en pesticides. Dans une moindre mesure, le fénitrothion (insecticide arboriculture) est également bien présent. Sur le site en secteur de maraîchage/grandes cultures, les molécules sont plus diversifiées, le chlorothalonil (fongicide), la trifluraline (herbicide) et le propachlore (herbicide) présentent les niveaux les plus élevés. De la même manière que sur les autres mesures équivalentes réalisées en France, quelques substances interdites, auparavant largement utilisées, sont encore détectées, voire quantifiées. Leur présence est probablement due la grande rémanence de ces molécules qui continuent à se re-volatiliser depuis le sol durant plusieurs années : les concentrations de ces substances restent faibles.

L'analyse de l'évolution saisonnière du nombre de quantifications montre bien une augmentation dans la période avril-octobre, qui est également la période où les traitements sont les plus fréquents. La plupart des substances ne sont donc pas persistantes dans l'air. De même, sur chaque site, l'influence des cultures de proximité est nette, notamment en termes de concentrations maximales, avec les niveaux les plus élevés observés pour des substances utilisées sur les cultures étudiées. Toutefois, la marque de certaines cultures plus éloignées est sensible avec notamment la présence des herbicides utilisés en grandes cultures au début du printemps.

Même s'il est difficile de comparer strictement les résultats de l'étude à ceux obtenus dans d'autres régions françaises, compte tenu des différences potentielles de distances aux cultures, de durée de prélèvement, etc., il apparait des tendances semblables. Par exemple, la trifluraline, le lindane et la pendiméthaline sont des substances fréquemment détectées en France.

Introduction

Même si des substances sont utilisées comme pesticides depuis l'Antiquité, c'est surtout avec le développement de la chimie organique au milieu du 20ème siècle que leur usage s'est largement développé. La France est un pays particulièrement consommateur de pesticides puisqu'elle se place au premier rang européen en tonnage. Après une constante augmentation, les tonnages totaux de substances actives vendues en France tendent à diminuer depuis les années 2000.

Les années 2000 correspondent également à une prise de conscience accrue des risques pour les écosystèmes et pour la santé humaine liés à l'utilisation de pesticides.
Le Comité de la Prévention et de la Précaution publie en 2002 un rapport sur les risques sanitaires liés à l'utilisation des produits phytosanitaires et souligne que le problème sanitaire posé par l'utilisation des pesticides justifie l'application du principe de précaution. Dès lors, la création d'un observatoire des résidus de pesticides est préconisée, le Plan National Santé-Environnement 2004-2008 réserve une part importante à la problématique pesticides. L'INRA[1] et le Cemagref[2] sont également sollicités pour réaliser une expertise scientifique afin de faire le bilan des connaissances sur les usages, les moyens de réduction de l'emploi des pesticides et de limitation de leurs impacts environnementaux. Un plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides est établi pour la période 2006-2009.

Afin de mieux documenter les risques pour la santé humaine, la connaissance des expositions est indispensable. Elle passe notamment par la connaissance de la contamination des différents milieux. Si les eaux souterraines et les eaux superficielles font l'objet de suivi régulier depuis plusieurs années, le compartiment atmosphérique est resté longtemps peu étudié, notamment en raison de l'absence de réglementation. Les premières mesures réalisées par les associations de surveillance de la qualité de l'air sur le territoire national ont ainsi eu lieu en 2000 dans le but d'établir des premiers états des lieux des pesticides dans l'atmosphère.

Au niveau de la région Rhône-Alpes, les premiers travaux sur le sujet sont ceux présentés dans ce rapport et initiés en 2005 par AMPASEL et ATMO Drôme-Ardèche, associations de surveillance de la qualité de l'air sur les départements de la Loire, de la Drôme et de l'Ardèche.

L'objectif de l'étude est d'évaluer la présence ou l'absence de phytosanitaires sur deux typologies de sites localisés à proximité de zones d'épandages : un site en secteur de maraîchage, grande culture dans la Loire et un site en secteur d'arboriculture (abricots/pêches) et de viticulture dans la Drôme.

Le présent document expose les résultats obtenus. Il s'organise autour de trois parties distinctes : une première partie pour mieux comprendre les pesticides, une présentation de la méthodologie employée dans l'étude et enfin les résultats de l'étude.

[1] Institut National de Recherche Agronomique
[2] Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts

1. MIEUX COMPRENDRE LES PESTICIDES

1.1 Les pesticides : qui sont-ils ?

Le terme « pesticides » désigne les produits utilisés pour la prévention, le contrôle ou l'élimination d'organismes vivants jugés indésirables.

Les pesticides sont très nombreux et comportent trois familles principales, selon leur cible :

- → les insecticides,
- → les herbicides,
- → les fongicides (pour lutter contre les champignons et les moisissures comme le mildiou).

D'autres familles plus spécifiques existent également parmi lesquelles les rodonticides (rongeurs), les molluscicides (limaces), les nématicides (vers),…

Sous le nom de pesticides, sont regroupés **les produits phytosanitaires ou phytopharmaceutiques**, utilisés pour la protection des végétaux, et donc majoritairement en agriculture, et **les biocides**, utilisés généralement dans d'autres domaines, par exemple les désinfectants, les produits de protection des matériaux, du bois, etc. Les réglementations sont différentes pour ces deux catégories (cf § 1.3).
Une même substance active peut avoir plusieurs usages et donc être considérée soit comme un biocide, soit comme un phytosanitaire.

Le domaine de l'agriculture reste de loin le plus grand consommateur de produits phytosanitaires avec 90% des utilisations en tonnage. Les **substances actives** utilisées en agriculture sont au nombre de 800 environ (dont environ 400 utilisées en France) et entrent dans la composition de plus de 6 000 **produits** (préparations commerciales). Les produits peuvent contenir une ou plusieurs substances actives et des adjuvants qui sont aussi des produits chimiques[3].

1.2 Quels effets sur la santé et l'environnement ?

>> Les effets sur les écosystèmes

Présents dans tous les environnements, les pesticides ont incontestablement des effets sur les écosystèmes. La problématique de ces effets est très vaste et complexe, compte tenu notamment des espèces couvertes (vertébrés, invertébrés, flore,…) et ne peut être abordée en détail dans ce document. Concernant les effets observés *in situ,* l'expertise collective « Pesticides, agriculture et environnement » publiée par l'INRA en 2005 regroupe les résultats de nombre d'études.

Dans les dossiers d'évaluation des substances actives au niveau européen (cf. § 1.3.), ces effets doivent être documentés avec une estimation des effets toxiques potentiels sur des espèces représentatives (aquatiques, terrestres) à partir d'essais en laboratoire, voire *in situ*.
Ces données d'écotoxicité sont regroupées dans la base AGRITOX : www.agritox.fr.

[3] Source : FAQ Epandage aérien de pesticides www.afsset.fr

>> Les effets sur la santé humaine

Les pesticides peuvent pénétrer dans l'organisme par voie cutanée, par inhalation ou ingestion et avoir des effets aigus et/ou chroniques sur la santé humaine.

Les effets aigus sont ceux qui interviennent rapidement après l'exposition, ils sont souvent dus à des doses importantes. Les connaissances sur ces effets sont issues du réseau de toxivigilance agricole, mis en place par la Mutualité Sociale Agricole en 1991, mais également des centres anti-poison (concernant les ingestions accidentelles par les enfants par exemple). Les effets immédiats sont variés, il peut s'agir de troubles cutanés, hépato-digestifs, ophtalmologiques, neuromusculaires, respiratoires et ORL.

La toxicité aiguë est évaluée à l'aide de la DL 50 (Dose Létale 50[4]), estimée à partir de tests sur animaux. Ces données sont disponibles sur AGRITOX.

Les effets chroniques sont beaucoup plus difficiles à déterminer et font l'objet de nombreuses controverses. Plusieurs raisons expliquent cela, notamment le grand nombre de substances actives différentes, l'action méconnue des « mélanges » ou encore la difficulté à reconstituer les expositions.

Les connaissances portent principalement sur l'étude de populations exposées professionnellement aux pesticides. De manière générale, les effets suivants ont été étudiés :

- → Cancers
- → Troubles neurologiques
- → Troubles de la reproduction et du développement
- → Perturbations endocriniennes

Le site internet de l'Observatoire des Résidus de Pesticides[5] synthétise les connaissances sur ces différents effets, qui pour la plupart ne font pas consensus.

Dans le cadre des dossiers d'évaluation des substances, la toxicité chronique est évaluée également par des tests en laboratoire, qui permettent de définir une Dose Journalière Admissible[6]. Ces données sont également disponibles dans AGRITOX. Certaines substances disposent de données toxicologiques plus complètes (www.furetox.fr).

1.3 Quelle réglementation ?

>> Des directives européennes pour la mise sur le marché des pesticides

La mise sur le marché des pesticides est principalement réglementée par deux directives européennes : la directive 91/414/CE et la directive 98/8/EC concernant respectivement les produits phytopharmaceutiques et les biocides.

- **Directive 91/414/CE concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques**

Ce texte communautaire a permis d'harmoniser les conditions d'obtention d'une autorisation dans les différents Etats membres de l'Union Européenne. La directive a été

[4] Correspondant à la quantité de matière active qui, administrée en une seule fois, par ingestion, inhalation ou voie cutanée, entraîne la mort de 50% des animaux traités
[5] www.observatoire-pesticides.gouv.fr
[6] Quantité de produit qu'un être humain peut ingérer quotidiennement pendant sa vie entière sans danger pour sa santé

transposée en droit français par le décret 94-359 du 5 mai 1994 et modifiée de nombreuses fois, notamment par la directive 2001/36/CE.

Au niveau national, chaque préparation doit bénéficier d'une **Autorisation de Mise sur le Marché** (AMM) afin de pouvoir être commercialisée. Cette autorisation est délivrée par le Ministère de l'Agriculture.
Elle est fondée sur :

>> l'évaluation de la ou des **substances actives** entrant dans la composition du produit. Cette évaluation est réalisée au niveau communautaire par l'Autorité Européenne de Sécurité Alimentaire (AESA). L'évaluation porte sur cinq grandes thématiques : les propriétés physiques et chimiques de la substance, la toxicité pour l'homme, les résidus dans les végétaux, le comportement et le devenir de la substance dans l'environnement et la toxicité pour la faune et la flore.

Les substances autorisées sont inscrites à l'annexe I de la directive 91/414/CE. Seules les substances inscrites dans cette annexe peuvent rentrer dans les compositions des préparations commerciales. Les substances autorisées avant le 25 juillet 1993 (entrée en vigueur de la directive) doivent faire l'objet d'une réévaluation.

>> l'évaluation de la **préparation**, réalisée au niveau national. Cette évaluation porte sur le danger et les risques associés à la préparation mais également sur l'efficacité et la sélectivité de cette dernière. Depuis septembre 2006, l'évaluation des dossiers d'AMM est effectuée par l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA), qui transmet un avis au Ministère de l'Agriculture qui, au final, accordera ou non l'AMM. A noter que les préparations sont autorisées pour des usages définis.

La réglementation sur la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses impose que soit mentionné sur l'étiquette des produits commercialisés des informations sur les conditions d'emploi (doses, usages,…), la toxicité et l'écotoxicité (phrases de risque,..). Depuis l'arrêté du 23 décembre 1999, les produits utilisés pour le jardinage sont vendus séparément des produits à usages professionnels et étiquetés "emploi autorisé dans les jardins".

Liens utiles pour en savoir plus sur la réglementation :

Le site de l'observatoire des résidus de pesticides : www.observatoire-pesticides.gouv.fr

Le site de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments : www.afssa.fr

La base de données en ligne E-phy donne accès au catalogue des produits phytosanitaires autorisés : http://e-phy.agriculture.gouv.fr/

- **Directive 98/8/EC relative à la mise sur le marché des produits biocides**

De même que la directive sur les produits phytosanitaires, le texte sur les produits biocides a pour objectif d'harmoniser la réglementation des Etats membres sur ces produits. Cette directive est encore assez récente ; elle a été transposée en droit français, en partie en 2001, puis par le décret 2004-187 du 26 février 2004 relatif à la mise sur le marché des produits biocides.

Au niveau national, le ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (nouvellement MEEDDAT) est l'autorité compétente et chargé de la mise en œuvre de la réglementation. L'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET) a la mission de coordonner l'évaluation des dangers, des risques et de l'efficacité des substances actives et des produits biocides dont les dossiers ont été soumis en France.

Sur le même principe que les produits phytopharmaceutiques, l'évaluation des substances actives se fait au niveau communautaire. Ainsi, les substances autorisées pourront être inscrites en annexes de la Directive. L'évaluation des produits se fera ensuite au niveau national.
Vingt-trois types de produits biocides sont définis dans l'annexe V de la Directive. Ces produits se répartissent en 4 grandes catégories :

- → Les désinfectants, par exemple les produits pour désinfecter l'air, les équipements, …
- → Les produits de protection, par exemple les produits de protection du bois, les produits pour lutter contre les moisissures, …
- → Les produits antiparasitaires, par exemple les produits utilisés pour lutter contre les rongeurs, les insectes,…
- → Les autres produits biocides, par exemple les produits anti-salissures sur les navires.

Pour en savoir plus :
Les 23 types de produits biocides sur http://biocides.developpement-durable.gouv.fr/

>> Des valeurs limites de résidus de pesticides dans les eaux et les aliments

Dans les eaux (ressources et consommation) et les aliments, des teneurs maximales en pesticides ont été fixées. En revanche, l'air et les sols ne font l'objet d'aucune valeur limite.

▪ Dans les eaux

Limites de qualité	
dans les ressources en eau utilisées pour la production d'eau potable	***au robinet du consommateur***
2 µg/l pour chaque pesticide	0,10 µg/l pour chaque pesticide (à l'exception de l'aldrine, la dieldrine, l'heptachlore et de l'heptachloroépoxyde : 0,03 µg/l)
5 µg/l pour le total des substances mesurées	0,50 µg/l pour le total des substances mesurées

Source : www.observatoire-pesticides.gouv.fr

Les Directions Départementales des Affaires Sanitaires et Sociales sont chargées de la mise en œuvre du contrôle sanitaire des eaux. Une base de données SISE-Eaux a été créée afin de rassembler l'ensemble des résultats d'analyse au niveau national.

▪ Dans les denrées alimentaires

Une part des pesticides utilisés peut se retrouver, suite aux différents transferts, dans les denrées alimentaires. Ce sont les **résidus de pesticides**. Des teneurs maximales sont fixées pour ces résidus en fonction de la matière active et de la denrée dans le cadre de plusieurs directives européennes, ce sont **les Limites Maximales de Résidus** (LMR).

Depuis 2005, un règlement européen[7] concernant ces LMR est en vigueur. Il a pour but notamment l'harmonisation des LMR entre les différents Etats Membres.

[7] Règlement (CE) n°396/2005 du Parlement européen et du Conseil du 23 février 2005 concernant les limites maximales applicables aux résidus de pesticides présents dans ou sur les denrées alimentaires et les aliments pour animaux d'origine végétale et animale et modifiant la directive 91/414/CEE du Conseil

La surveillance et les contrôles sont réalisés par :

- → la Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF) en ce qui concerne les fruits et légumes, les céréales et les produits transformés d'origine végétale,
- → la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL) concernant les denrées alimentaires et aliments pour animaux, tant d'origine végétale qu'animale.

>> Des mesures de réduction

▪ La directive cadre européenne sur l'eau (2000/60/CE)

Au niveau européen, cette directive donne la priorité à la protection de l'environnement, en demandant de veiller à la non-dégradation de la qualité des eaux et d'atteindre d'ici 2015 un bon état général tant pour les eaux souterraines que pour les eaux superficielles, y compris les eaux côtières. Dans le cadre de son application, 33 substances, dont 16 pesticides, ont été jugées prioritaires pour l'établissement de mesures de réduction des rejets, émissions ou pertes dans un délai de 20 ans (cf. annexe 1).

▪ Plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides (PIRRP) 2006-2009

Ce plan commun aux ministères de la Consommation, de la Santé, de l'Agriculture et de l'Ecologie s'inscrit dans le cadre du Plan National Santé Environnement de 2004 ainsi que dans le volet « agriculture » de la stratégie française pour la biodiversité de novembre 2005[8].

Il prévoit la réduction de 50% des quantités vendues de substances actives les plus dangereuses. La liste des 47 substances concernées est présentée en annexe 2.

Les cinq axes d'actions du plan sont les suivants :

- → Agir sur les produits en améliorant leurs conditions de mise sur le marché,
- → Agir sur les pratiques et minimiser le recours aux pesticides,
- → Développer la formation des professionnels et renforcer l'information et la protection des utilisateurs,
- → Améliorer la connaissance et la transparence en matière d'impact sanitaire et environnemental,
- → Evaluer les progrès accomplis.

C'est dans le cadre de ce plan qu'ont notamment été mis en place le site internet de l'Observatoire des Résidus de Pesticides, l'obligation d'une zone non traitée d'au moins 5 m le long des cours d'eau et l'interdiction de la vente aux jardiniers amateurs de produits ne portant pas la mention « emploi autorisé dans les jardins ».

▪ Plan Ecophyto 2018

Suite au Grenelle de l'Environnement en septembre 2007, le Ministre de l'Agriculture et de la Pêche a mis en place le 15 novembre 2007 le comité d'orientation du plan de réduction

[8] Communiqué de presse du 28 juin 2006 du ministère de l'économie, des finances et de l'industrie, du ministère de la santé et de la solidarité, du ministère de l'agriculture et la pêche et du ministère de l'écologie et du développement durable.

de l'usage des pesticides. Ce plan s'inscrira dans le prolongement du plan 2006-2009 avec des objectifs plus ambitieux.
Le comité d'orientation de ce plan s'est réuni plusieurs fois et a proposé les conclusions de ses travaux au Ministre de l'Agriculture avec un projet de plan *ECOPHYTO 2018* le 22 mai 2008. Le plan a ensuite été présenté en Conseil des Ministres le 10 septembre 2008. A l'occasion du deuxième comité d'orientation du plan, un communiqué de presse du Ministère de l'Agriculture avait d'ores et déjà annoncé le retrait avant la fin 2008 de 30 substances actives (cf. annexe 3).

Le plan est fondé sur 8 axes :

- → Evaluer les progrès en matière de diminution de l'usage des pesticides
- → Recenser et généraliser les systèmes agricoles et les moyens connus permettant de réduire l'utilisation des pesticides en mobilisant l'ensemble des partenaires de la recherche, du développement et du transfert
- → Innover dans la conception et la mise au point des itinéraires techniques[9] et des systèmes de cultures économes en pesticides
- → Former à la réduction et à la sécurisation de l'utilisation des pesticides
- → Renforcer les réseaux de surveillance sur les bio-agresseurs et sur les effets non intentionnels de l'utilisation des pesticides
- → Prendre en compte les spécificités des DOM[10]
- → Réduire et sécuriser l'usage des produits phytopharmaceutiques en zone non agricole.
- → Organiser le suivi national du plan et sa déclinaison territoriale, et communiquer sur la réduction de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques

1.4 Quels usages de pesticides en Rhône-Alpes ?

1.4.1 Les usages de pesticides en France

La France est le premier consommateur de pesticides au niveau européen en tonnage. En termes d'utilisation (tonnage rapporté à l'hectare cultivé), elle se place en 3ème position[11].

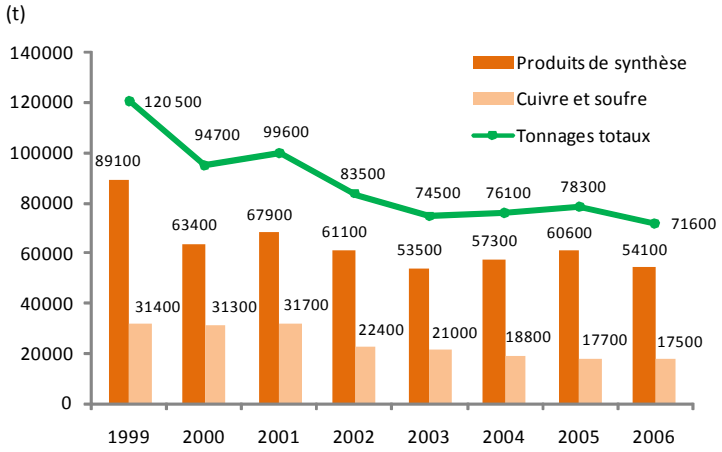


Figure 1 Evolution des tonnages de substances actives vendues de 1999 à 2006 (Source : UIPP)

Le tonnage des insecticides est très inférieur aux deux autres familles, avec seulement 3% du total. La Figure 1 montre que la tendance d'utilisation des substances phytosanitaires est à la baisse. Ce phénomène est dû en partie à la baisse des produits soufrés et cuivrés,

[9] Manière de conduire la culture en intégrant l'ensemble des paramètres, par exemple dates des semis, choix de la variété, stratégie de désherbage, fertilisation,…, en fonction de l'objectif.
[10] Départements d'Outre-Mer
[11] Source : www.observatoire-pesticides.gouv.fr

mais également aux substances nouvelles qui s'utilisent à de faibles doses par hectare [INRA, 2005].

L'usage des pesticides est variable selon la culture. Ainsi quelques cultures (céréales, maïs, colza et vigne) occupent moins de 40% de la Surface Agricole Utilisée (SAU) mais consomment à elles seules près de 80% des pesticides commercialisés chaque année[12]. De même, le nombre de traitements varie en fonction de la culture et également en fonction de la région :

>> en moyenne, en 1997, le verger de pommier recevait 17,6 traitements fongicides et 10,5 traitements insecticides/acaricides par an [INRA, 2005]

>> sur le blé, le nombre moyen de traitements est de 3 en Rhône-Alpes alors qu'il s'élève à 9 en Picardie [INRA, 2005].

Au final, la dose moyenne appliquée par ha et par an est de 5,4 kg en France.

1.4.2 Panorama des cultures en Rhône-Alpes

L'agriculture et l'agroalimentaire ont un faible poids dans l'économie de Rhône-Alpes. Mais leur rôle est essentiel dans l'aménagement du territoire et pour certaines productions telles l'arboriculture fruitière et la viticulture (Source : agreste.agriculture.gouv.fr). Ces cultures sont en effet celles qui caractérisent le plus la région, avec la présence de deux grandes zones de vignoble que sont le **Beaujolais** et les **Côtes du Rhône** et des productions importantes de fruits à noyaux. Plus de la moitié de la production nationale d'abricots est réalisée dans la Drôme. L'ensemble des plaines de la région fait l'objet de maraichage et/ou de cultures de céréales [ORS, 2007].

Par ailleurs, d'autres cultures, bien que peu étendues, sont réputées, comme la châtaigne de l'Ardèche, la noix de l'Isère, l'olive de Nyons et les plantes médicinales et aromatiques de la Drôme provençale.

Repères en 2007:

- 1 483 442 hectares de surface agricole utilisée par les exploitations, soit un tiers de la superficie de la région.

- Plus de 2,5 millions d'hectolitres de vins produits.

- Environ 650 tonnes d'abricots et 1200 tonnes de pommes.

- 310 000 hectares consacrés à la culture des céréales.

- 3,3 **milliards d'euros** de chiffre d'affaires pour l'agriculture en Rhône-Alpes, 4ème région française (www.rhonealpes.fr).

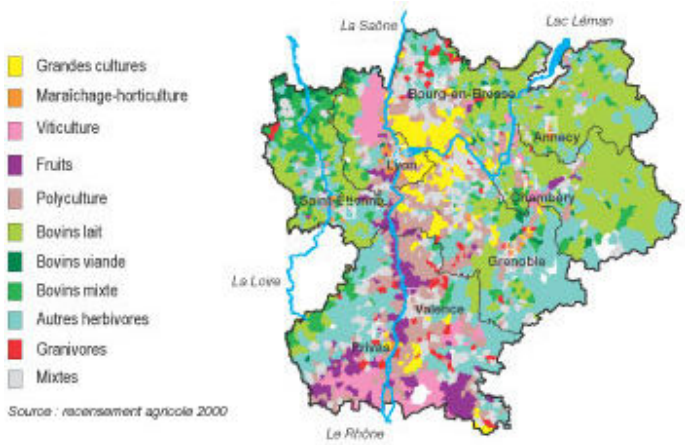


Figure 2 Orientation technico-économique des communes

[12] Source : www.observatoire-pesticides.gouv.fr

1.5 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.

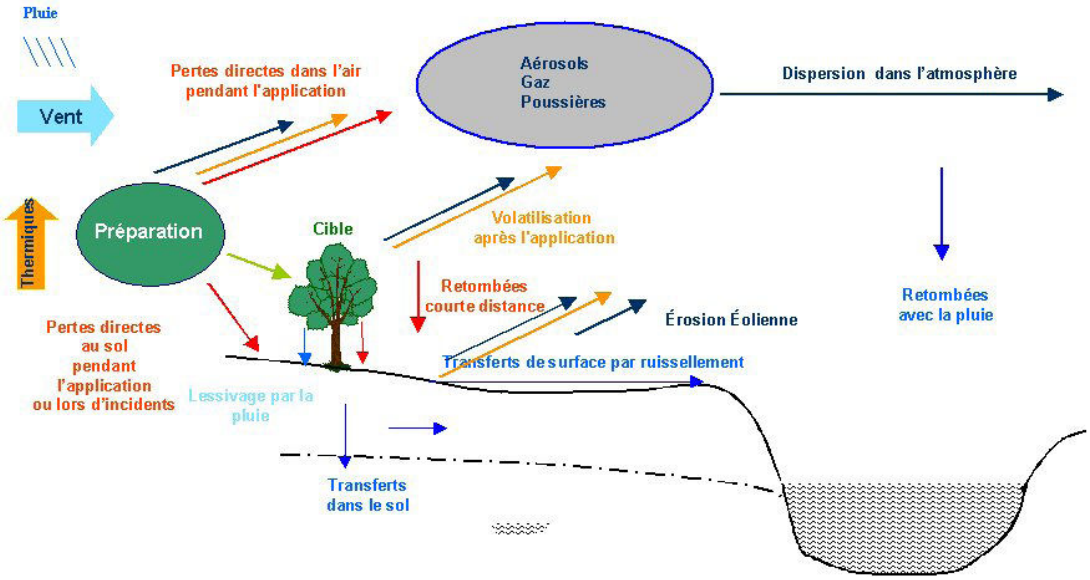


Figure 3. Mécanismes mis en jeux lors des épandages par pulvérisation. Les flèches indiquent les interactions avec les différents compartiments[13]

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

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

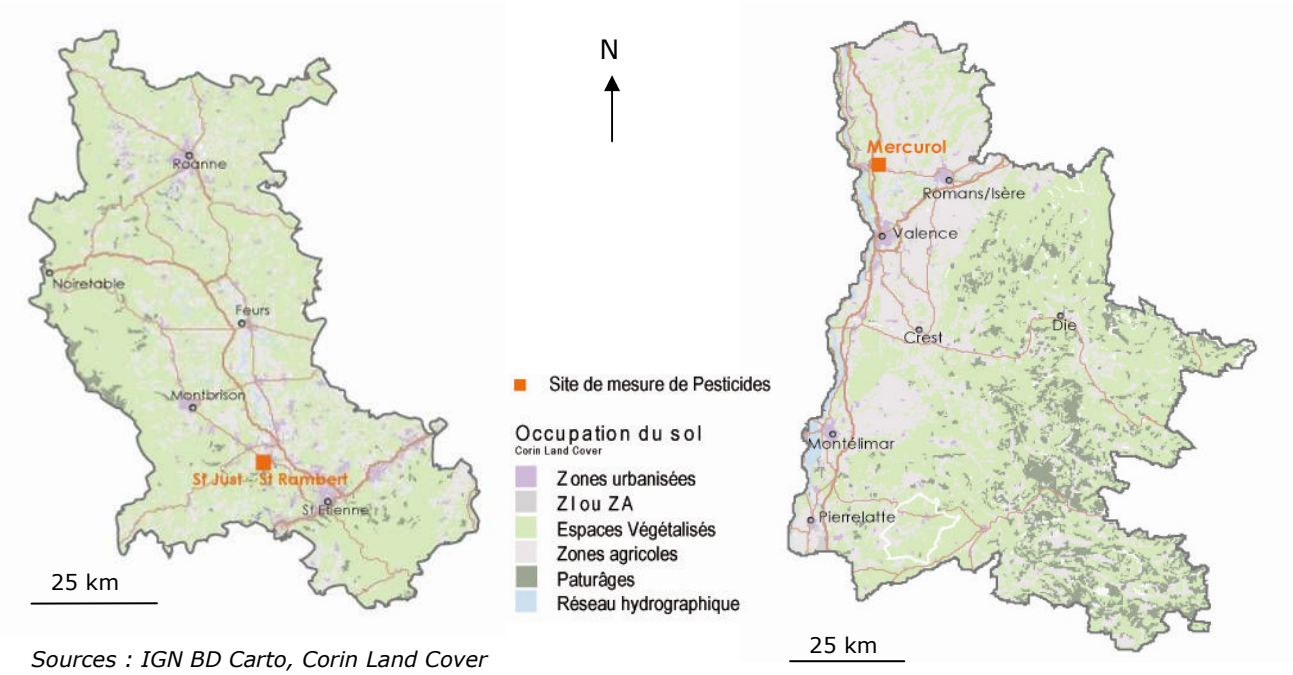
En 2007, COPARLY et SUP'AIR ont réalisé le suivi d'un épandage aérien d'insecticide[14] pour lutter contre la chrysomèle du maïs. Cette étude fournit des éléments sur le comportement de la molécule après application.

[14] COPARLY, SUP'AIR (2007) Suivi de l'épandage aérien de deltaméthrine en septembre 2007. Disponible sur www.atmo-rhonealpes.org

2. METHODOLOGIE DE L'ETUDE

Pour ces premiers travaux sur les pesticides, AMPASEL et ATMO Drôme Ardèche ont choisi de retenir une stratégie d'échantillonnage fondée sur un nombre restreint de sites (un seul site par département) mais sur une liste conséquente de substances recherchées, et un suivi temporel sur une période d'un an sur chaque site.

Dans chaque département, un secteur présentant des cultures caractéristiques a été choisi en concertation avec les acteurs locaux. Ainsi, les secteurs de la plaine du Forez dans la Loire et de la vallée du Rhône dans la Drôme ont été retenus, représentant respectivement une zone de maraîchage et grande culture et une zone d'arboriculture et viticulture.



Sources : IGN BD Carto, Corin Land Cover

Figure 4 Localisation des sites de mesure dans les départements de la Loire (à gauche) et de la Drôme (à droite)

2.1 Les sites de mesure

→ **1 site en zone de maraîchage – grandes cultures dans la plaine du Forez (Loire)**

Le canton de Saint-Just Saint-Rambert, situé au nord-ouest de Saint-Etienne, comprend 12 communes. La superficie agricole utilisée dans ce canton représente environ 4% de la surface agricole du département de la Loire.

Ce canton se démarque à l'échelle du département par ses cultures de **légumes frais**, **légumes secs** et **protéagineux**, **oléagineux** et **pois protéagineux**. En effet, les superficies consacrées à ces cultures représentent plus de 20% de la superficie dédiée à ces dernières sur la totalité du département (cf. Figure 5). Le canton accueille également des pépinières forestières.

Par ailleurs, une surface importante est consacrée aux cultures de céréales sur le canton.

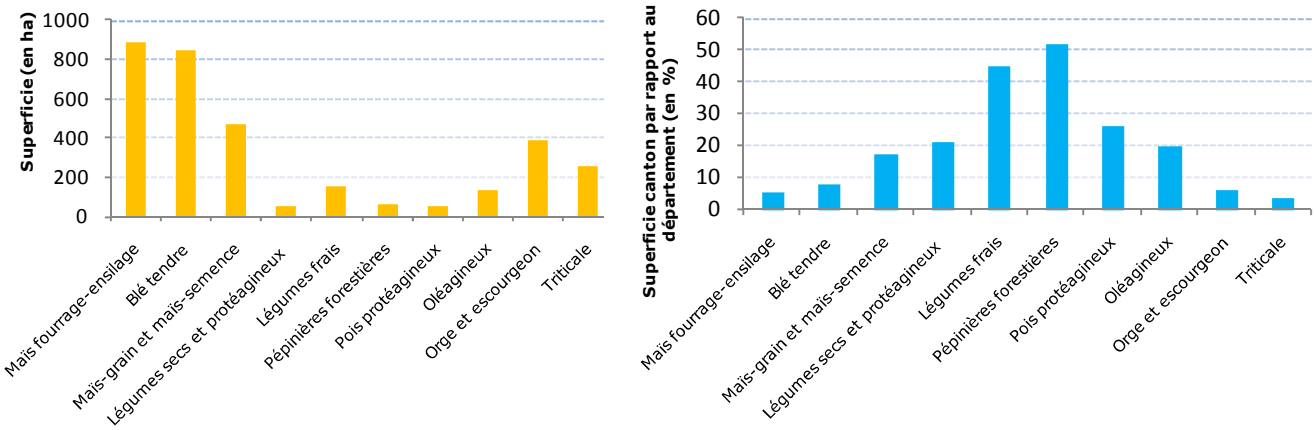


Figure 5 Utilisation de la surface agricole sur le canton de Saint-Just Saint-Rambert
Superficie des principales cultures (gauche) – Pourcentage de surface utilisée sur le canton de St Just St Rambert par rapport à la surface totale utilisée pour cette culture dans le département de la Loire (droite) – (Source : Recensement agricole 2000)

Sur cette zone, le site de mesures a été implanté sur la commune de Saint-Just Saint-Rambert en proximité d'un secteur de maraîchage, particulièrement de cultures de poireaux et salades. Du fait de la présence importante de grandes cultures (GC) dans ce secteur de la plaine du Forez, ce site sera dénommé « Plaine du Forez (Maraîchage/G C) ».

→ **1 site en zone d'arboriculture (abricots/pêches) et viticulture dans la vallée du Rhône (Drôme)**

Le canton de Tain l'Hermitage dans la Drôme est caractérisé par ses cultures fruitières, principalement l'abricot et la pêche, qui représentent des superficies importantes mais également une part en pourcentage élevée dans la superficie totale accordée à la culture (cf. Figure 6). En termes de superficie occupée par les cultures, la vigne, le blé tendre, le maïs et le sorgho occupent également une place privilégiée dans ce canton.

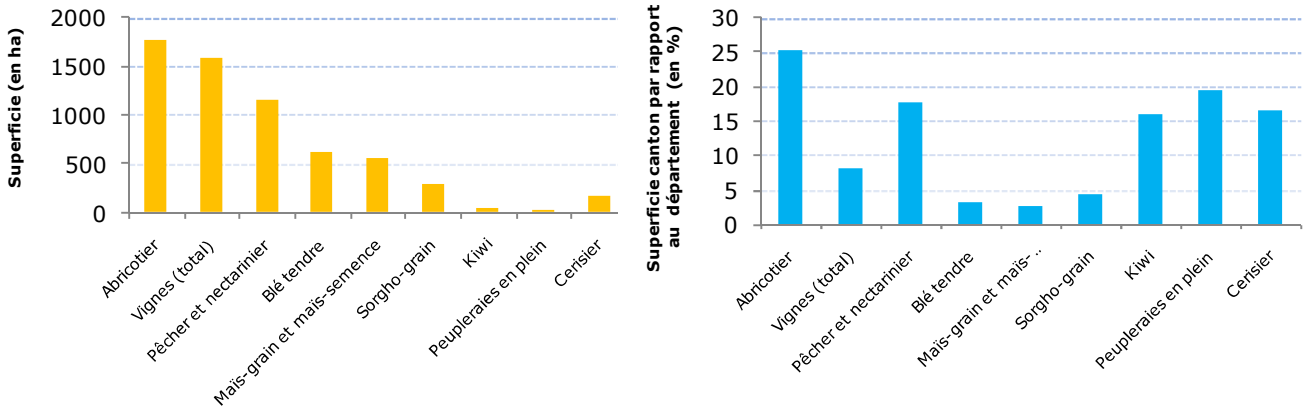


Figure 6 Utilisation de la surface agricole sur le canton de Tain L'Hermitage
Superficie des principales cultures (gauche) – Pourcentage de surface utilisée sur le canton de Tain l'Hermitage par rapport à la surface totale utilisée pour cette culture dans le département de la Drôme (droite) – (Source : Recensement agricole 2000)

Le site de mesures a été implanté sur la commune de Mercurol, en proximité de vergers et de vignes. Par la suite, le site sera dénommé « Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) ».

Figure 7 Appareil de mesure sur le site en secteur d'arboriculture/viticulture

2.2 Les substances recherchées

Comme évoqué dans le paragraphe 1.1, les substances actives autorisées sur le territoire national sont très nombreuses. Une des toutes premières tâches avant le début des mesures est donc la sélection des substances à analyser.

Celle-ci s'est fondée sur plusieurs critères :

- → Substances utilisées sur les cultures principales du secteur, transmises par le Service Régional de Protection des Végétaux (SRPV)
- → Substances préconisées dans un travail national de hiérarchisation [INERIS, 2005],
- → Substances recherchées par les autres AASQA[15],

Parmi les molécules proposées par le SRPV, non présentes dans les deux autres listes, des critères de volatilité et de toxicité ont été retenus pour établir une sélection. Une fois déterminée, la liste a été proposée à plusieurs laboratoires d'analyses pour en évaluer la faisabilité analytique.

Au final, 76 substances ont été retenues. La liste détaillée des substances est présentée dans le tableau 1. La Figure 8 présente la répartition des trois familles principales de pesticides dans les substances recherchées. Certaines substances très utilisées, comme le glyphosate, n'ont pu être incluses dans cette liste à cause de la faisabilité analytique. En effet, l'analyse de cette substance nécessite un prélèvement spécifique avec du matériel dédié, non disponible dans le cadre de cette étude.

Aclonifen	chlorothalonil	dinocap*	flusilazole	**métolachlore**	pyrimicarbe
acétochlore	chlorpyriphos-éthyl	dithianon	folpel	oxadiazon	**simazine**
alachlore*	chlortoluron	diuron*	hexaconazole	**parathion-méthyl**	tau-fluvalinate
alphaméthrine	cymoxanil	doguadine	iprodione	pendiméthaline	tébuconazole
atrazine	cyproconazole	endosulfan*	isoproturon	phosalone	**tébutame**
azinphos-méthyl*	cyprodinil	époxiconazole	krésoxim-méthyl	phosmet	**terbuthylazine**
azoxystrobine	deltaméthrine	fénitrothion	lambda-cyhalothrine	propachlore	thirame
bifenthrine	diazinon	**fénoxaprop-ethyle**	**lindane**	propachlore	trifluraline*
bupirimate	dichlorvos*	fenpropidine	linuron	propargite	tolyfluanide*
captane	difénoconazole	fenpropimorphe	malathion	propyzamide	vinchlozoline*
carbaryl	diflufénicanil	flazasulfuron	mercaptodiméthur	pyriméthanil	zirame
carbofuran*	diméthénamide	flufenoxuron	métazachlore		**dérivés du DDT**

Remarque : En gras substances interdites (au moment de l'étude),
* : substances dont l'AMM a été retirée au 1er février 2008

Tableau 1 Liste des substances recherchées

[15] Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air

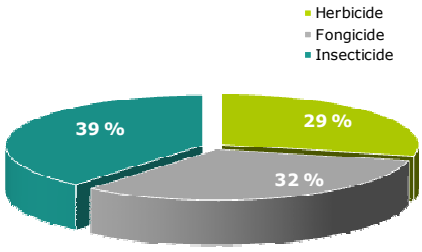


Figure 8 Répartition des substances recherchées par famille

2.3 Les périodes de mesure

Les directives européennes sur la qualité de l'air imposent un minimum de 14% de mesures dans l'année afin d'effectuer des mesures indicatives représentatives d'une année, comparables aux valeurs réglementaires des polluants mesurés en routine par les associations de surveillance de la qualité de l'air (NO_x, SO_2, PM_{10}, O_3, Benzène).

Bien que les produits phytosanitaires ne soient pas encore soumis à une réglementation dans l'air ambiant, AMPASEL et ATMO Drôme-Ardèche ont construit leur stratégie d'échantillonnage temporel en souhaitant se conformer à cette représentativité.

Différentes configurations de durée et de répartition dans l'année des prélèvements ont été étudiées. Au final, un total de 27 prélèvements dans l'année, d'une durée de 48 heures chacun, a été retenu (soit 14,8 % de couverture de l'année).
Les prélèvements ont été répartis dans l'année en privilégiant les périodes habituelles de traitement des cultures par les produits phytosanitaires (cf. Figure 9).

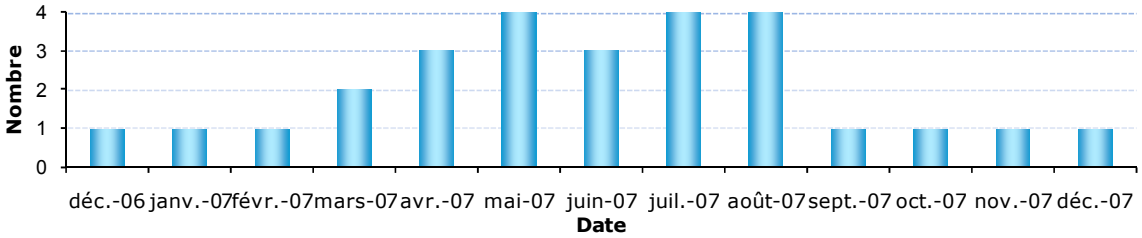


Figure 9 Calendrier prévisionnel des prélèvements

2.4 Les méthodes de prélèvement et d'analyse des substances

Depuis septembre 2007, le dosage des substances phytosanitaires dans l'air ambiant fait l'objet de deux normes AFNOR concernant respectivement le prélèvement et l'analyse [AFNOR, 2007a, 2007b]. L'étude s'est déroulée en grande partie avant la publication de ces normes, toutefois les principes de ces dernières ont été respectés.

Les prélèvements ont été effectués à l'aide d'un préleveur haut débit (Digitel DA80). L'air, aspiré pendant 48 heures à un débit fixé à 30 $m^3.h^{-1}$, 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 µm (PM_{10}). De par leur faible taille, ces particules peuvent pénétrer plus ou moins profondément dans l'appareil respiratoire humain.

Mousse et filtre sont ensuite analysés en laboratoire afin de quantifier la masse de substance prélevée (cf. annexe 4). Le volume prélevé étant connu, la concentration moyenne de la substance dans l'air en est ainsi déduite.

Ce principe tout à fait simple présente toutefois des limites, qu'il est nécessaire de connaître pour bien interpréter les résultats :

>> La méthode de prélèvement est plus ou moins bien adaptée selon la molécule visée.

Plusieurs tests peuvent être réalisés pour déterminer, pour chaque substance, la capacité de rétention et la capacité de prélèvement qui permettent de donner une indication de la qualité de la mesure.
La capacité de rétention est déterminée en ensemençant un filtre et en calculant, après prélèvement, la quantité résiduelle sur filtre et mousse après prélèvement par rapport à la quantité initiale. La capacité de rétention doit être comprise entre 60 et 120%.
La capacité de prélèvement est déterminée en utilisant deux mousses en série, la concentration mesurée sur la deuxième mousse sert à estimer la capacité de prélèvement.

Certains composés, très volatils, comme le lindane et la trifluraline, présentent des capacités de rétention faibles. Les concentrations de ces substances sont donc sous-estimées. L'INERIS a testé une liste de substances couramment recherchées par les AASQA [INERIS, 2006]. Certaines molécules comme la fenpropidine, l'azoxystrobine, le diméthénamide, le tébutame et la vinchlozoline présentent des mauvaises capacités de prélèvement.

>> Le rendement d'extraction dépend de la molécule recherchée.

Après avoir été piégées sur filtre et mousse, les substances doivent être extraites à l'aide d'un solvant en laboratoire.

Le « rendement d'extraction » moyen de chaque substance est déterminé par le laboratoire, par l'intermédiaire d'essais sur des mousses préalablement ensemencées à une concentration fixe de la substance. Le rendement de la substance doit être compris entre 60 et 120 %. L'annexe 5 présente les rendements d'extraction fournis par le laboratoire pour chaque substance.

>> Les limites de détection sont sensiblement différentes d'une molécule à l'autre.

Selon la molécule mesurée, la limite de détection varie de 8 à 200 ng par échantillon (cf. Figure 10). Ainsi, pour un même niveau de concentration dans l'air, une molécule sera détectée ou non. L'information sur la présence ou non d'une molécule dans l'air est entièrement conditionnée par ce paramètre. De ce fait, la valeur de la concentration est prise égale à la valeur du seuil (elle est donc non nulle) lorsque la concentration est inférieure à celui-ci. Cette pratique tend donc à majorer les niveaux.

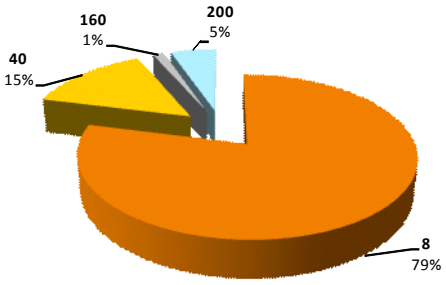


Figure 10 Répartition des limites de détection (en ng)

La liste détaillée des limites de détection et de quantification est présentée en annexe 6.

C'est à partir de la qualité de ces paramètres analytiques que le laboratoire d'analyse a été choisi ainsi que sur la garantie des méthodes normatives utilisées, justifiée par l'accréditation COFRAC sur ces composés.

Limite de détection et limite de quantification :

La limite de détection (LD), exprimée en nanogrammes, est la plus petite quantité observable dans un échantillon donné.

La limite de quantification (LQ), exprimée en nanogrammes, est une valeur en dessous de laquelle il n'est pas possible de quantifier avec une incertitude acceptable. Cette valeur est supérieure à la limite de détection.

3. RESULTATS DE L'ETUDE

3.1 Bilan des campagnes de mesures

3.1.1 Problèmes techniques

Plusieurs problèmes techniques ont conduit à modifier le planning prévisionnel, notamment une défaillance importante de l'appareil placé sur le site « Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) » au mois de juin 2007. Les 3 prélèvements prévus au mois de juin sur ce site n'ont pas pu avoir lieu.
Autant que possible, les prélèvements ont été replacés sur d'autres semaines de l'année. Toutefois, il faut noter que dans le cadre de mesures de produits phytosanitaires, la réalisation d'un prélèvement sur une autre période de l'année ne peut totalement compenser la perte du prélèvement programmé et non réalisé.

>> Au final, 24 prélèvements sont exploitables sur le site en secteur d'arboriculture/viticulture, 25 sur le site en secteur de maraîchage/grandes cultures. Les périodes de mesures couvrent donc 13,1% de l'année sur le premier site et 13,7% sur le deuxième.

3.1.2 Blancs de terrain

Trois blancs ont été réalisés sur l'ensemble des mesures. Selon la norme XP-X43-059 [AFNOR, 2007b], les blancs ont été réalisés en mettant en place le matériel dans l'appareil puis en le retirant et en le ré-emballant immédiatement.

Quelques traces de pesticides ont été découvertes sur ces blancs. Ces niveaux de blancs supérieurs à la limite de quantification pourraient être dus à la méthode même de réalisation du blanc, qui consiste à mettre en place le module de prélèvement dans l'appareil plutôt que de le transporter uniquement [INERIS, 2004].
Les niveaux de blancs n'ont pas été déduits des résultats de prélèvement.

>> Les concentrations faibles de pesticides nécessitent d'être interprétées avec la plus grande précaution.

3.1.3 Contexte météorologique

Les conditions météorologiques ont une influence sur les résultats obtenus :

- → d'une part, pendant les prélèvements, en favorisant plus ou moins la dispersion ou la volatilisation des pesticides,
- → d'autre part, de manière globale sur l'année, en déterminant l'utilisation plus ou moins importante des produits phytosanitaires. L'humidité, par exemple, peut favoriser le développement des maladies et déclencher l'usage de phytosanitaires.

Les conditions météorologiques observées pendant les prélèvements ont été plutôt bien représentatives des conditions de l'année 2007. En lien avec leur différence de situation géographique, le site de la vallée du Rhône a été plus venté que celui de la Plaine du Forez : 5 $m.s^{-1}$ en moyenne sur la durée des prélèvements contre 2,5 $m.s^{-1}$.

Les Figures 11 et 12 représentent l'évolution de l'humidité relative et des précipitations sur les deux sites de mesures en comparaison avec les cinq années précédentes.

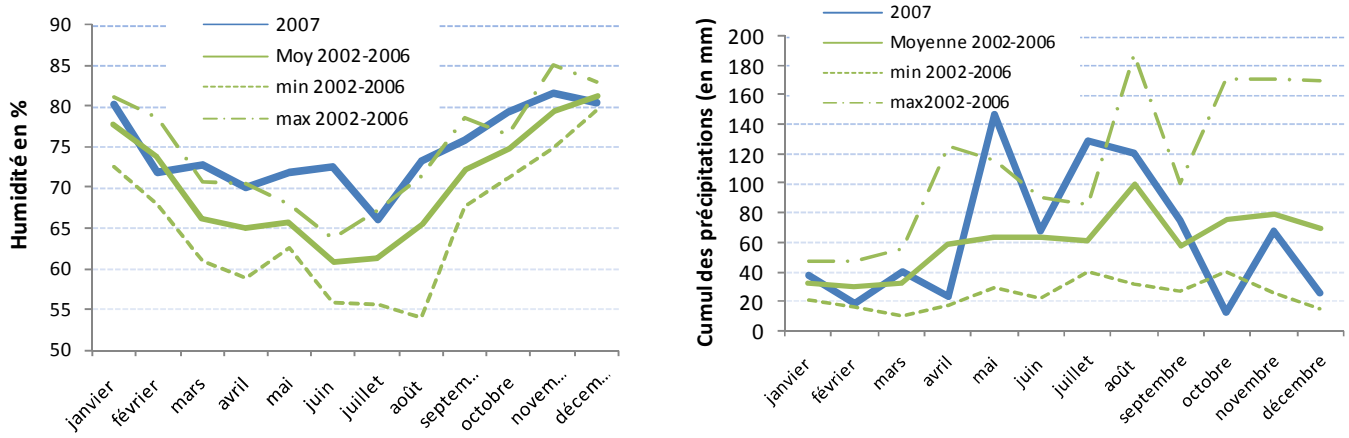


Figure 11 Evolution de l'humidité relative et des précipitations en Plaine du Forez (Données Météo-France – Station d'Andrézieux-Bouthéon)

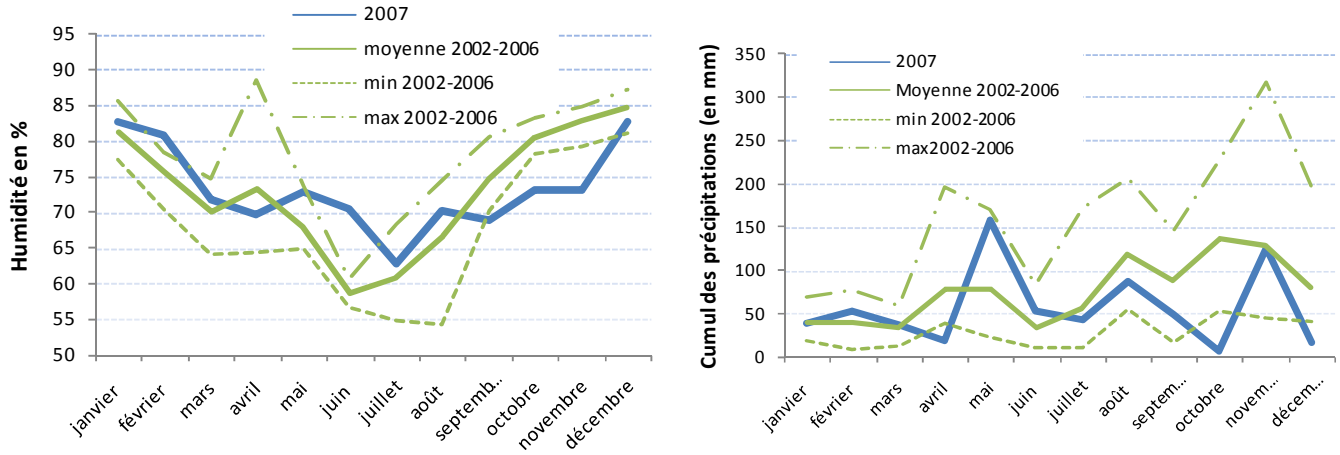


Figure 12. Evolution de l'humidité relative et des précipitations en Vallée du Rhône (Données Météo-France – Station de Valence-Chabeuil)

Dans la Loire, l'année 2007 a été humide, notamment pendant le printemps et l'été ; les précipitations ont également été importantes. L'hiver 2007 avait quant à lui été plutôt doux, ce qui peut favoriser également le développement de quelques maladies sur les poireaux, par exemple.

En vallée du Rhône dans la Drôme, après des mois de mars et avril chauds et secs, mai et juin 2007 ont été très pluvieux avec des alternances de températures chaudes et fraîches qui ont favorisé le développement des maladies cryptogamiques.

3.2 Etat des lieux

Avertissement :
Les résultats pour le site « Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) » sont très probablement sous-estimés du fait de la perte des prélèvements au mois de juin, prélèvements sur lesquels le nombre maximal de substances a été détecté sur le site en secteur de maraîchage. Cette période a également été identifiée comme l'une des plus chargées en pesticides dans d'autres études sur le territoire national.

3.2.1 Quantification des substances recherchées

La Figure 13 présente le nombre de substances quantifiées au moins une fois sur la totalité des prélèvements. Sur l'un et l'autre des deux sites, 60% des substances recherchées sont quantifiées au moins une fois mais pour la majorité à des teneurs faibles inférieures à 0,5 ng.m^{-3}. La Figure 14 présente les fréquences de quantification pour les substances les plus présentes sur chaque site (quantifiées dans plus de 30% des prélèvements).

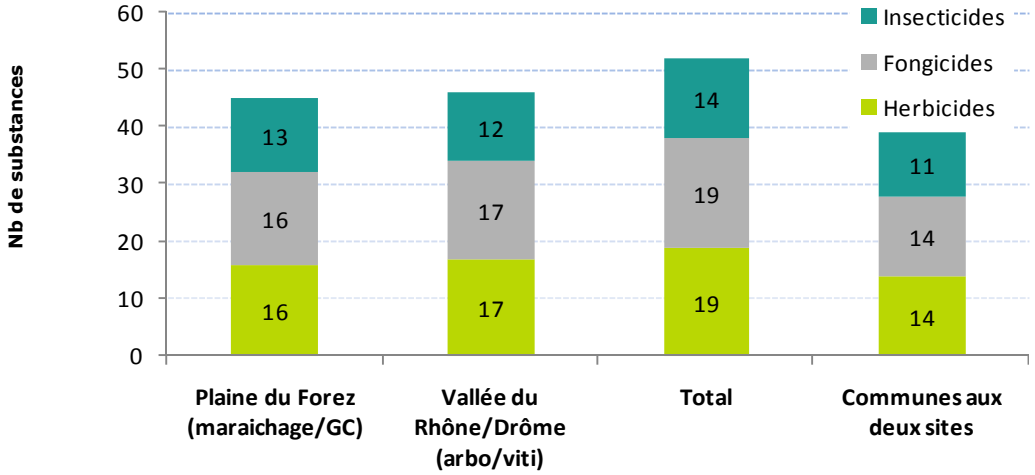


Figure 13 Nombre de substances quantifiées au moins une fois sur le total des prélèvements

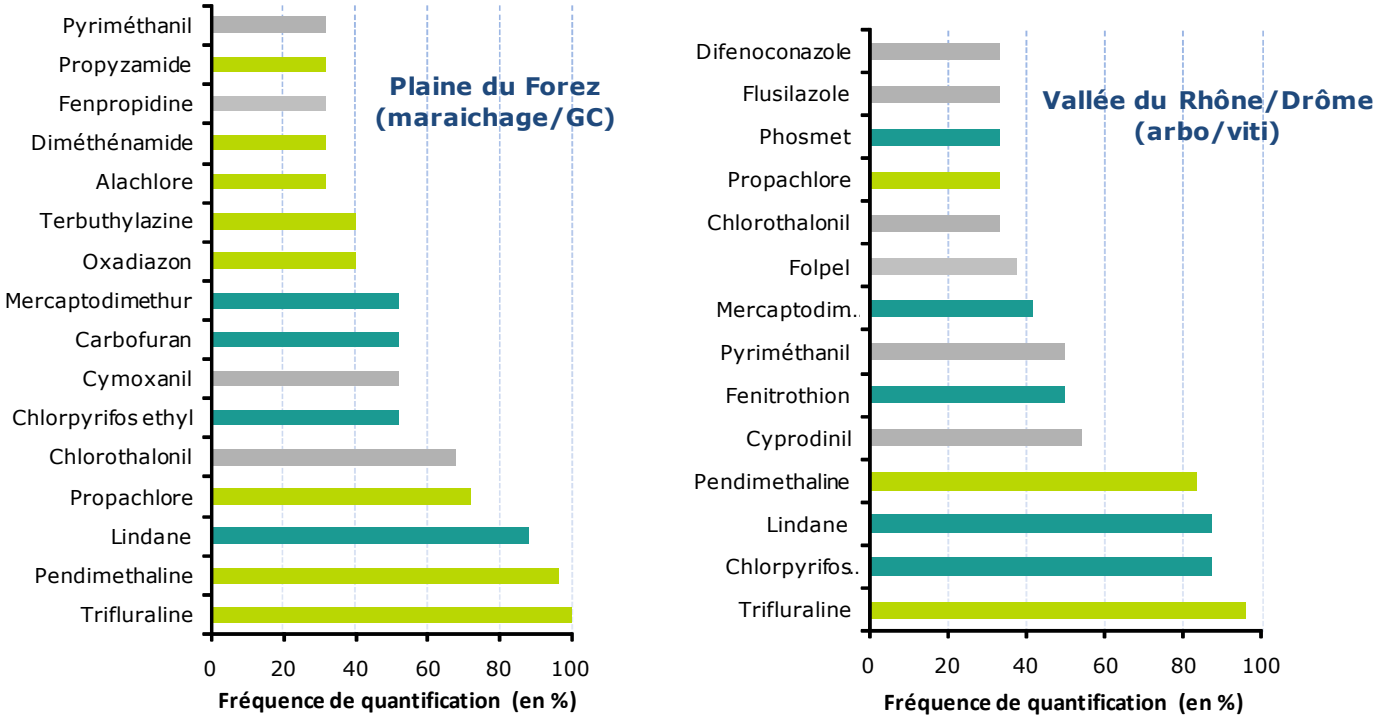


Figure 14 Fréquence de quantification des substances les plus retrouvées sur chaque site
(code couleur identique à la figure 13)

Bien que le panel de substances retrouvées sur les 2 sites soit globalement le même, le classement des substances par fréquence de quantification montre des différences de comportement. De manière générale, dans le groupe des substances quantifiées plus d'un tiers du temps (cf. Figure 14), la moitié sont des herbicides sur le secteur de maraîchage/grandes cultures alors qu'en secteur d'arboriculture/viticulture, ce sont les insecticides et les fongicides qui sont les plus fréquents.

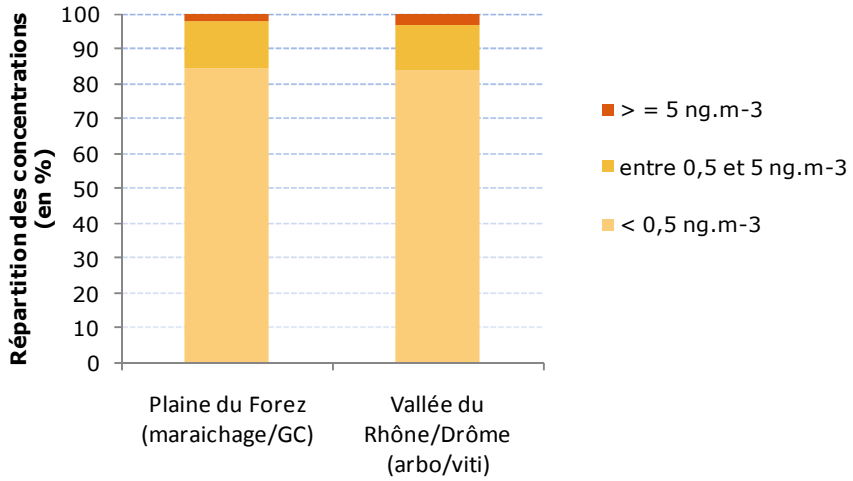
De manière plus détaillée, la classification montre que :

- Trois substances sont très présentes, en termes de quantification, sur les deux sites : la **trifluraline (H)**, la **pendiméthaline (H)** et le **lindane (I)**.
- **Propachlore (H), chlorothalonil (F), chlorpyriphos-ethyl (I), mercaptodiméthur (I), pyriméthanil (F)** sont fréquents sur les deux sites.
- Le **fénitrothion (I),** le **difénoconazole (F)** et le **folpel (F)** sont nettement plus présents sur le secteur d'arboriculture/viticulture que sur le secteur de maraîchage/grandes cultures (respectivement 50%, 33,3% et 37,5% contre 4%, 0% et 4% en fréquence de quantification).
- A l'inverse, le **cymoxanil (F)**, la **fenpropidine (F)** et le **propyzamide (H)** sont nettement plus présents sur le secteur de maraîchage/grandes cultures que sur le secteur d'arboriculture/viticulture (respectivement 52%, 32% et 32% contre 8%, 4% et 4% en fréquence de quantification).

>> Même si globalement, le nombre de substances quantifiées est environ égal sur les deux sites, en termes de fréquence de quantification, des différences se dessinent entre les deux sites et des molécules spécifiques des sites se démarquent.

3.2.2 Niveaux mesurés

Le paragraphe précédent a étudié la présence[16] ou non des pesticides dans l'air des deux sites, cette information doit être complétée par une notion de quantité. Dans ce paragraphe, ce sont les concentrations mesurées qui sont présentées.



Les concentrations maximales relevées :

>> 298 ng.m^{-3} pour le **folpel** du 24 au 26 juillet 2007 en secteur d'arboriculture/viticulture.

>> 57 ng.m^{-3} pour le **chlorothalonil** du 28 au 30 août 2007 en secteur de maraîchage/GC.

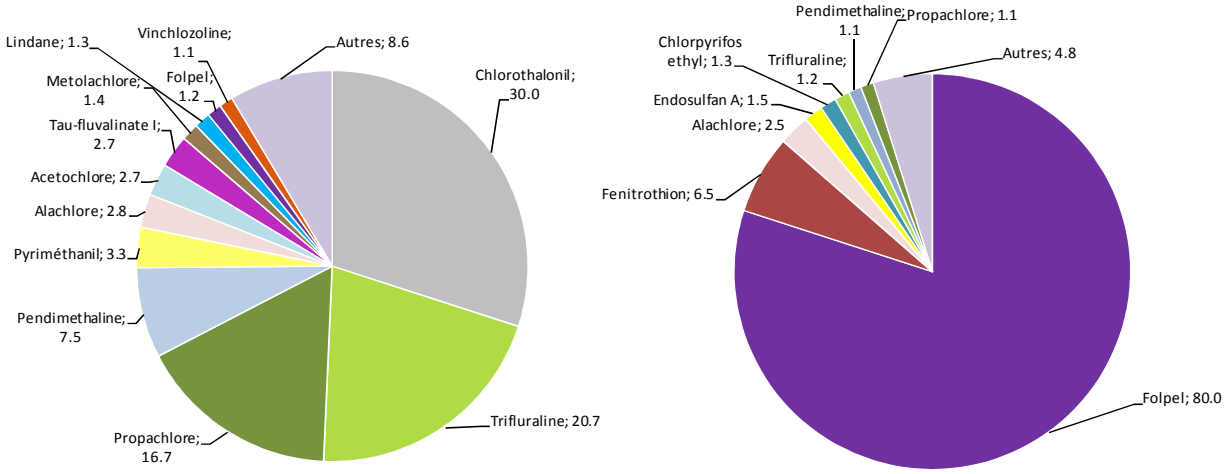
Figure 15 Répartition des concentrations supérieures à la limite de quantification

La Figure 15 montre que la très grande majorité des concentrations mesurées est inférieure à 0,5 ng.m^{-3}. La répartition est semblable sur les deux sites. Les concentrations supérieures à 5 ng.m^{-3} sont légèrement plus fréquentes sur le site « Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) », ce résultat étant en partie dû au folpel, fongicide employé sur la vigne à des dosages plus importants que la plupart des autres substances actives.
Les concentrations maximales observées sur les deux sites correspondent à des substances de la famille des fongicides.

[16] à des concentrations supérieures à la limite de quantification

La Figure 16 présente la contribution relative de chaque substance à la charge totale en pesticides sur chaque site. Ces graphiques permettent de compléter l'analyse des fréquences de quantification, et notamment certaines substances largement quantifiées ne se retrouvent pas dans les substances les plus contributrices à la charge globale. C'est le cas du mercaptodiméthur sur les deux sites, du difénoconazole et du pyriméthanil en secteur d'arboriculture/viticulture dans la vallée du Rhône et du chlorpyriphos-éthyl, du cymoxanil, de la fenpropidine et du propyzamide en secteur de maraîchage/grandes cultures dans la plaine du Forez.

Il faut noter que cette information intéressante en termes de masse ne reflète pas la contribution de chaque substance à la toxicité globale.



Plaine du Forez (Maraîchage/GC) **Vallée du Rhône/Drôme (Arbo/viti)**

Figure 16 Contribution relative des substances à la charge totale en pesticides

>> Sur le site situé en secteur d'arboriculture/viticulture dans la Vallée du Rhône, une substance, le folpel, se démarque largement avec une contribution de 80% à la charge globale. Dans une moindre mesure, le fénitrothion est également bien présent.

>> Sur le site situé en secteur de maraîchage et grandes cultures dans la plaine du Forez, les molécules sont plus diversifiées, le chlorothalonil, la trifluraline et le propachlore présentent les niveaux les plus élevés.

A noter : La charge globale a été calculée en sommant les concentrations supérieures à la limite de quantification. En prenant les valeurs égales à la limite de détection, toutes les substances avec des seuils élevés (Zirame, Doguadine, Dithianon, Phosalone, Deltaméthrine) apparaitraient dans la liste des substances contribuant pour + de 1% à la charge totale.

Si des différences apparaissent entre fréquence de quantification et contribution à la charge globale en s'intéressant aux substances une par une, en ce qui concerne les familles de substances, la prépondérance des herbicides en secteur de maraîchage et des fongicides et insecticides en secteur d'arboriculture/viticulture persiste (cf. Figure 17).

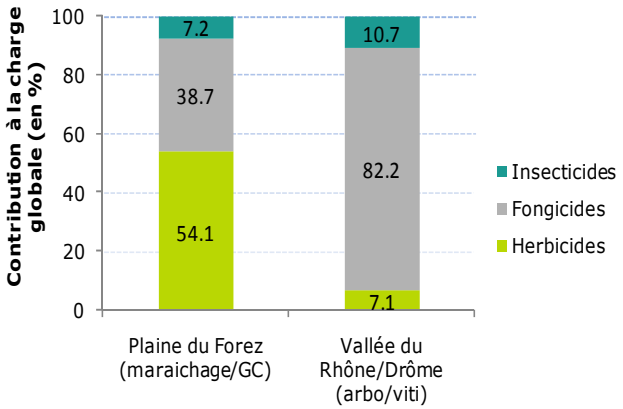


Figure 17 Comparaison des contributions de chaque famille à la charge globale en pesticides

3.2.3 Evolution saisonnière

En fréquence de quantification

La Figure 18 présente le nombre de substances quantifiées sur chaque site et pour chaque prélèvement.

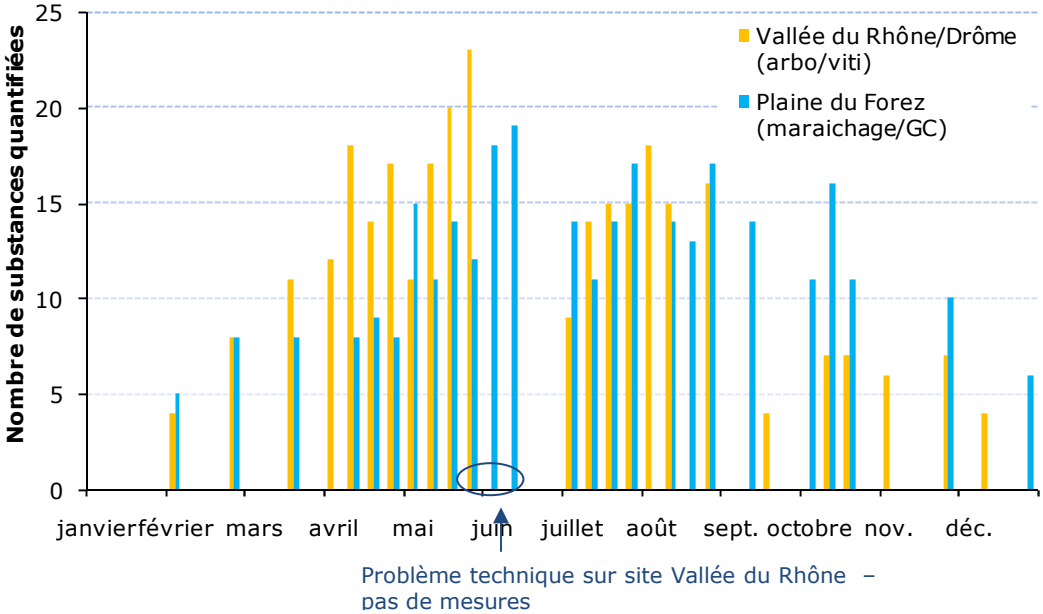


Figure 18 Evolution du nombre total de substances quantifiées sur chaque site

L'analyse de ces variations montre que :

→ Le nombre de substances quantifiées varie pendant l'année. Il est supérieur dans la période avril-octobre, qui est également la période où les traitements sont les plus fréquents. La plupart des substances ne sont donc pas persistantes dans l'air.

→ Au printemps, le nombre de substances quantifiées est supérieur sur le site en secteur d'arboriculture/viticulture. A l'inverse, à l'automne, c'est sur le site en secteur de maraîchage/grandes cultures que le plus grand nombre de substances sont quantifiées.

→ La perte de données au mois de juin sur le site « Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) » est regrettable, en effet, c'est à cette période que le plus grand nombre de substances sont quantifiées sur l'autre site. Par ailleurs, ce mois fait l'objet de nombreux traitements sur les cultures étudiées (oïdium, tavelure, tordeuse orientale,…).

En cumuls de concentration

La Figure 19 montre les variations du cumul des concentrations sur chaque site.

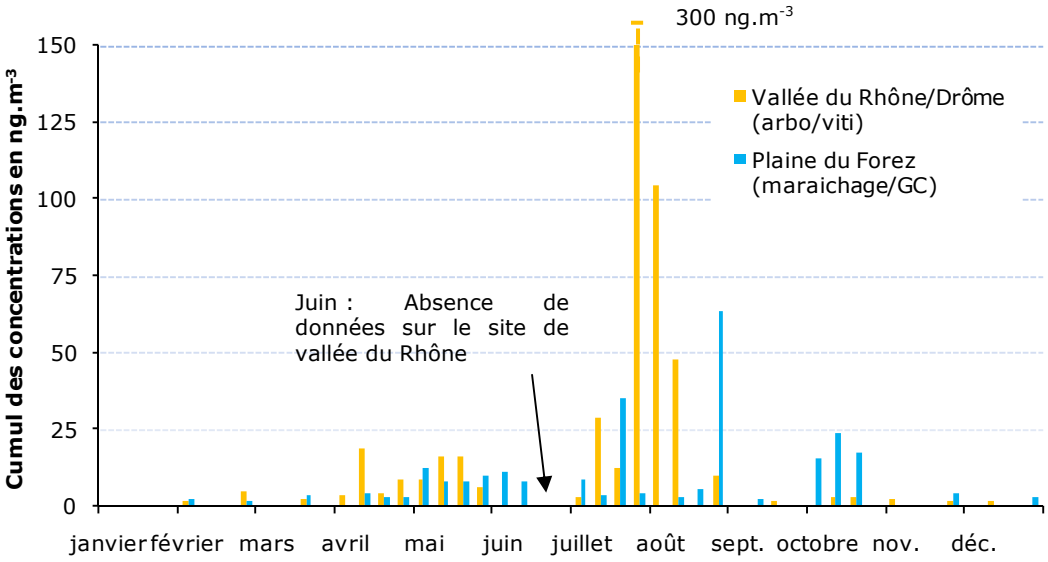


Figure 19 Evolution des cumuls de concentrations dans l'année

La période de printemps correspond à des concentrations totales de quelques nanogrammes par mètre cube, c'est en été que les concentrations les plus élevées sont observées. Elles correspondent particulièrement à l'usage de fongicides en juillet et août sur les deux sites. Elles sont liées à l'usage d'herbicides à l'automne sur le site de la plaine du Forez en secteur de maraîchage/grandes cultures. A noter que cette évolution du cumul des concentrations ne reflète pas forcément la toxicité.

3.2.4 Zoom sur les substances interdites

Parmi les 76 molécules recherchées, 14 substances actives étaient interdites à la vente et à l'utilisation en France au moment des mesures. Ces 14 molécules ont également été étudiées en Rhône-Alpes afin de comparer les niveaux avec ceux des autres régions françaises et d'identifier si leur présence traduit une persistance dans l'environnement, l'apport de pays étrangers ou bien une utilisation frauduleuse. La Figure 20 présente les substances interdites qui ont été détectées et/ou quantifiées au moins une fois sur chaque site.

A noter que le fenaxoprop-éthyle et le métolachlore sont interdits d'utilisation en France alors que le fenaxoprop-p-éthyle et le S-métolachlore sont autorisés. Il n'est ainsi pas possible de distinguer ces molécules à l'analyse. Leur détection ne sera donc pas comptabilisée comme détection de substances interdites.

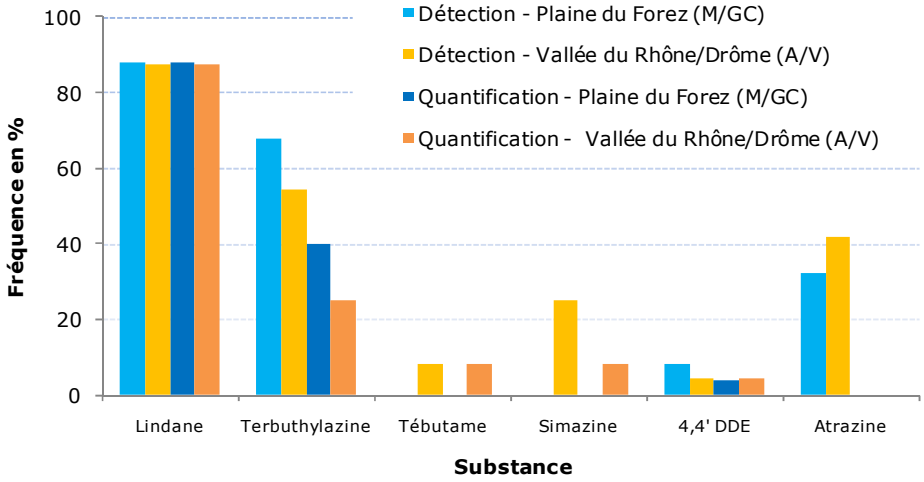


Figure 20 Détection et quantification des substances interdites

Respectivement 4 et 6 substances interdites ont été détectées au moins une fois sur les sites « Plaine du Forez (maraîchage/GC) » et « Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) ». Les concentrations de ces substances restent toutefois faibles, une seule valeur est supérieure à 0,5 $ng.m^{-3}$, il s'agit d'une concentration en lindane de 2,4 $ng.m^{-3}$ du 7 au 9 août 2007 sur le site « Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) ». Cette mesure est difficile à expliquer, des concentrations de 2 $ng.m^{-3}$ ont toutefois déjà été relevées sur d'autres sites sur le territoire national.

De manière plus détaillée,

- → Le **lindane** est un insecticide organochloré, interdit d'utilisation en agriculture depuis 1998. Il était auparavant utilisé sur de nombreuses cultures, il a également été utilisé comme produit de traitement du bois jusqu'en 2006. Cette substance est quantifiée sur les deux sites à de faibles teneurs, dans la quasi-totalité des prélèvements. Ce résultat étonnant à première vue est semblable à toutes les mesures de ce composé réalisées par les associations de surveillance de la qualité de l'air depuis 2000 sur les autres régions du territoire national. Sa présence est principalement attribuée à une re-volatilisation depuis les sols ou à des apports d'autres pays. En effet, sa persistance dans les sols est grande, trente à quarante ans dans les sols agricoles européens habituels ; elle l'est également dans l'air : plus de 17 semaines [INVS, 2005].

- → La **terbuthylazine** est un herbicide interdit d'utilisation sur la quasi-totalité des cultures depuis 2003 et sur la vigne depuis 2004. Ce composé est régulièrement détecté sur les deux sites à des concentrations faibles. Il pourrait s'agir également d'une re-volatilisation.

- → **Tébutame** et **simazine,** deux herbicides interdits depuis 2003, sont quantifiés sur le site « Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) » uniquement, de manière très ponctuelle, de même qu'un des **dérivés du DDT**, sur les deux sites.

- → L'**atrazine**, herbicide très répandu, et interdit d'utilisation depuis 2003, a été détecté de manière assez régulière sur les deux sites, mais jamais quantifié car inférieur à la limite de quantification du laboratoire. Une re-volatilisation depuis le sol en est potentiellement l'explication.

>> Quelques substances interdites, auparavant largement utilisées, sont détectées, voire quantifiées, sur les deux sites. Au regard des faibles concentrations de ces substances persistantes dans l'environnement, leur présence est attribuée préférentiellement au phénomène de re-volatilisation ou de remise en suspension depuis le sol.
Des utilisations illicites ne sont pas totalement exclues, notamment lors de pic comme pour le lindane, il demeure toutefois difficile d'attribuer à tel ou tel phénomène la présence de substances interdites dans l'air, sans mesures et études complémentaires.

3.3 Les pratiques du site influencent-elles les pesticides retrouvés dans l'air ?

Les cultures de proximité des deux sites de mesure sont très différentes, avec du maraîchage pour l'un et de l'arboriculture (abricots/pêches) et de la viticulture pour l'autre. Un point commun relie néanmoins ces deux sites avec la présence de superficies non négligeables consacrées aux grandes cultures dans les cantons étudiés. Des pépinières sont également implantées à proximité du point de prélèvement dans le secteur de maraîchage de la plaine du Forez.

L'état des lieux montre que les sites présentent à la fois des points communs et des spécificités, les paragraphes suivants tentent de relier les molécules retrouvées aux utilisations de produits phytosanitaires sur le secteur étudié.

3.3.1 Les substances retrouvées correspondent-elles aux substances actives utilisées sur le secteur ?

Parmi les 76 molécules mesurées, certaines sont issues de listes fournies par le Service Régional de Protection des Végétaux identifiant les molécules les plus utilisées sur chaque culture suivante : maraîchage (poireau/salade), arboriculture (abricotier/pêcher) et viticulture (cf. annexe 8). Pour chaque site, les 76 substances peuvent donc être réparties dans 3 groupes : les substances utilisées sur les cultures de proximité du site, les substances interdites et les autres.

<u>En termes de détection</u>

La Figure 21 présente les moyennes des fréquences de détection et de quantification par groupe de substances pour chaque site de mesure.

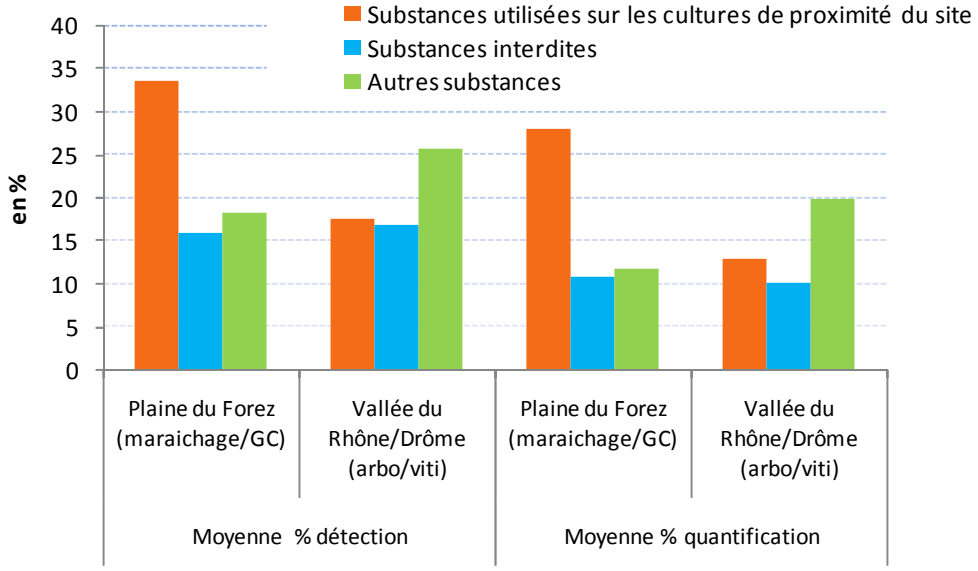


Figure 21 Comparaison des fréquences de détection et de quantification des substances utilisées sur les cultures de proximité du site avec celles des autres substances

Sur le site de la plaine du Forez, les substances identifiées a priori comme utilisées en maraîchage présentent en moyenne des taux de quantification supérieurs aux autres substances. Sur le site « Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) » en revanche, le site semble être plus influencé par d'autres cultures.

Sur la Figure 14 (§ 3.2.1) représentant les substances quantifiées dans au moins 30 % des prélèvements, la moitié faisait partie des molécules identifiées comme utilisées en maraîchage sur le site « Plaine du Forez (maraîchage/GC) », un tiers seulement en ce qui concerne le site « Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) ». Plus spécifiquement, hormis le lindane et la trifluraline, molécules non spécifiques des cultures de proximité et retrouvées sur les deux sites :

- sur le site « Plaine du Forez (maraîchage/GC) », la fenpropidine (fongicide blé/orge), le diméthénamide (herbicide maïs), l'alachlore (herbicide maïs) et l'oxadiazon (nombreuses utilisations dont pépinières) ne sont pas utilisées en maraîchage.

- sur le site « Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) », certaines molécules, le cyprodinil, le flusilazole et le pyriméthanil, n'étaient pas indiquées a priori comme spécifiques de la culture mais sont toutefois autorisées. Sur ce site, le chlorothalonil, le propachlore et la

pendiméthaline ne sont pas utilisés sur ces cultures et pourtant fortement détectés. C'est le cas également du phosmet, insecticide utilisé sur les fruits à pépins.

-

>> Majoritairement les substances utilisées sur les cultures de proximité sont bien retrouvées mais certaines molécules utilisées sur des cultures plus éloignées sont également bien présentes.

En termes de concentration

La Figure 22 présente les moyennes des concentrations maximales et moyennes pour ces trois groupes.

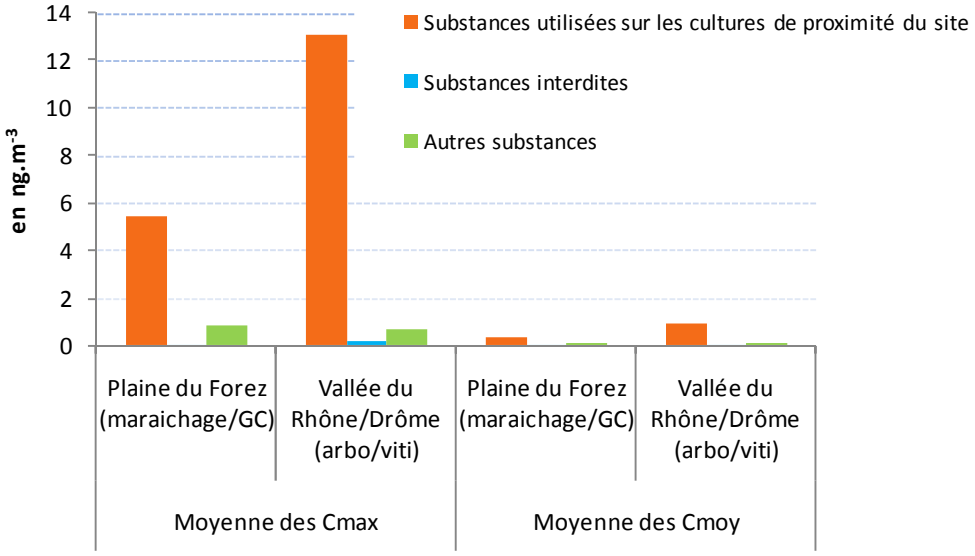


Figure 22 Comparaison des concentrations maximales et moyennes des substances utilisées sur les cultures de proximité du site avec celles des autres substances

→ En termes de concentrations maximales relevées, sur l'un et l'autre des deux sites, l'influence des cultures de proximité est très nette avec des moyennes sur les substances identifiées comme utilisées sur ces cultures supérieures aux autres substances. En secteur d'arboriculture/viticulture, ce résultat est en partie dû aux concentrations de folpel.

→ Un point intéressant à relever est la corrélation entre les molécules retrouvées et les doses d'utilisation. En effet, les molécules retrouvées sont celles utilisées à des grammages importants : quelques centaines de grammes par hectare. Ce point explique en partie la différence de résultats entre les deux sites sur la figure 21 car les molécules retenues comme utilisées en arboriculture/viticulture sont principalement des fongicides et insecticides utilisés à des doses plus faibles.
Les composés, tels que lambda-cyhalotrine, deltaméthrine et alphaméthrine, ne sont jamais retrouvés sur les deux sites alors qu'elles sont très utilisées, du fait de leur faible dose d'utilisation et de leur faible volatilité.

La Figure 22 montrait un résultat global concernant les concentrations, le Tableau 2 expose la liste des molécules présentant au moins une fois une concentration supérieure à 0,5 ng.m^{-3} sur chaque site.

	Plaine du Forez (maraîchage/GC)		Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti)
Substances communes		Acétochlore Alachlore Chlorothalonil Folpel Krésoxim-méthyl Pendiméthaline Propachlore Pyriméthanil Trifluraline	
Substances supérieures à 0,5 ng.m^{-3} sur un seul site	Azinphos-méthyl Cymoxanil Mercaptodiméthur Métolachlore Tau-fluvalinate Vinchlozoline Zirame		Chlorpyriphos-éthyl Cyprodinil Endosulfan Fénitrothion Lindane

Tableau 2 Liste des substances avec au moins une valeur de concentration supérieure à 0,5 ng.m^{-3}

Sur les sites, les substances détectées à des concentrations supérieures à 0,5 ng.m^{-3} au moins une fois se partagent entre :

→ Des composés spécifiques des cultures de proximité,

Sur le site «Plaine du Forez (maraîchage/GC) », le chlorothalonil et le pyriméthanil sont des fongicides utilisés sur les cultures de poireaux, le propachlore est un herbicide utilisé sur les cultures de poireaux, et de choux également. Le cymoxanil est un fongicide utilisé sur les cultures de salades, mais également de pommes de terre et tomates.
Sur le site «Vallée du Rhône/Drôme(arbo/viti) » , le chlorpyriphos-éthyl et le fénitrothion sont des insecticides largement utilisés, respectivement contre le ver de la grappe et la tordeuse. Le folpel est un fongicide très employé sur la vigne.

→ Des composés spécifiques d'autres cultures,

Sur les deux sites, l'alachlore et l'acétochlore, herbicides du maïs, sont quantifiés au moins une fois avec des concentrations supérieures à 0,5 ng.m^{-3}. Il en est de même pour la pendiméthaline et la trifluraline qui sont des herbicides, utilisés en grandes cultures. Ces deux derniers présentent des usages autorisés en cultures légumières, et en vigne pour la pendiméthaline, il semblerait toutefois qu'ils soient peu utilisés par ces cultures [Chambres d'agriculture 26 et 42, communication personnelle, août 2008].
C'est le cas également pour le site en secteur d'arboriculture/viticulture pour les substances chlorothalonil et propachlore qui ne sont pas utilisées sur ces cultures. Sur ce site, le chlorothalonil pourrait provenir de traitement sur blé et le propachlore de traitement sur le sorgho, cultures présentes sur le canton de Tain l'Hermitage.

→ Des composés dont l'origine est difficile à déterminer,

Ces composés utilisés sur plusieurs types de cultures pourraient provenir de la culture étudiée ou d'une autre plus éloignée ; c'est le cas par exemple du cyprodinil qui est un fongicide autorisé sur le blé, l'orge, la vigne et l'arboriculture (abricot/pêche). L'analyse des périodes de détection peut aider dans ce cas à l'interprétation.

3.3.2 Les niveaux mesurés sont-ils bien concordants avec les périodes théoriques de traitement ?

Le paragraphe 3.2.3 a montré que le nombre total de substances quantifiées variait au cours de l'année avec le plus grand nombre de substances dans la période avril-octobre. En regardant les substances une à une, il est possible d'étudier la cohérence avec la période théorique de traitement.
Il faut noter toutefois que la comparaison des valeurs des prélèvements les unes aux autres est délicate car les mesures ont eu lieu sur 48 heures. Ainsi, sur une semaine donnée, le résultat sera différent selon que le prélèvement a eu lieu pendant un traitement ou quelques jours après le traitement.

Quelques exemples sont présentés ci-après pour illustrer les variations rencontrées :

Le pyriméthanil a été retrouvé sur les deux sites, à des périodes différentes qui correspondent bien aux périodes de leur utilisation : traitement anti-botrytis sur la vigne en juillet en vallée du Rhône, au mois de février puis de fin août à fin novembre, correspondant à des traitements possibles sur les cultures du poireau en plaine du Forez (cf. Figure 23).

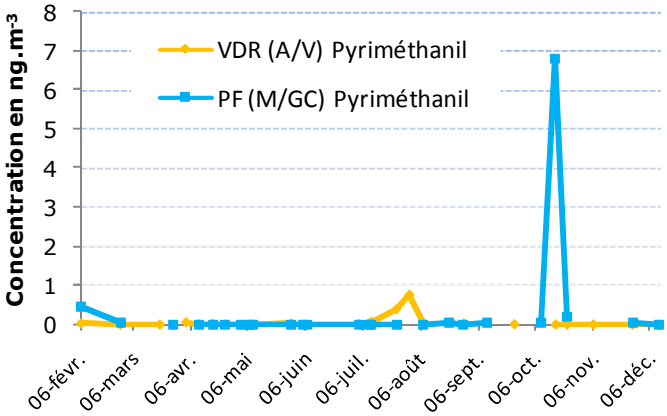


Figure 23 Concentrations de pyriméthanil sur les deux sites

L'alachlore et l'acétochlore, herbicides utilisés en pré-semis du maïs, sont bien détectés sur les deux sites fin avril/début mai. En revanche, ils sont encore détectés quelques semaines après leur utilisation théorique, jusqu'à début juillet pour le site de la plaine du Forez. Un « pic » est même observé sur le site « Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) en juillet, qui n'est pas a priori une période d'utilisation de cet herbicide.

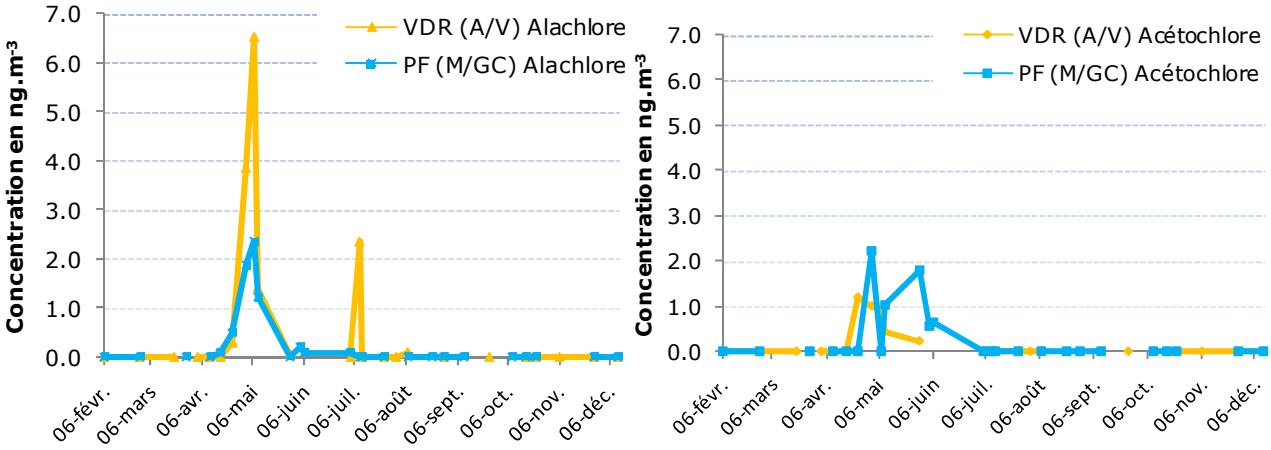


Figure 24 Concentrations d'alachlore et d'acétochlore sur les deux sites

Concernant la pendiméthaline et la trifluraline, deux herbicides avec des fréquences de quantification très importantes sur les deux sites, les concentrations les plus élevées sont observées au moment du traitement au printemps pour la pendiméthaline, à l'automne pour la trifluraline. Concernant les concentrations relevées à l'automne, il pourrait s'agir des traitements sur les cultures de céréales d'hiver pour lesquelles elle est autorisée.

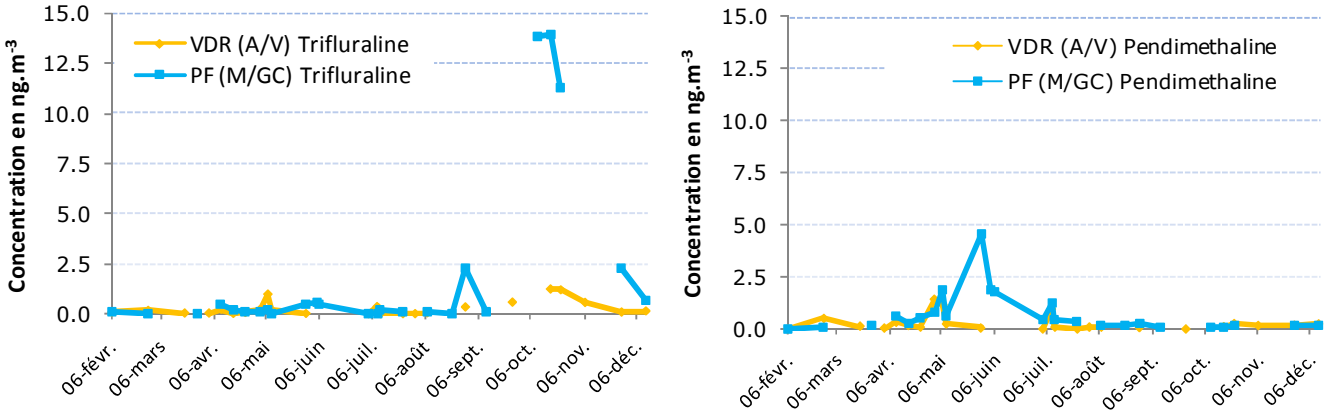


Figure 25 Concentrations de trifluraline et de pendiméthaline

En croisant l'ensemble des différentes informations (fréquence de quantification, concentration, usage), des groupes de substances se dessinent sur chaque site :

>> des substances quantifiées fréquemment, avec des concentrations parfois élevées

Sur le site «Plaine du Forez (maraîchage/GC) », les substances **chlorothalonil** et **propachlore**, utilisées en maraîchage, sont très détectées, avec des concentrations de plusieurs nanogrammes par m^3. La **trifluraline** est également très détectée et a dû être utilisée lors d'un traitement au mois d'octobre, sur des cultures plus ou moins proches, car des concentrations d'une dizaine de nanogrammes par m^3 sont mesurées.

Dans une moindre mesure, la pendiméthaline, l'alachlore, le mercaptodiméthur, le cymoxanil et le pyriméthanil sont fréquemment détectés avec des concentrations de quelques nanogrammes par m^3. Les trois dernières sont des substances utilisées en maraîchage, les deux autres sont susceptibles de provenir de cultures plus éloignées, et notamment les grandes cultures.

Sur le site «Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) », le **folpel**, fongicide de la vigne, et le **fénitrothion**, insecticide utilisé sur la vigne mais surtout en arboriculture, sont très présents, avec des concentrations maximales élevées. Les concentrations sont plutôt cohérentes avec les traitements même si les concentrations élevées de folpel au mois d'août semblent tardives au regard des délais avant récolte. Les concentrations les plus élevées pour cette substance devraient intervenir au mois de juin, période manquante sur ce site (suite à un dysfonctionnement de l'appareil de prélèvement).

Dans une moindre mesure, le chlorpyriphos-éthyl et la pendiméthaline sont quantifiées fréquemment, les concentrations maximales sont de quelques nanogrammes par m^3. Elles sont relevées en tout début de printemps pour le chlorpyriphos-éthyl, correspondant probablement à un traitement sur les larves et début mai pour la pendiméthaline, correspondant au désherbage des grandes cultures.

>> des substances quantifiées de manière ponctuelle, mais à des niveaux supérieurs à 0,5 ng.m^{-3}

Plusieurs substances sont relativement peu détectées mais elles le sont à des concentrations supérieures à 0,5 ng.m^{-3}. Ces concentrations traduisent un traitement sur les parcelles à proximité ou un peu plus éloignées.

Sur le site «Plaine du Forez (maraîchage/GC) », il s'agit de l'acétochlore, l'azinphos-méthyl, le tau-fluvalinate, le folpel, le krésoxim-méthyl, le métolachlore, la vinchlozoline, le zirame. Certaines substances, comme le métolachlore et l'acétochlore, ne proviennent pas des traitements en maraîchage.

Sur le site «Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) », il s'agit du pyriméthanil, de l'endosulfan, du krésoxim-méthyl et du propachlore. Concernant les trois dernières substances, elles ne proviendraient pas a priori de traitements en viticulture ou arboriculture. Le krésoxim-méthyl est utilisé sur la vigne mais la période de détection, début mai, correspond au traitement des céréales à paille.

>> des substances quantifiées fréquemment, à des niveaux toujours faibles

Enfin, certaines substances font partie des substances les plus quantifiées mais ne le sont jamais à des concentrations supérieures à 0,5 ng.m^{-3}. Sur l'un et l'autre des sites, ces substances ont une origine diverse : substances utilisées sur les cultures de proximité ou sur d'autres cultures, substances interdites.

Sur le site «Plaine du Forez (maraîchage/GC) », il s'agit du carbofuran, de la fenpropidine, du propyzamide, du diméthénamide, de l'oxadiazon, du lindane, de la terbuthylazine et du chlorpyriphos-ethyl.

Sur le site «Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) » , il s'agit du difénoconazole, du flusilazole, du mercaptodiméthur du cyprodinil, du chlorothalonil, de la trifluraline, du lindane et du phosmet.

>> Sur chaque site, l'influence des cultures de proximité est nette, notamment en termes de concentrations maximales, avec les niveaux les plus élevés observés pour des substances utilisées sur les cultures étudiées. Toutefois, la marque de certaines cultures plus éloignées est sensible avec notamment la présence des herbicides utilisés en grandes cultures au début du printemps.

3.4 Comment se situent les résultats par rapport à d'autres études ?

Les mesures de pesticides dans l'air sont très récentes comparativement aux mesures réalisées dans les eaux. Ainsi, les Associations de Surveillance de Qualité de l'air ont débuté ces mesures en 2000 en région Centre. En 2008, la quasi-totalité des régions du territoire métropolitain ont fait l'objet de mesures journalières ou hebdomadaires. Si la vigne et les grandes cultures sont bien représentées dans les études, les références en secteur de maraîchage sont peu nombreuses, de même que l'arboriculture d'abricots/pêches.

Concernant les détections :

En comparaison des autres sites de mesures, le nombre total de substances quantifiées semble plutôt supérieur sur les deux sites en Rhône-Alpes : environ 45 quantifiées sur 76

recherchées contre par exemple 30 sur 80 dans l'étude exploratoire menée sur le territoire d'Ile de France [AIRPARIF, 2007], 12 sur 62 en viticulture en Anjou [AIRPL, 2006] ou 30 sur 49 en région Centre [Ligair, 2007]. Ceci pourrait potentiellement s'expliquer par une diversité de cultures plus importante dans les environs du site, par exemple en vallée du Rhône : arboriculture, viticulture et grandes cultures.

Toutefois, un facteur important doit être l'influence de la méthode de prélèvement pour les valeurs proches du seuil de quantification. Les prélèvements ont été effectués sur des durées de 48 heures à un débit de 30 $m^3.h^{-1}$. Le volume prélevé est donc approximativement de 1400 m^3. Avec un prélèvement de 1 $m^3.h^{-1}$ pendant une semaine, le volume total prélevé est de 168 m^3.
Par conséquent, pour une même limite de détection en ng dans l'échantillon, la limite de détection en concentration est environ 10 fois plus faible pour le prélèvement de 48h.
Pour les niveaux de concentrations observées, environ une quinzaine de substances n'auraient pas été quantifiées avec un prélèvement de 1 semaine à 1 $m^3.h^{-1}$.
De même, l'amélioration des techniques analytiques permet d'abaisser les limites de détection, ce qui peut rendre difficile la comparaison des taux de détection avec des études menées dans les années antérieures.

>> De manière générale, trifluraline, lindane et pendiméthaline sont des substances détectées fréquemment sur les sites étudiés en France.

Concernant les concentrations maximales relevées :

Un travail de compilation de l'ensemble des données produites par les AASQA jusqu'en 2006 a été réalisé par quelques associations pour créer un « atlas » recensant les résultats par substance pour chaque type de prélèvement, journalier et hebdomadaire. Les mesures ont été séparées en 4 typologies : grandes cultures, arboriculture, viticulture, maraîchage.

Les concentrations maximales relevées sont, de manière générale, cohérentes avec les informations disponibles dans les autres études, les points suivants peuvent être relevés :

→ Des concentrations élevées de folpel sont relevées par ailleurs, et il s'agit bien de la substance la plus contributrice en viticulture. En termes de niveaux maximaux, des concentrations dix fois supérieures à celles mesurées sur le site situé en vallée du Rhône ont déjà été retrouvées dans d'autres régions françaises, cela peut s'expliquer par l'absence de mesures au mois de juin sur ce site.

→ Les concentrations de chlorothalonil, propachlore et pyriméthanil sur le site «Plaine du Forez (maraichage/GC) » sont élevées par rapport à ce qui a pu se trouver par ailleurs mais cela doit être relativisé par le peu d'informations disponibles sur ces substances, en maraîchage notamment.

→ Sur le site «Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) », le fénitrothion présentait une concentration maximale de 22 $ng.m^{-3}$. En arboriculture, peu d'informations sont disponibles sur les concentrations de fénitrothion, cela pourrait provenir du fait que les pêchers ont été relativement peu étudiés dans les autres régions françaises.

4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Initiée en 2005, la présente étude avait pour but d'évaluer la présence ou l'absence de phytosanitaires sur deux secteurs présentant des cultures dominantes distinctes. Les données recueillies pourront servir à alimenter les bases de données qui se constituent, notamment dans le cadre de l'action 36 du Plan Régional Santé Environnement de Rhône-Alpes : *« Organiser l'exploitation des données existantes pour estimer l'exposition de la population aux pesticides ».*

Les mesures réalisées sur 76 molécules actives pendant une durée d'un an montrent que, sur l'un et l'autre des deux sites, **60 % des substances ont été détectées, voire quantifiées, au moins une fois dans l'air**, ce qui confirme bien la présence d'une partie des pesticides épandus dans ce compartiment de l'environnement à proximité des zones d'épandage. Sur l'un et l'autre des deux sites, la majorité des concentrations relevées est faible, inférieure à 0,5 $ng.m^{-3}$.

Sur chaque site, les substances recherchées peuvent se classer en plusieurs groupes selon leur fréquence de quantification et les concentrations relevées. En effet, certaines substances sont très détectées, et parfois à des concentrations élevées, d'autres en revanche, bien que souvent détectées, restent à des niveaux faibles.

Sur chaque site, **l'influence des cultures de proximité est très nette**, ainsi les molécules les plus caractéristiques du site en secteur d'arboriculture/viticulture sont le folpel, fongicide de la vigne, et le fénitrothion, insecticide utilisé particulièrement en arboriculture. Sur le site en proximité de maraîchage, le chlorothalonil et le propachlore, utilisés sur ce type de culture, sont les plus caractéristiques. La trifluraline, herbicide de grandes cultures, témoigne également de l'influence de ces activités agricoles environnantes.

De manière générale, sur les deux sites, des molécules utilisées en grandes cultures, dans des secteurs proches, sont retrouvées, comme par exemple l'alachlore et l'acétochlore, herbicides utilisés sur le maïs.

La période d'avril à octobre est celle où le plus grand nombre de pesticides sont mesurés dans l'air, ceci en lien avec les périodes de traitement, qui sont plutôt cohérentes avec les périodes de détection même si certaines molécules sont détectées plusieurs semaines après leur date de traitement théorique. Ces détections a posteriori traduisent potentiellement une re-volatilisation des substances depuis le sol ou la végétation ou éventuellement une remise en suspension de particules dans l'air. Ces mécanismes restent toutefois peu connus. Certaines substances interdites d'utilisation sont également détectées sur les deux sites, ce qui provient probablement des mêmes phénomènes puisque les concentrations restent faibles. Le lindane, insecticide interdit en agriculture en 1998, reste le pesticide interdit le plus retrouvé puisqu'il l'est dans plus de 80% des prélèvements mais à de faibles teneurs ; ce résultat n'est pas spécifique de la région Rhône-Alpes mais quasi-systématique à chaque mesure de pesticides dans l'air.

Les mesures réalisées sur ces deux sites sont les premières d'un programme élaboré sur cinq départements de Rhône-Alpes : l'Ardèche, la Drôme, l'Isère, la Loire et le Rhône, et prévoyant d'appréhender des typologies de site variées. Ainsi, des mesures ont débuté à l'automne 2007 pour une durée d'un an sur trois secteurs présentant les typologies suivantes : viticulture (Beaujolais, Rhône), zone urbaine (agglomération de Valence) et grandes cultures (Plaine de Bièvre, Isère).

D'autres sites viendront compléter ce programme fin 2008. La réalisation régulière de mesures permettra d'améliorer les connaissances sur les niveaux de pesticides présents dans l'air, mais également d'étudier les impacts des réglementations, notamment l'interdiction de substances telles que la trifluraline, qui est à ce jour largement détectée dans l'air de Rhône-Alpes et ailleurs.

BIBLIOGRAPHIE

AFNOR (2007a) Norme XP X 43-058. Air ambiant. Dosage des substances phytosanitaires (pesticides) dans l'air ambiant. Prélèvement actif. Septembre 20007

AFNOR (2007b) 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.

AIRPARIF (2007) Evaluation des concentrations en pesticides dans l'air ambiant francilien : campagne exploratoire. Juin 2007.

Air Pays de la Loire (2006) Mesures de produits phytosanitaires dans l'air en Anjou. Campagne de mesures été 2006. Décembre 2006.

INERIS (2004) Pesticides dans l'air ambiant : Bilan de la méthodologie de prélèvement.

INERIS (2005) Détermination des pesticides à surveiller dans le compartiment aérien : approche par hiérarchisation.

INERIS (2006) Mesure des pesticides dans l'air ambiant.

INRA, CEMAGREF (2005) Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Expertise scientifique collective. Décembre 2005

INVS (2005) Conséquences sanitaires de la présence de lindane dans l'eau de distribution de la commune de Belgentier. Février 2005. ISBN : 2-11-095115-X

Ligair (2007) Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre. Année 2006. Mai 2007

ORS Rhône-Alpes (2007) Tableau de bord Santé-Environnement- Rhône-Alpes. Avril 2007

PAILLOTIN G. (2008) Rapport final du Président du Comité Opérationnel « Ecophyto 2018 ». 22 mai 2008

ANNEXE 1

LISTE DES SUBSTANCES PRIORITAIRES DANS LE DOMAINE DE L'EAU (*)

DÉCISION N°2455/2001/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL
du 20 novembre 2001
établissant la liste des substances prioritaires dans le domaine de l'eau et modifiant la directive
2000/60/CE

Nom de la substance prioritaire	**Identifiée en tant que substance dangereuse prioritaire**		**Nom de la substance prioritaire**	**Identifiée en tant que substance dangereuse prioritaire**
Alachlore			**Hexachlorocyclohexane (gamma-isomère, Lindane)**	X
Anthracène	(X) (***)		**Isoproturon**	(X) (***)
Atrazine	(X) (***)		Plomb et ses composés	(X) (***)
Benzène			Mercure et ses composés	X
Diphényléthers bromés (**)	X (****)		Naphthalène	(X) (***)
Cadmium et ses composés	X		Nickel et ses composés	
C10-13-chloroalcanes	(**) X		Nonylphénols (4-(para)-nonylphénol)	X
Chlorfenvinphos			Octylphénols (para-tert-octylphénol)	(X) (***)
Chlorpyrifos	X) (***)		Pentachlorobenzène	X
1,2-Dichloroéthane			Pentachlorophénol	(X) (***)
Dichlorométhane			Hydrocarbures aromatiques polycycliques (Benzo(a)pyrène), (Benzo(b)fluoranthène), (Benzo(g,h,i)perylène), (Benzo(k)fluoranthène), (Indeno(1,2,3-cd)pyrène)	X
Di(2-éthylhexyl)phtalate (DEHP)	(X) (***)		**Simazine**	(X) (***)
Diuron	(X) (***)		Composés du tributylétain (Tributylétin-cation)	X
Endosulfan, (alpha-endosulfan)	(X) (***)		Trichlorobenzène (1,2,4-Trichlorobenzène)	(X) (***)
Fluoranthène	(*****)		Trichlorométhane (Chloroforme)	
Hexachlorobenzène	X		**Trifluraline**	(X) (***)
Hexachlorobutadiène	X			

(*) Lorsqu'un groupe de substances est retenu, un représentant typique de ce groupe est mentionné à titre de paramètre indicatif (entre parenthèses). Les contrôles sont ciblés sur ces substances types, sans exclure la possibilité de rajouter d'autres représentants, si nécessaire.
(**) Ces groupes de substances englobent généralement un très grand nombre de composés. Pour le moment, il n'est pas possible de fournir des paramètres indicatifs appropriés.
(***) Cette substance prioritaire est soumise à révision pour sa possible identification comme "substance dangereuse prioritaire". La Commission adresse au Parlement européen et au Conseil une proposition en vue de la classification définitive de cette substance, au plus tard 12 mois après l'adoption de la présente liste. Cette révision n'affecte pas le calendrier prévu à l'article 16 de la directive 2000/60/CE pour les propositions de la Commission relatives aux contrôles.
(****) Uniquement pentabromodiphényléther (numéro CAS 32534-81-9).
(*****) Le fluoranthène figure dans la liste en tant qu'indicateur d'autres hydrocarbures aromatiques polycycliques plus dangereux.

ANNEXE 2

Liste de 47 substances concernées par le plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides publié le 28 juin 2006

Alachlore
Aldicarbe
Azinphos-méthyl
Azocyclotin
Beta-cyfluthrine
Bromoxynil (iso et sels)
Bromoxynil (octanoate)
Captane
Carbendazime
Carbofuran
Chlorfenvinphos.
Chlorophacinone
Chlorothalonil
Chlorpyriphos-éthyl
Cyfluthrine
Cyperméthrine (***)
Dichlorvos
Dinocap
Diphenylamine
Diquat
Diuron
Endosulfan
Ethoprophos
Fenbutatin oxydef
Fenpropathrin
Fenthion
Flumioxazine
Fluquinconazole
Flusilazole
Formeténate
Ioxynil
Isoproturon
Lambda-cyhalothrine
Linuron
Méthamidophos
Méthidathion
Méthomyl
Molinate
Oxydéméton-méthyl
Paraquat
Parathion-méthyl
Propargite
Terbufos
Tolylfluanide
Triacétate de guazatine
Vinclozoline
Zirame

(***) Nom générique permettant de rassembler tous les mélanges isomériques à base de cette substance. Il s'agit, plus précisément, de l'alpha-cyperméthrine ou alperméthrine (compositon isomérique : cis/trans = 100/0).

ANNEXE 3

Extrait du communiqué de presse du 29/01/2008 – Ministère de l'Agriculture

Annexe :

Les autorisations mises sur le marché (AMM) des préparations phytopharmaceutiques contenant les 30 substances ci-dessous seront retirées avant le 1er février 2008 :

Alachlore	Endosulfan	Paraquat
Aldicarbe	Fenbutatin oxyde	Parathion-méthyl
Azynphos-méthyl	Fenpropathrine	Procymidone
Azocyclotin	Fenthion	Terbufos
Cadusaphos	Fenarimol	Tolyfluanide
Carbofuran	Fluquinconazole	Trifluraline
Chlorfenvinphos	Méthamidophos	Vinchlozoline
Coumafène	Méthidathion	
Dichlorvos	Méthomyl	
Diuron	Oxydéméthon-methyl	Carbendazime
		Molinate
		Dinocap

S'agissant des stocks, les préparations ne seront plus autorisées à la distribution à compter du 30 avril 2008 et à l'utilisation par les agriculteurs à compter du 31/12/2008, à l'exception des préparations à base de carbendazime, de molinate et de dinocap, pour lesquelles des solutions alternatives sont en cours d'évaluation à l'AFSSA et devraient être disponibles pour la campagne 2009. La distribution des préparations contenant ces trois substances est maintenue jusqu'au 31 décembre 2008 et leur utilisation est maintenue jusqu'au 31/12/2009.

ANNEXE 4

Matériel de mesure et analyse

Les prélèvements ont été réalisés par un préleveur DA80 à un débit de 30 $m^3.h^{-1}$ pendant 48h. La phase gazeuse et la phase particulaire sont piégées respectivement sur une mousse polyuréthane de 26 mm de diamètre et 76 mm de hauteur et un filtre circulaire de diamètre 47 mm.
Les deux phases sont analysées ensemble.

Appareil de mesure Digitel DA80

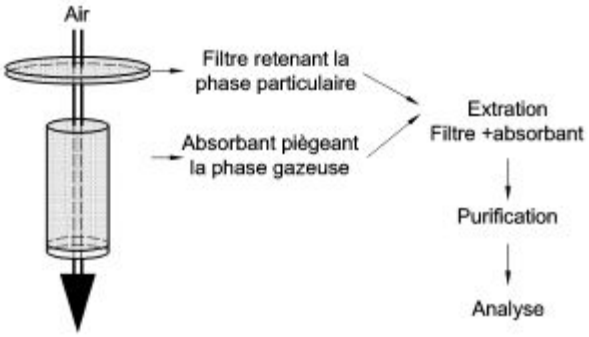


Schéma de principe de la méthode (Extrait norme XP X43-058)

ANNEXE 5

Rendements d'extraction de chaque molécule

Substance	Rdt d'extraction (en %)	Substance	Rdt d'extraction (en %)
24' DDD	87	Fenpropidine	109
24' DDE	75	Fenpropimorphe	102
24' DDT	68	Flazasulfuron	65
44' DDD	68	Flufenoxuron	67
44' DDE	75	Flusilazole	91
44' DDT	80	Folpel	80
Acétochlore	86	Hexaconazole	96
Aclonifen	55	Iprodione	75
Alphaméthrine	84	Isoproturon	64
Endosulfan	100	Krésoxim-méthyl	89
Alachlore	115	Lambda cyhalotrine	95
Atrazine	85	Lindane	97
Azinphos Méthyl	104	Linuron	67
Azoxystrobine	99	Malathion	82
Bifenthrine	104	Mercapthodiméthur	65
Bupirimate	72	Métazachlore	85
Captane	74	Métolachlore	96
Carbaryl	113	Oxadiazon	100
Carbofuran	83	Parathion méthyl	59
Chlorothalonil	78	Pendiméthaline	89
Chlorpyrifos-éthyl	93	Phosalone	58
Chlortoluron	70	Phosmet	45
Cymoxanil	74	Pyrimicarbe	75
Cyproconazole	92	Propachlore	74
Cyprodinil	74	Propargite	78
Deltaméthrine	103	Propyzamide	86
Diazinon	100	Pyriméthanil	80
Dichlorovos	42	Simazine	89
Difénoconazole	87	Tau-fluvalinate I	94
Diflufénicanil	97	Tau-fluvalinate II	86
Diméthénamide	87	Tébuconazole	84
Dinocap	78	Tébutame	110
Dithianon	63	Terbuthylazine	86
Diuron	74	Thirame	54
Doguadine	64	Tolylfluanide	80
Epoxiconazole	88	Trifluraline	58
Fénitrothion	97	Vinchlozoline	75
Fenoxaprop-éthyle	99	Zirame	50

ANNEXE 6

Limites de détection (LD) et de quantification (LQ) (en ng par échantillon)

Substance	LD	LQ	Technique	Substance	LD	LQ	Technique
2,4 DDD	8	20	GC/MS	Fenpropidine	8	20	GC/MS
2,4 DDE	8	20	GC/MS	Fenpropimorphe	8	20	GC/MS
2,4 DDT	8	20	GC/MS	Flazasulfuron	40	100	LC-MS/MS
4,4 DDD	8	20	GC/MS	Flufenoxuron	8	20	LC-MS/MS
4,4 DDE	8	20	GC/MS	Flusilazole	8	20	LC-MS/MS
4,4 DDT	8	20	GC/MS	Folpel	40	100	GC/MS
Acétochlore	8	20	GC/MS	Hexaconazole	8	20	LC-MS/MS
Aclonifen	40	100	GC/MS	Iprodione	8	20	LC-MS/MS
Alphaméthrine	40	100	GC/MS	Isoproturon	8	20	LC-MS/MS
Endosulfan	40	100	GC/MS	Krésoxim-méthyl	8	20	GC/MS
Alachlore	8	20	GC/MS	Lambda cyhalotrine	8	20	GC/MS
Atrazine	8	20	LC-MS/MS	Lindane	8	20	GC/MS
Azinphos Méthyl	8	20	GC/MS	Linuron	8	20	LC-MS/MS
Azoxystrobine	40	100	GC/MS	Malathion	8	20	GC/MS
Bifenthrine	8	20	GC/MS	Mercapthodiméthur	8	20	LC-MS/MS
Bupirimate	40	100	GC/MS	Métazachlore	8	20	GC/MS
Captane	40	100	GC/MS	Métolachlore	8	20	GC/MS
Carbaryl	8	20	LC-MS/MS	Oxadiazon	8	20	GC/MS
Carbofuran	8	20	LC-MS/MS	Parathion méthyl	8	20	GC/MS
Chlorothalonil	8	20	GC/MS	Pendiméthaline	8	20	GC/MS
Chlorpyrifos-éthyl	8	20	GC/MS	Phosalone	200	500	LC-MS/MS
Chlortoluron	8	20	LC-MS/MS	Phosmet	8	20	LC-MS/MS
Cymoxanil	8	20	LC-MS/MS	Pyrimicarbe	8	20	LC-MS/MS
Cyproconazole	8	20	LC-MS/MS	Propachlore	8	20	GC/MS
Cyprodinil	8	20	GC/MS	Propargite	40	100	GC/MS
Deltaméthrine	160	400	GC/MS	Propyzamide	8	20	GC/MS
Diazinon	8	20	GC/MS	Pyriméthanil	8	20	GC/MS
Dichlorovos	8	20	GC/MS	Simazine	8	20	LC-MS/MS
Difénoconazole	8	20	LC-MS/MS	Tau-fluvalinate I	8	20	GC/MS
Diflufénicanil	8	20	GC/MS	Tau-fluvalinate II	8	20	GC/MS
Diméthénamide	8	20	GC/MS	Tébuconazole	8	20	GC/MS
Dinocap	8	20	LC-MS/MS	Tébutame	8	20	GC/MS
Dithianon	200	500	LC-MS/MS	Terbuthylazine	8	20	LC-MS/MS
Diuron	40	100	LC-MS/MS	Thirame	40	100	LC-MS/MS
Doguadine	200	500	LC-MS/MS	Tolylfluanide	8	20	GC/MS
Epoxiconazole	8	20	LC-MS/MS	Trifluraline	8	20	GC/MS
Fénitrothion	8	20	GC/MS	Vinchlozoline	8	20	GC/MS
Fenoxaprop-éthyle	8	20	GC/MS	Zirame	200	500	LC-MS/MS

ANNEXE 7 – RESULTATS DETAILLES

«Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) » - Résultats détaillés en ng.m^{-3} (à 1013 hPa, et 293K)

	Acetochlore	Aclonifen	Alachlor	Alphamethrine	Azinphos methyl	Azoxystrobine	Bifenthrine	Bupirimate	Captan	Chlorothalonil	Chlorpyrifos ethyl	Cyprodinil	Deltamethrine	Diazinon	Dichlorovos	Diflufenicanil	Diméthénamide	Endosulfan A	Fenitrothion	Fenoxaprop-ethyle	Fenpropidin	Fenpropimorphe	Folpel	Kresoxim-methyl	Lambda cyhalotrine	Lindane	Malathion
06-févr										0.03																	
27-févr										0.14	2.64																
20-mars											0.04	0.24														0.23	
03-avr										0.14	0.03	0.18						1.00	0.20				0.46			0.12	
10-avr										0.05	0.32	0.25						5.65	4.05			0.48	5.41			0.27	
17-avr										0.42	0.07	0.11							1.46							0.16	
24-avr	1.21		0.29								0.22	0.04						1.67	2.08			0.02	0.67			0.41	
02-mai	1.02		3.87								0.07						0.08									0.22	
07-mai	0.95		6.54								0.51						0.04		2.37							0.26	
09-mai	0.45		1.41								0.78	0.16							2.23		0.12	0.13	3.31	0.88		0.37	
29-mai	0.24		0.05							0.19	0.15	1.03							0.75					0.68		0.04	
04-juil											0.18	0.31						0.31						0.26		0.07	
09-juil			2.36								0.41								22.68							0.28	
11-juil							0.11				0.26	0.13						0.29	0.93				8.67	0.13		0.11	
24-juil											0.43	0.10											298.26	0.14		0.15	
31-juil											0.64	0.52							0.34				100.09	0.08		0.12	
07-août			0.11								0.30	0.08							0.52				42.29	0.08		2.39	
29-août										0.87	0.22	0.02							0.08				6.88			0.11	
25-sept.										0.10	0.04															0.03	
17-oct.											0.09															0.06	
23-oct.											0.19															0.12	
6-nov.																										0.08	
27-nov.																											
11-déc.											0.18															0.16	

NB : Les cases non renseignées sont < LD. Les limites de détection sont disponibles en annexe 6.

«Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) » – Résultats détaillés en en ng.m^{-3} (à 1013 hPa, et 293K)

	Metazachlore	Metolachlore	Oxadiazon	Parathion methyl	Pendimethaline	Propachlore	Propargite	Propyzamide	Pyriméthanil	Tau-fluvalinate I	Tau-fluvalinate II	Tebuconazole	Tébutame	Tolylfluanide	Trifluraline	Vinchlorozoline	2,4' DDD	2,4' DDE	2,4' DDT	4,4' DDD	4,4' DDE	4,4' DDT	Zirame	Pirimicarb	Cymoxanil	Simazine
06-févr									0.03						0.10								<LQ			
27-févr					0.49	0.08									0.19								<LQ			
20-mars					0.13										0.05								<LQ			
03-avr					0.05	0.05			0.06						0.05								<LQ			
10-avr			0.20		0.31	0.18			0.02						0.25											
17-avr		0.27			0.17				0.03						0.03											
24-avr		0.43	0.09		0.09	0.07									0.08											
02-mai					1.38	0.16									0.20									0.01		
07-mai					1.13	1.67									1.02									0.09		
09-mai		0.33			0.24	3.79									0.21									<LQ		
29-mai		0.33	0.06		0.05	0.14			0.03			0.32		0.18	0.03									<LQ	0.10	
04-juil		0.04							0.02						<LQ								<LQ			
09-juil		0.15			0.93				0.03						0.38								<LQ			
11-juil		0.03			0.09			0.06	0.08						0.02								<LQ			
24-juil									0.39				0.05	0.45	0.02											
31-juil					0.09				0.75				0.06		0.02								<LQ			0.06
07-août					0.09				0.07						0.06								<LQ			0.02
29-août			0.03		0.07				0.04						0.36						0.03				0.03	
25-sept.			<LQ						<LQ						0.61											
17-oct.			0.01		0.11										1.28								<LQ	<LQ		
23-oct.					0.25										1.24								<LQ			
6-nov.					0.16										0.59								<LQ			
27-nov.					0.17										0.11									<LQ		
11-déc.					0.24										0.16											

NB : Les cases non renseignées sont < LD. Les limites de détection sont disponibles en annexe 6.

«Vallée du Rhône/Drôme (arbo/viti) » – Résultats détaillés en en ng.m^{-3} (à 1013 hPa, et 293K)

	Carbofuran	Chlortoluron	Carbaryl	Doguadine	Atrazine	Isoproturon	Thirame	Diuron	Dithianon	Dinocap	Flazasulfuron	Cyproconazole	Mercaptodimethur	Terbuthylazine	Linuron	Phosmet	Epoxiconazole	Flusilazole	Iprodione	Hexaconazole	Difenoconazole	Phosalone	Flufenoxuron
06-févr					<LQ									<LQ					0.03				
27-févr													0.02						0.02	0.03			
20-mars						0.04							0.08	0.02	0.02	0.10	0.08						
03-avr					<LQ	<LQ										0.06							
10-avr					<LQ			0.12				0.10	0.12		0.02			0.02					
17-avr	0.02				<LQ	0.08						0.04				0.14			<LQ		0.06		
24-avr																<LQ	0.02		0.03	0.05			
02-mai	0.34		0.03		<LQ																		
07-mai	0.02											0.02	0.03				0.02	0.04		0.02	0.10	<LQ	
09-mai		<LQ			<LQ	<LQ						0.26	0.03	0.19	0.02			0.05			0.18	<LQ	
29-mai	<LQ		0.04		<LQ					0.08		<LQ	0.03	0.05			<LQ	0.02			0.20		
04-juil			<LQ							0.06		<LQ	<LQ			0.07		<LQ					
09-juil			<LQ		<LQ	<LQ		0.08		0.02	0.02		0.06	0.05			0.03	<LQ					
11-juil										0.10			<LQ			0.01	<LQ				<LQ		
24-juil	<LQ	0.02	<LQ										0.05	0.03	0.03		<LQ	0.02			0.02		<LQ
31-juil	<LQ	0.02	0.05		<LQ	<LQ						<LQ	<LQ	<LQ		0.16		0.02		0.02	0.08		0.07
07-août		<LQ	<LQ							0.11				<LQ	0.06	0.06		0.02					
29-août										0.10			0.05	<LQ				0.02	0.06		<LQ		
25-sept.			<LQ																				
17-oct.						0.01	<LQ				<LQ			<LQ						<LQ	0.02		
23-oct.			<LQ					0.08		<LQ				0.02							0.02		
6-nov.						<LQ		0.09						<LQ	0.02	0.02	<LQ						
27-nov.		0.02				<LQ		0.09	<LQ				0.04		0.02	<LQ	<LQ		0.07		<LQ		
11-déc.		<LQ			<LQ																		

NB : Les cases non renseignées sont < LD. Les limites de détection sont disponibles en annexe 6.

« Plaine du Forez (Maraîchage/GC) » – Résultats détaillés en en ng.m^{-3} (à 1013 hPa, et 293K)

	Acetochlore	Aclonifen	Alachlor	Alphamethrine	Azinphos methyl	Azoxystrobine	Bifenthrine	Bupirimate	Captan	Chlorothalonil	Chlorpyrifos ethyl	Cyprodinil	Deltamethrine	Diazinon	Dichlorovos	Diflufenicanil	Diméthénamide	Endosulfan A	Fenitrothion	Fenoxaprop-ethyle	Fenpropidin	Fenpropimorphe	Folpel	Kresoxim-methyl	Lambda cyhalotrine	Lindane	Malathion
06-févr										0.07	0.06																
27-févr											0.04										0.02						
27-mars											0.03															0.14	
10-avr										0.09																0.20	
17-avr			0.08							0.21	0.03					0.05										0.11	
24-avr			0.48							0.15		0.14															
02-mai	2.21		1.87								0.14								0.37					2.01		0.14	
07-mai			2.36							0.27											0.09					0.08	
09-mai	1.02		1.21							0.11							0.08				0.03					0.16	
29-mai	1.78									0.07							0.43									0.14	
04-juin	0.56		0.20		1.30		0.14			1.81	0.05	0.06					0.21						2.78			0.14	
06-juin	0.63		0.11							2.16	0.05	0.02					0.15	0.19								0.32	
04-juil			0.10								0.08	0.07					0.10	0.13			0.02					0.06	
09-juil											0.22															0.23	
11-juil										0.52	0.32						0.09									0.18	
24-juil										0.22	0.22										0.03					0.10	
07-août										0.19											0.04					0.16	
21-août										2.85		0.02									0.03					0.08	
28-août										56.85		0.02									0.04					0.24	
10-sept										0.16	0.10															0.09	
09-oct												0.02				0.05	0.03									0.12	
16-oct										1.57							0.02									0.05	
23-oct										2.13										0.04						0.06	
27-nov																										0.15	
11-déc											0.16															0.15	

NB : Les cases non renseignées sont < LD. Les limites de détection sont disponibles en annexe 6.

« Plaine du Forez (Maraîchage/GC) » – Résultats détaillés en en ng.m^{-3} (à 1013 hPa, et 293K)

	Metazachlore	Metolachlore	Oxadiazon	Parathion methyl	Pendimethaline	Propachlore	Propargite	Propyzamide	Pyriméthanil	Tau-fluvalinate I	Tau-fluvalinate II	Tebuconazole	Tébutame	Tolylfluanide	Trifluraline	Vinchlorozoline	2,4' DDD	2,4' DDE	2,4' DDT	4,4' DDD	4,4' DDE	4,4' DDT	Zirame	Pirimicarb	Cymoxanil	Simazine
06-févr									0.45						0.10								<LQ			
27-févr					0.09				0.04						0.04								<LQ		<LQ	
27-mars					0.21	1.42									0.06								<LQ			<LQ
10-avr					0.60	1.10									0.48								<LQ			<LQ
17-avr			0.06		0.23	0.37									0.23								<LQ			
24-avr					0.53	0.28									0.13									<LQ		
02-mai		2.68			0.80	0.61									0.16									<LQ	0.03	
07-mai					1.92	0.82									0.24								<LQ	<LQ	0.04	
09-mai		0.24			0.66	0.27									0.05	2.53									0.06	<LQ
29-mai			0.26		4.56										0.48								<LQ	<LQ	0.03	
04-juin		0.29			1.85	0.12									0.60											
06-juin		0.14			1.82	0.10		0.04							0.50	0.08								<LQ	0.03	
04-juil			0.17		0.48	0.11				6.18					0.04									<LQ	<LQ	
09-juil			0.15		1.25	0.12									0.04									<LQ	0.15	
11-juil			0.15		0.48	31.83		0.11							0.20									<LQ	0.03	
24-juil			0.17		0.33	0.69		0.07							0.09								<LQ	<LQ	0.08	
07-août					0.19	0.19		0.05							0.12								<LQ	0.03	0.10	
21-août			0.09		0.17	0.24		0.15	0.04						0.08						0.02		<LQ	0.12	<LQ	
28-août			0.23		0.24	0.16		0.35							2.32						0.03		<LQ	0.05	0.69	
10-sept			0.10		0.09	0.18		0.04	0.05						0.13									0.02	0.02	
09-oct					0.11				0.04						####									0.02	0.01	
16-oct			0.02		0.07	0.02			6.82			0.09			####										0.03	
23-oct					0.21				0.22						####								2.26	<LQ		
27-nov					0.22				0.08						2.32									<LQ		
11-déc					0.2			0.22							0.7								<LQ			

NB : Les cases non renseignées sont < LD. Les limites de détection sont disponibles en annexe 6.

« Plaine du Forez (Maraîchage/GC) » – Résultats détaillés en en ng.m^{-3} (à 1013 hPa, et 293K)

	Carbofuran	Chlortoluron	Carbaryl	Doguadine	Atrazine	Isoproturon	Thirame	Diuron	Dithianon	Dinocap	Flazasulfuron	Cyproconazole	Mercaptodimethur	Terbuthylazine	Linuron	Phosmet	Epoxiconazole	Flusilazole	Iprodione	Hexaconazole	Difenoconazole	Phosalone	Flufenoxuron
06-févr																<LQ	0.02		<LQ				
27-févr													0.02	<LQ	<LQ	0.09	0.05	<LQ					
27-mars				<LQ										0.07	0.03	0.23		<LQ	<LQ	<LQ			
10-avr	<LQ							<LQ					0.04	<LQ	0.03			0.02					
17-avr	<LQ					<LQ																	
24-avr						<LQ		0.12		<LQ					0.02								
02-mai		<LQ	0.05	<LQ				0.16		0.04				0.06						<LQ	<LQ		
07-mai	0.16	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ							0.14					0.03						
09-mai	0.04	<LQ	<LQ		<LQ			<LQ				0.03	<LQ	<LQ			<LQ						
29-mai	0.11	0.03	<LQ	<LQ	<LQ			<LQ					0.02	<LQ				<LQ	0.09				
04-juin	0.14	0.02	0.01		<LQ					<LQ		<LQ		0.02			<LQ	<LQ	<LQ				
06-juin	0.17		0.02	<LQ	<LQ			0.08		<LQ				<LQ					0.02				
04-juil	0.11												0.04	<LQ		<LQ		<LQ					
09-juil	0.10									<LQ			0.07	0.03		0.03		<LQ					
11-juil	0.08							<LQ		<LQ			0.03	0.02	0.06			<LQ					
24-juil	0.09	<LQ	<LQ							0.02			0.06	0.03	0.37	0.28		<LQ	0.04				
07-août	0.15	0.02						<LQ		<LQ			0.22		0.07			0.03	<LQ				
21-août		<LQ								<LQ			0.02			<LQ		<LQ					
28-août					<LQ	<LQ		<LQ		0.04			0.80	0.02		<LQ	<LQ	0.05	0.04				
10-sept	0.10												0.11	0.09					<LQ				
09-oct		<LQ				0.02							0.05							<LQ			
16-oct	0.03	0.04				0.03				0.02	<LQ	<LQ	0.07	<LQ			0.02						
23-oct						0.04		0.09					<LQ	0.02			0.05						
27-nov	0.02					<LQ								0.02	0.04	0.02	0.02			0.02			
11-déc					<LQ	<LQ													<LQ	0.02			

NB : Les cases non renseignées sont < LD. Les limites de détection sont disponibles en annexe 6.

ANNEXE 8
Liste des substances utilisées par type de cultures
(données SRPV)

Maraîchage (poireau/salade)	Viticulture	Arboriculture (Abricots/Pêches)
Alphaméthrine	Bifenthrine	Azinphos-méthyl
Azoxystrobine	Cymoxanil	Bupirimate
Bifenthrine	Deltaméthrine	Chlorpyriphos-ethyl
Carbofuran	Diuron	Deltaméthrine
Chlorothalonil	Flazasulfuron	Difénoconazole
Cymoxanil	Flufénoxuron	Dinocap
Cyprodinil	Folpel	Fénitrothion
Deltaméthrine	Krésoxim-méthyl	Lambda-cyhalothrine
Iprodione	Lambda-cyhalothrine	Phosalone
Lambda-cyhalothrine	Tébuconazole	Thirame
Linuron		Zirame
Mercaptodiméthur		Alphaméthrine
Pendiméthaline		Bifenthrine
Propachlore		Captane
Propyzamide		Dithianon
Pyriméthanil		Flusilazole
Pyrimicarbe		Hexaconazole
Tau-fluvalinate		Tau-fluvalinate
Tébuconazole		Tébuconazole