

Les pesticides dans l'air ambiant

Observatoire des Résidus de Pesticides en Provence-Alpes-Côte d'Azur

Synthèse des résultats 2012 - 2015



Auteur: Nicolas MARI – nicolas.mari@airpaca.org

Date de publication : 09/2018

contact.air@airpaca.org

www.airpaca.org

Siège social
146, rue Paradis - « Le Noilly Paradis »
13294 Marseille Cedex 06
Tél. 04 91 32 38 00 - Fax 04 91 32 38 29

Établissement de Martigues
Route de la Vierge
13500 Martigues
Tél. 04 42 13 01 20 - Fax 04 42 13 01 29

Établissement de Nice
333, Promenade des Anglais
06200 Nice
Tél. 04 93 18 88 00 - Fax 04 93 18 83 06

Table des matières

1. Bibliographie et synthèse des résultats de pesticides en Provence-Alpes-Côte d'Azur	3
2. Connaissances générales	3
2.1 Définition : Les pesticides	3
2.2 Les effets sur la santé	4
2.3 Utilisation et réglementation des pesticides en France	4
2.3.1 Utilisation des pesticides en France.....	4
2.3.2 Réglementation des pesticides en France	4
3. Présence et devenir des pesticides dans l'atmosphère	6
3.1 Volatilisation des pesticides	6
3.1.1 Volatilisation pendant l'épandage : la dérive	6
3.1.2 Volatilisation après l'épandage.....	7
3.2 Elimination des pesticides dans l'atmosphère	8
3.2.1 Dépôts atmosphériques.....	8
3.2.2 Dégradation atmosphérique par photolyse et photooxydation	8
3.3 Molécules habituellement observées	8
4. Observatoire des Résidus des pesticides (ORP)	9
4.1 Présentation de l'ORP.....	9
4.2 Présentation de la campagne de mesure 2012 – 2017	9
4.2.1 Appareillages et techniques de mesures	9
4.2.2 Les sites étudiés	9
4.2.3 Substances recherchées	10
4.3 Synthèse des résultats obtenus depuis 2012	11
5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	12
6. Références bibliographiques	13
7. Figures et tableaux	14
8. ANNEXES	15

1. Bibliographie et synthèse des résultats de pesticides en Provence-Alpes-Côte d'Azur

Le sujet des pesticides fait grand débat en France, 1^{er} consommateur européen, où l'utilisation de ces produits inquiète la population et les scientifiques. En effet, de nombreuses études ont mis en évidence la présence de produits phytosanitaires dans tous les compartiments de l'environnement. L'eau, l'air, les sols ainsi que la chaîne alimentaire sont donc contaminés. L'exposition importante de la population à ces substances pourrait favoriser le développement de maladie, il est donc primordial de s'interroger sur le devenir des pesticides dans l'environnement.

Connu comme la source principale de pollution atmosphérique de pesticides, l'agriculture n'est pas le seul domaine pointé du doigt. Les autres sources proviennent des industries, des villes ainsi que des particuliers. L'exposition des populations aux produits phytosanitaires se fait donc à la campagne comme à la ville.

Actuellement, aucune norme réglementaire sur la limite de concentration en pesticide dans l'air (intérieur et extérieur) n'existe. Sous l'impulsion du Plan Régional Santé Environnement (PRSE) et du plan ECOPHYTO, des mesures ont été mises en place pour améliorer nos connaissances sur l'exposition des populations aux produits phytosanitaires.

Ce document est une étude bibliographique présentant des connaissances générales sur la présence des pesticides dans l'atmosphère ainsi qu'une synthèse des résultats de l'Observatoire des Résidus des Pesticides en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

2. Connaissances générales

2.1 Définition : Les pesticides

Le terme « pesticide » désigne toutes les substances utilisées pour prévenir, contrôler ou lutter contre des organismes considérés comme indésirables ou nuisibles. On distingue, d'un point de vue réglementaire, une large gamme de molécules ayant des utilisations diverses (Figure 1):

- **Produits phytopharmaceutiques** : Les produits phytopharmaceutiques sont des préparations destinées à protéger les végétaux et les produits de culture.
- **Produits biocides** : Les produits biocides (désinfectants ménagers, insecticides et autres produits chimiques) sont utilisés pour éliminer les organismes nuisibles (parasites, champignons, bactéries, etc.) ou en protéger les matériaux.
- **Produits antiparasitaires humains** : Produits capables de tuer des parasites chez les humains.
- **Produits antiparasitaires vétérinaires** : Produits capables de tuer des parasites chez les animaux.

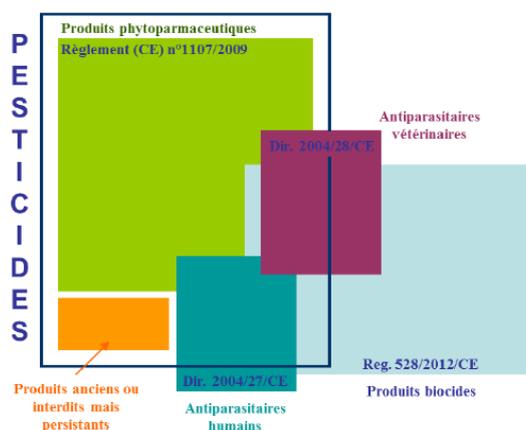


Figure 1 . Classification réglementaire des pesticides [2]

Les pesticides sont commercialisés sous forme de préparations composées d'une ou plusieurs substances actives. Ces dernières exercent une action envers les organismes indésirables. Associés aux substances actives, des adjuvants et des diluants liquides ou solides vont composer la formulation finale du pesticide. Etant donné le nombre important de

substances actives sur le marché, la classification est rendue plus simple en répertoriant les pesticides en fonction des espèces qu'ils sont censés éliminer. Les composés les plus fréquemment rencontrés sont les herbicides (contre les végétaux indésirables), les insecticides (contre les insectes de types pucerons par exemple) et les fongicides (contre les champignons).

2.2 Les effets sur la santé

Lors de l'utilisation des pesticides, l'exposition se produit par de multiples vecteurs : par inhalation, par contact cutané ou suite à l'ingestion d'aliments contaminés. L'exposition de la population aux pesticides peut être de type aiguë ou chronique. Dans le premier cas, il s'agit d'une exposition de courte durée et de forte concentration en pesticides. Ce cas se présente, la plupart du temps, lors de la manipulation de produits non dilués. Les effets qui font suite à cette contamination sont bien connus et présentent en générale des brûlures chimiques oculaires, des lésions cutanées, des effets neurologiques voire des troubles hépatiques. Dans le cas d'une exposition chronique, il s'agit d'expositions répétées et prolongées à de faibles quantités de pesticides. Les effets en lien avec cette situation sont eux moins bien connus. D'après l'INSERM [3] (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) et l'InVS [4] (Institut de Veille Sanitaire), il existerait un rapport entre exposition professionnelle aux pesticides et certaines maladies chez l'adulte. Il a été observé des pathologies telles que des maladies neurologiques (maladie de Parkinson), de multiples cancers, des problèmes de fertilité. Par ailleurs, l'exposition aux pesticides survenant au cours de la période prénatale semble être particulièrement à risque pour le développement de l'enfant.

2.3 Utilisation et réglementation des pesticides en France

2.3.1 Utilisation des pesticides en France

L'usage des pesticides varie selon une multitude de paramètres. Le type de culture ainsi que les changements climatiques favorisent l'apparition de nuisibles et influencent donc l'utilisation de pesticides.

D'après la Banque nationale des ventes de produits phytosanitaires [5] (BNV-d), près de 68 milliers de tonnes de substances actives ont été vendus en France en 2015. Ce nombre important prouve que l'engouement pour les pesticides est toujours présent, comme indiqué par la BNV-d qui, depuis 2009, a constaté une hausse des achats pour les produits phytosanitaires. Suivant ces quantités de ventes, plus de 90 % des produits sont alloués à l'usage agricole.

En 2015, près de 23 % des ventes représentaient des produits dits les plus toxiques (cancérogènes, mutagènes ou reprotoxiques). La carte ci-contre (Cartographie 1) montre la quantité de pesticides vendus ainsi que la part des pesticides les plus toxiques vendus par régions en 2015.

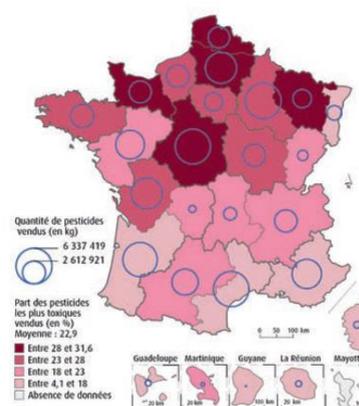
Des différences marquantes sont tout d'abord observées sur la quantité de pesticides vendue. Les régions du Centre vendent moins de pesticides que les régions du Sud et du Nord. De plus, la part des ventes des pesticides les plus toxiques indique des valeurs élevées majoritairement dans le Nord de la France, où cinq régions présentent les valeurs maximales (entre 28 % et 31,6 % des ventes). A contrario, les valeurs minimales de ventes de produits les plus toxiques se trouvent dans le Sud et l'Est de la France.

2.3.2 Réglementation des pesticides en France

La réglementation sur les pesticides a pour but de préserver la santé des populations et de limiter les impacts environnementaux. Dans ce domaine, la France doit notamment respecter les conventions internationales ainsi que les directives européennes et peut aussi établir ses propres réglementations.

La Commission européenne a par exemple statué en 2013 sur la limitation d'utilisation de pesticides appartenant à la famille des néonicotinoïdes. La réglementation européenne, comme française, n'ont pour l'heure aucune limitation seuil pour les pesticides dans l'air contrairement au compartiment « eau » qui lui est bien codifié.

Cartographie 1 . Ventes de pesticides en 2015 en France [5]



Note de lecture : 22,9 % des pesticides vendus en France sont des pesticides classés parmi les plus toxiques.
Note : les pesticides les plus toxiques sont les pesticides classés T (toxique), T+ (très toxique) et CMR (cancérogène, mutagène, reprotoxique).
Source : Banque nationale de données des ventes des distributeurs de produits phytosanitaires (BNV-d), 2015. Traitements : SOeS, 2017

En France, l'Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail (ANSES) procède à l'évaluation des risques des produits et s'occupe de délivrer les autorisations de mise sur le marché. En 2008, le plan ECOPHYTO est mis en place à la suite du Grenelle de l'Environnement. Une révision des objectifs de ce même plan a vu le jour en 2015. Ces objectifs prévoient de réduire de 25 % le recours aux pesticides d'ici 2020 puis de 50 % d'ici 2025. Pour atteindre ces ambitions, ECOPHYTO est accompagné par un dispositif de phytopharmacovigilance [6] permettant de surveiller les effets indésirables des produits phytopharmaceutiques sur la santé humaine, animale, végétale et la contamination des milieux. Un Plan National Santé Environnement (PNSE) a été mis en place en 2004. Aujourd'hui, ce plan en est à sa troisième édition. Parmi les objectifs stratégiques de ce plan, figurent des actions qui visent à contrôler et à restreindre l'usage des pesticides. L'interdiction en 2015 de l'épandage par voie aérienne en est un bon exemple. Ce plan existe aussi du point de vu régional (PRSE) et inclut des objectifs visant à réduire la présence des pesticides dans l'air.

3. Présence et devenir des pesticides dans l'atmosphère

Au cours de leur utilisation, une partie des pesticides ne parvient pas sur la surface ciblée. La technique de pulvérisation, la formulation des produits ainsi que la météorologie influencent la contamination du compartiment aérien. La proportion de produits émis dans l'atmosphère peut ainsi atteindre jusqu'à 50 %. Plusieurs procédés sont à l'origine de la présence des pesticides dans l'atmosphère [7] :

- la dérive lors du traitement,
- la volatilisation post-application,
- l'érosion éolienne.

Les concentrations dans l'air atteignent quelques dizaines de nanogrammes par mètre cube et sont tout aussi bien présents en milieu rural qu'urbain. Les masses d'air peuvent transporter ces substances à de très longues distances selon la stabilité du produit. L'élimination des pesticides présents dans l'atmosphère se fait :

- par dépôt sec et humide,
- par dégradation photochimique.

La figure suivante (Figure 2) représente les mécanismes d'évolution des pesticides dans l'atmosphère.

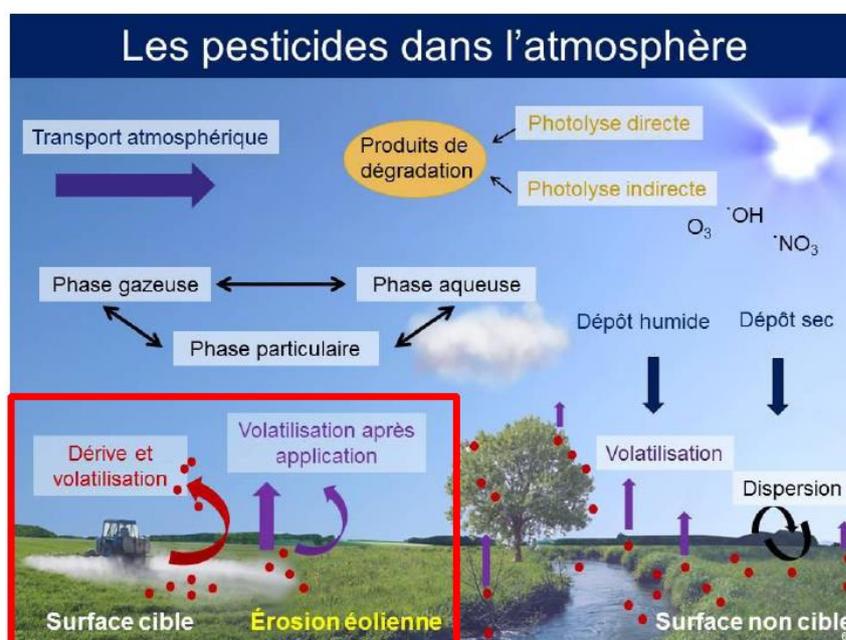


Figure 2 . Transfert et comportement des pesticides dans l'atmosphère [8]

3.1 Volatilisation des pesticides

3.1.1 Volatilisation pendant l'épandage : la dérive

Durant l'épandage, il est possible qu'il y ait un transfert de pesticides vers l'atmosphère. Ce processus se nomme la dérive, c'est-à-dire que le produit émit sous forme de gouttelettes en suspension n'atteint pas la surface cible. Les gouttelettes de petites tailles sont soumises plus facilement à la dérive et au vent tandis que celles de grandes tailles vont atteindre plus facilement la cible. Une grande partie des pesticides se retrouve transportée à une courte distance de l'application, néanmoins, sous l'effet du vent, les produits peuvent parcourir une longue distance. Cette perte de pesticides dépend donc en partie de la méthode d'application [9] et des conditions météorologiques (vent, température, humidité...).

3.1.2 Volatilisation après l'épandage

3.1.2.1 Volatilisation post-application

Le taux de volatilisation post-application est plus important dans la journée. La température ainsi que les mouvements atmosphériques favorisent le transport des pesticides. Au contraire de la nuit où l'humidité va plaquer les gouttelettes de pesticides au sol tout comme le fait la rosée en matinée. La volatilisation post-application se manifeste généralement par des processus d'évaporation, de sublimation et de désorption. Elle dépend notamment des propriétés physico-chimiques des pesticides, des conditions météorologiques, des propriétés du sol voire du taux de végétation. Elle peut avoir lieu à partir du sol ou de la plante et peut se prolonger pendant des semaines.

3.1.2.2 Erosion éolienne

Ce phénomène se manifeste lorsque le vent vient arracher des particules de pesticides présentes à la surface du sol. Ces particules vont donc être mises en suspension dans l'atmosphère et transportées par les masses d'air. Les sols nus, ayant très peu de couvert végétal, sont les plus sensibles à l'érosion éolienne.

3.1.2.3 « Effet sauterelle »

L'utilisation massive des pesticides fait qu'aujourd'hui, on peut détecter des quantités mesurables de particules dans l'air, dans la neige ou dans les sédiments des régions polaires. L'International Polar Foundation [10] fait état d'un grand nombre de substances retrouvées chez des espèces animales polaires. Les substances les plus stables et ayant un temps de vie conséquent circulent autour du globe grâce à l'« effet sauterelle » (Figure 3).

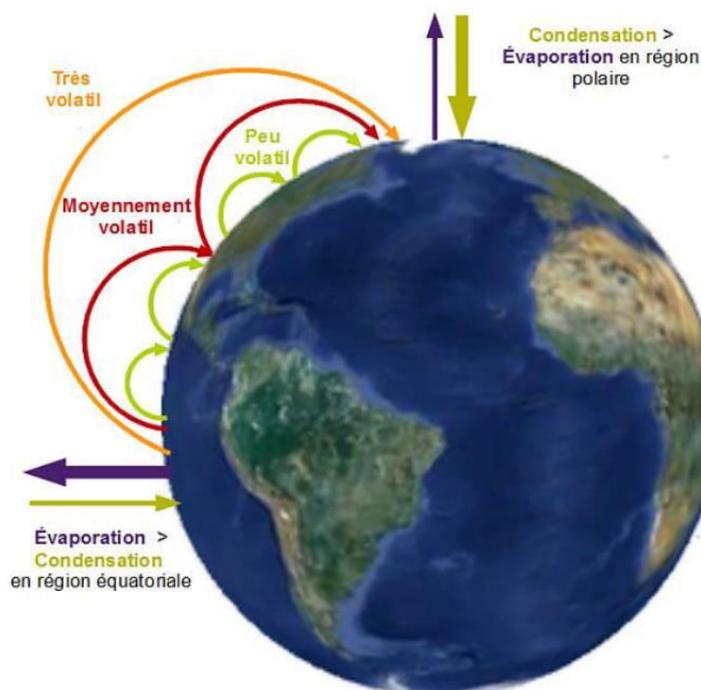


Figure 3 . L'effet sauterelle [8]

Ce phénomène saisonnier d'évaporations et de dépôts successifs permet aux polluants de rejoindre les régions éloignées polaires avec l'aide des courants atmosphériques. En hiver par exemple, des polluants provenant de l'Amérique du Nord sont retrouvés dans l'Arctique, tandis que durant l'été, les polluants proviendront d'Europe Centrale. Les températures élevées permettent aux particules de passer en phase gazeuse et d'être portées par les masses d'air. Lorsque la température baisse, ces dernières vont s'adsorber et revenir en surface et ainsi de suite. C'est ce cycle, répété plusieurs fois, qui va permettre aux pesticides de se retrouver dans les régions froides.

3.2 Élimination des pesticides dans l'atmosphère

En plus d'être éliminés par des transformations photochimiques, les pesticides vont être soumis à des processus de retombées atmosphériques. Il s'agit des dépôts secs et humides. Ainsi, les facteurs météorologiques et les capacités physico-chimiques des composés influencent grandement les retombées des pesticides à la surface.

3.2.1 Dépôts atmosphériques

3.2.1.1 Dépôt humide

Les pesticides peuvent être éliminés de l'atmosphère par des dépôts humides provenant des précipitations (pluie, neige). Autant en phase particulaire que gazeuse, les particules de pesticides vont pouvoir se dissoudre dans les gouttelettes de nuages ou de pluies. Lors des précipitations, les basses couches en surface sont lessivées et vont entraîner avec eux les pesticides.

3.2.1.2 Dépôt sec

Les dépôts secs sont caractérisés par le transport des pesticides vers la surface en s'adsorbant sur de la matière particulaire en suspension. Les pesticides retombent donc sur les sols, l'eau de surface ou bien des surfaces naturelles comme les plantes.

3.2.2 Dégradation atmosphérique par photolyse et photooxydation

L'élimination des pesticides par l'atmosphère peut également provenir de processus photochimique. Ces réactivités atmosphériques induisent la formation de nouveaux composés dont la toxicité peut être élevée. Les réactions sont de deux sortes : la photolyse indirecte et la photolyse directe. Dans le premier cas, on parle d'oxydation avec les radicaux OH, l'ozone ou les oxydes d'azote. Dans le second cas, on parle de la réaction chimique se produisant lorsque les pesticides absorbent une partie du rayonnement solaire. Ainsi, les molécules sont susceptibles d'être photo-dissociées.

3.3 Molécules habituellement observées

En l'absence d'obligation réglementaire, la mesure des concentrations en pesticides dans l'air ambiant a mis du temps à se développer. En France, ce n'est que depuis les années 2000 que des campagnes de mesures sont mis en place. De façon générale, les pics de concentrations, sont reliés aux périodes d'applications des produits phytosanitaires. Les molécules détectées, par les différentes associations de surveillance de la qualité de l'air, sont semblables la plupart du temps. Dans ces molécules le plus souvent prélevées, il est retrouvé le chlorothalonil, le métolachlore, le folpel, le pendimethaline, le chlorpyrifos-éthyl (liste non-exhaustive). Le type de culture présent dans les régions d'études joue un rôle majeur sur les composés majoritaires relevés. Néanmoins, il existe un composé particulier observable dans toute la France : produit phytosanitaire de type insecticide, le lindane. Très utilisé lors de sa commercialisation, il a depuis été interdit à la vente (1998). Alors pourquoi est-il encore présent ? Le lindane se décompose très lentement et se retrouve encore aujourd'hui dans les sols d'agriculture intensive. Sa forte volatilité et son utilisation en tant que biocide peuvent expliquer sa présence dans l'air ambiant.

4. Observatoire des Résidus des pesticides (ORP)

4.1 Présentation de l'ORP

Initié par l'ANSES en 2006, l'Observatoire des Résidus des Pesticides (ORP) a pour mission d'améliorer les connaissances sur les expositions et d'estimer l'exposition des populations aux pesticides. Bien qu'aucune réglementation ne prévoie actuellement une limite seuil aux concentrations en pesticides dans l'air, l'évaluation des concentrations est évoquée dans le Plan Nationale Santé Environnement (PNSE). Au niveau régional, le PRSE ainsi que le plan ECOPHYTO ont permis de mettre en avant les objectifs de réduction de l'utilisation des pesticides.

En 2011, Air PACA, en partenariat avec le Laboratoire Chimie Environnement (LCE, Marseille), a mis en place un programme de surveillance des pesticides : ORP PACA. L'ORP PACA a tout d'abord réalisé un premier inventaire régional des émissions de produits phytosanitaires dans l'air. Par la suite, ces travaux ont permis de développer une méthode analytique et d'effectuer des prélèvements dans les sites préalablement choisis.

4.2 Présentation de la campagne de mesure 2012 – 2017

4.2.1 Appareillages et techniques de mesures



Air PACA s'est appuyé sur les recommandations du LCSQA [11], de l'ANSES [12] et du Groupe de Réflexion Alphaⁱ pour ses prélèvements. Ces derniers sont effectués à l'aide d'un préleveur haut débit ($10 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) avec une tête PTSⁱⁱ (Particules Totales en Suspension). Cet appareil peut également fonctionner avec une tête PM10ⁱⁱⁱ. L'air, aspiré par la pompe, va traverser les différents supports d'échantillonnage, le filtre à particule (pour le prélèvement de la phase particulaire), la mousse polyuréthane et la résine (pour la phase gazeuse). Après la séquence de prélèvement, les supports sont analysés en laboratoire. Une extraction est réalisée suivi par une analyse par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. Pour chaque résultat obtenu sur les supports d'échantillonnage, la concentration pour chaque pesticide correspond à sa phase particulaire et gazeuse. Aucun traitement n'est donc fait pour permettre de différencier les deux phases moléculaires [13].

Figure 4 . Préleveur haut débit (DA 80)

4.2.2 Les sites étudiés

Pour son lancement en 2011 [14], l'ORP PACA a décidé de constituer sa liste de pesticides à observer sur un site pilote à Avignon. Le positionnement de ce dernier a permis de collecter des données sur des substances provenant de tous types de pollution. En effet, une grande zone agricole est située au sud de ce point et une zone de maraîchage est

ⁱ Groupe de réflexion ayant pour but de définir une liste socle nationale de pesticides à mesurer.

ⁱⁱ La tête PTS permet de capter des particules de toutes tailles.

ⁱⁱⁱ La tête PM10 permet de capter des particules de diamètre inférieur à $10 \mu\text{m}$ (10^{-6} m).

au Nord. Les pesticides utilisés en milieu urbain ainsi que pour l'entretien des infrastructures sont aussi très présents dans cette zone.

En 2012 [2] et 2013 [15], cinq sites de mesures ont été choisis. Quatre d'entre eux sont des sites urbains et un seul est un site rural. Les sites urbains sont : Avignon, Arles, Cannes et Toulon. Ces sites ont pour point commun d'être des agglomérations situées dans des zones où les pratiques agricoles sont bien présentes. Le site rural est quant à lui représenté par Cavaillon/Les Vignères. Ce site est localisé dans une zone d'arboriculture intensive permettant d'estimer l'exposition des populations aux parcelles traitées avec des pesticides. En 2014 [16], 2015 [17] et 2016, les sites d'Arles et de Cannes ont été remplacés par les sites de Port-de-Bouc et Nice. Enfin, en 2017, les prélèvements sur le site de Toulon sont arrêtés.

Toujours dans l'objectif d'accumuler des connaissances sur les concentrations en pesticides de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, un bilan est fait chaque fin d'année avec les données récoltées sur les sites de prélèvements.

4.2.3 Substances recherchées

La liste des substances actives définie aujourd'hui a été déterminée [13] :

- Sur la base de la liste socle de l'ORP national (41 molécules),
- Complétée avec l'appui de l'INERIS et du logiciel SPH'AIR,
- Adaptée aux recommandations du LCE, de la DRAAF PACA et de l'ARS PACA.

En 2012 et 2013, 43 composés ont été recherchés. La dernière campagne, datant de 2017, a visé 60 composés. Ces derniers sont récapitulés dans le tableau suivant.

Tableau 1 . Liste des molécules herbicides, insecticides et fongicides d'intérêt

HERBICIDES	INSECTICIDES	FONGICIDES
2,4D	Chlorpyrifos-éthyl	Boscalid
2,4MCPA	Chlorpyrifos-méthyl	Chlorothalonil
Aclonifen	Cypermethrine	Cymoxanil
Amitrole	Deltamethrine	Cyprodinil
Chlorpropham	Diflubenzuron	Difenoconazole
Clomazone	Esbiothrine	Dimethomorphe
Diclofop-méthyl	Fenoxycarbe	Epoxiconazole
Diflufenican	Fipronil	Fenhexamid
Dimethenamid-P	Imidaclopride	Fenpropidine
Flazasulfuron	Lambda-cyhalothrine	Fenpropimorphe
Flumioxazine	Lindane	Fluazinam
Flurochloridone	Permethrine	Flusilazole
Fluroxypyr	Piperonyl Butoxide (PBO)	Folpel
Isoproturon	Pirimicarbe	Iprodione
Lenacil	Thiamethoxame	Kresoxim-méthyl
Linuron		Pyrimethanil
Metazachlore		Spiroxamine
S-Metolachlore		Tebuconazole
Oxadiazon		Tetraconazole
Pendimethaline		Tolyfluanid
Propyzamide		
Prosulfocarbe		
Sulcotrione		
Terbutylazine		
Triallat		

4.3 Synthèse des résultats obtenus depuis 2012

L'augmentation des substances recherchées entre 2012 et 2015 rend la comparaison du nombre de molécules détectées difficile. Cependant, des tendances ressortent assez clairement et peuvent être interprétées. La Figure 5 et la Figure A. 1 sont utiles dans cette interprétation. A noter que les sites d'Arles et de Cannes ne sont pas représentés ; les prélèvements se sont arrêtés en 2014.

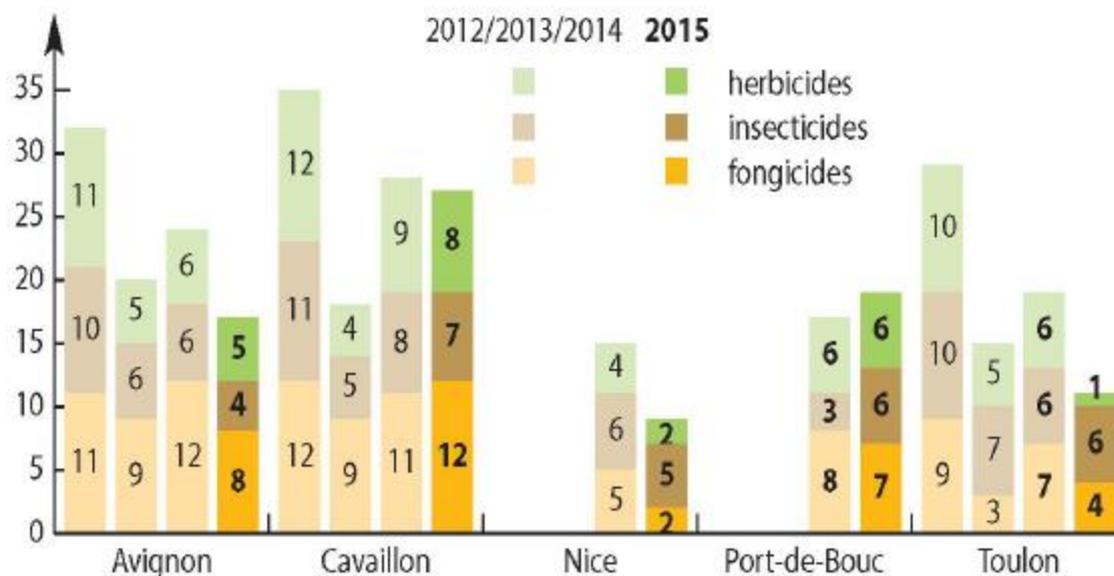


Figure 5. Nombre de molécules détectées en 2012, 2013, 2014 et 2015 [17]

- Les herbicides ont connu une diminution de détection notable entre 2012 et 2015. Le pourcentage de détection en 2012 s'élevait à 56 % tandis qu'en 2015, il n'était plus que de 21 %. Le site ayant le plus de contribution dans ces chiffres est le site rural de Cavaillon. Avec 12 molécules détectées en 2012 et 8 en 2015, ce dernier suit la tendance décroissante globale. Les concentrations cumulées (Figure A. 2) indiquent elles aussi la tendance décroissante. Le maximum du cumul d'herbicides se trouve chaque année à Cavaillon. Les valeurs atteignent même un maximum en 2013 sur ce site de l'ordre de 32 ng.m⁻³ et un minimum en 2015 de 4 ng.m⁻³. Les sites détectant le moins de molécules sont Nice et Toulon. La baisse de détection a touché tous les sites de prélèvement. Ainsi, on trouve des baisses de concentrations pour les herbicides de -85 % à Cavaillon, -95 % à Avignon et -100 % à Toulon. Le cumul en herbicide est principalement composé d'une substance, qui est la pendiméthaline. Ses pourcentages de détection atteignent 86 % en 2012 contre 36 % en 2015.
- Les insecticides ont eux aussi connu une diminution de détection. Cette dernière était de 74 % en 2012, tandis qu'en 2015, ce chiffre atteignait 40 %. Tous les sites semblent être touchés par la présence d'insecticides mais Cavaillon reste, comme précédemment, le site enregistrant les plus forts cumuls (Figure A. 3). Le principal insecticide retrouvé dans ces cumuls est le chlorpyrifos-éthyl. Ses pourcentages de détection indiquent sa présence en moyenne à 93 % entre 2012 et 2014 puis baisse pour atteindre 54 % en 2015. Sur Cavaillon, les concentrations cumulées de chlorpyrifos-éthyl varient de 711 ng.m⁻³ en 2012 à 10 ng.m⁻³ en 2015. En dehors du chlorpyrifos-éthyl, une autre substance est souvent détectée, il s'agit du lindane. Le lindane, pourtant interdit depuis 1998, est retrouvé dans plus de 95 % des échantillons, tous sites confondus.
- Les fongicides subissent de même une diminution de détection. Ils sont détectés à 80 % en moyenne en 2012 et à 44 % en 2015. Le nombre de molécules observées à Nice est faible tandis qu'à Cavaillon et Avignon, ce nombre est bien plus élevé. Ces deux derniers sites montrent aussi le plus fort cumul en fongicides (Figure A. 4). Le maximum de concentrations cumulées est atteint en 2013 et le minimum en 2015. Le folpel est la substance la plus retrouvée dans ces cumuls. Présent sur tous les sites, le folpel présente des pourcentages de détection de l'ordre de 41 % en 2012 et de 6 % en 2015. Un maximum est observé à Cavaillon pour des concentrations cumulées en folpel atteignant 110 ng.m⁻³ en 2013 et le minimum sur le même site est observé en 2014 avec 29 ng.m⁻³.

5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le cumul des concentrations de pesticides a diminué entre 2012 et 2015 pour les sites d'Avignon, Cavaillon et Toulon. Les concentrations élevées proviennent majoritairement du site rural de Cavaillon.

La baisse des concentrations en pesticides montre l'efficacité des plans visant à baisser l'utilisation des produits phytosanitaires. Sous l'impulsion de la mise en place de ces plans, certaines communes décident de revoir leur politique en termes d'utilisation de produits phytosanitaires. Par exemple, la ville de Nice, dans la mise en œuvre du plan ECOPHYTO, entretient ses espaces sans traitements chimiques. De plus, Cannes fait l'effort de s'engager dans une charte recommandant l'utilisation « zéro pesticide ». D'ailleurs, lors des campagnes de l'ORP, la ville de Cannes a présenté les plus faibles concentrations cumulées en pesticides [18].

La réduction des produits phytosanitaires dans le compartiment aérien passe par la prise de conscience autant des agriculteurs que des particuliers. Il est donc essentiel de continuer à observer et améliorer nos connaissances pour qu'une réglementation sur les pesticides dans l'air soit mise en place. La saisine 2017 de l'ANSES [19] recommande la surveillance nationale des pesticides dans l'air ambiant. Ainsi, les stratégies d'échantillonnages, de prélèvements et d'analyses seront homogénéisées afin que les résultats des différentes régions de France soient comparables. Les données récoltées seront partagées dans la base de données PHYT'ATMO.

6. Références bibliographiques

- [1] PFLIEGER M 2009 *Etude de la dégradation photochimique des pesticides adsorbés à la surface de particules atmosphériques* (Université de Provence)
- [2] ORP PACA, LCE 2012 *Observatoire des Résidus des pesticides en région PACA: résultats 2012.*
- [3] INSERM 2013 Pesticides : Effets sur la santé
- [4] InVS 2016 Estimation de l'exposition environnementale aux produits phytosanitaires d'usage agricole - Utilisation des données géographiques nationales disponibles
- [5] Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat 2017 *Pesticides : Evolution des ventes, des usages et de la présence dans les cours d'eau depuis 2009*
- [6] ANSES 2017 *Phytopharmacovigilance : Fiches de synthèse des données de surveillance et de vigilance par substance active*
- [7] INERIS 2001 *Pesticides dans l'air ambiant*
- [8] SOCORRO J 2015 *Etude de la réactivité hétérogène de pesticides adsorbés sur des particules modèles atmosphériques : cinétiques et produits de dégradation.* (Université AIX-MARSEILLE)
- [9] Kruger G R 2013 *Spray drift of pesticides* (University of Nebraska, Institute of Agriculture and Natural Resources)
- [10] International Polar Foundation *Les "POPs" et autres polluants des régions polaires: situations de l'arctique et de l'antarctique*
- [11] LCSQA 2009 *Observation des niveaux de concentration en pesticides dans l'air ambiant*
- [12] ANSES 2010 *Recommandations et perspectives pour une surveillance nationale de la contamination de l'air par les pesticides*
- [13] Air PACA 2012 *Mise en place d'un observatoire des résidus des pesticides (ORP) en PACA - Note technique*
- [14] ORP PACA 2011 *Bilan d'activité 2011* (Air PACA)
- [15] ORP PACA, LCE 2013 *Observatoire des Résidus des pesticides en région PACA: résultats 2013.*
- [16] ORP PACA, LCE 2014 *Observatoire des Résidus des pesticides en région PACA: résultats 2012-2013-2014.*
- [17] ORP PACA, LCE 2015 *Observatoire des Résidus des pesticides en région PACA: résultats 2015.*
- [18] Air PACA *Zéro pesticides dans les espaces verts* <https://www.lesbonsplanspourelair.org/-Zero-pesticides-dans-les-espaces->.
- [19] ANSES 2017 *Proposition de modalités pour une surveillance des pesticides dans l'air ambiant*

7. Figures et tableaux

Tableau 1 . Liste des molécules herbicides, insecticides et fongicides d'intérêt	10
Figure 1 . Classification réglementaire des pesticides [2]	3
Figure 2 . Transfert et comportement des pesticides dans l'atmosphère [8]	6
Figure 3 . L'effet sauterelle [8].....	7
Figure 4 . Préleveur haut débit (DA 80)	9
Figure 5. Nombre de molécules détectées en 2012, 2013, 2014 et 2015 [17].....	11
Figure A. 1. Concentrations cumulées par site en 2012, 2013,2014 et 2015 [17].....	15
Figure A. 2 . Herbicides : Concentrations cumulées pour 2012, 2013, 2014 et 2015 [17]	16
Figure A. 3 . Insecticides : Concentrations cumulées pour 2012, 2013, 2014 et 2015 [17].....	17
Figure A. 4 . Fongicides : Concentrations cumulées pour 2012, 2013, 2014 et 2015 [17]	18
Cartographie 1 . Ventes de pesticides en 2015 en France [5]	4

8. ANNEXES

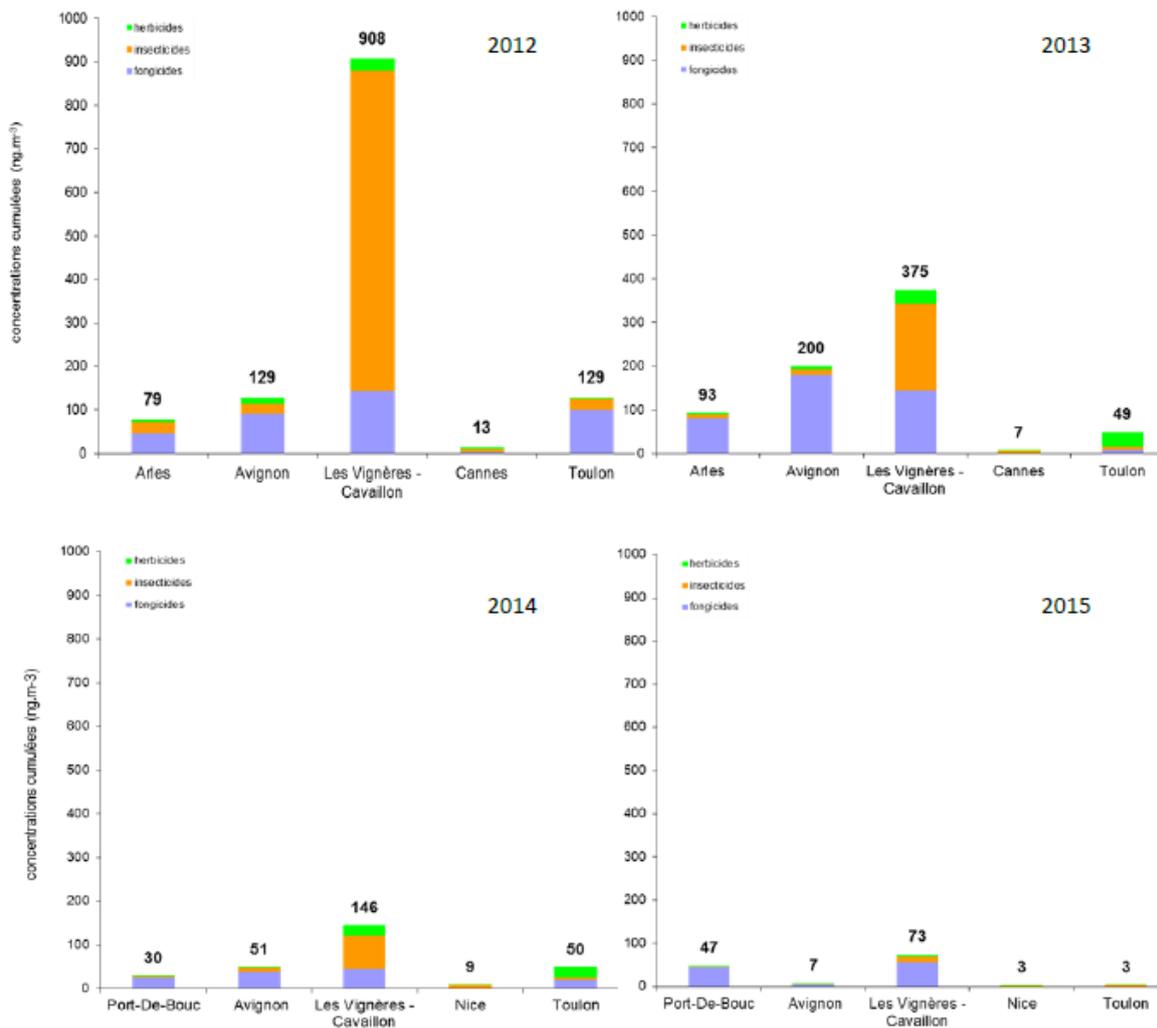


Figure A. 1. Concentrations cumulées par site en 2012, 2013, 2014 et 2015 [17]

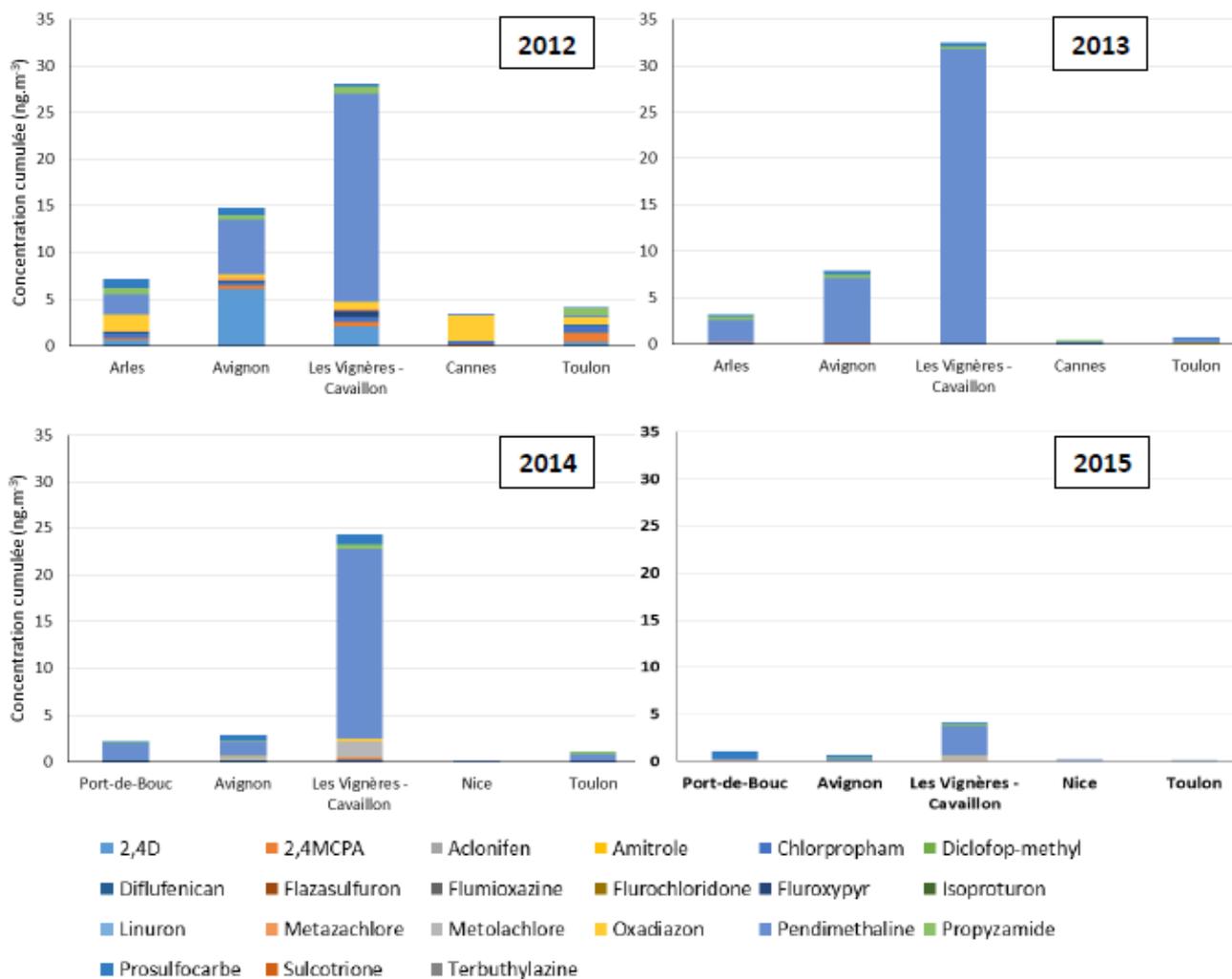


Figure A. 2 . Herbicides : Concentrations cumulées pour 2012, 2013, 2014 et 2015 [17]

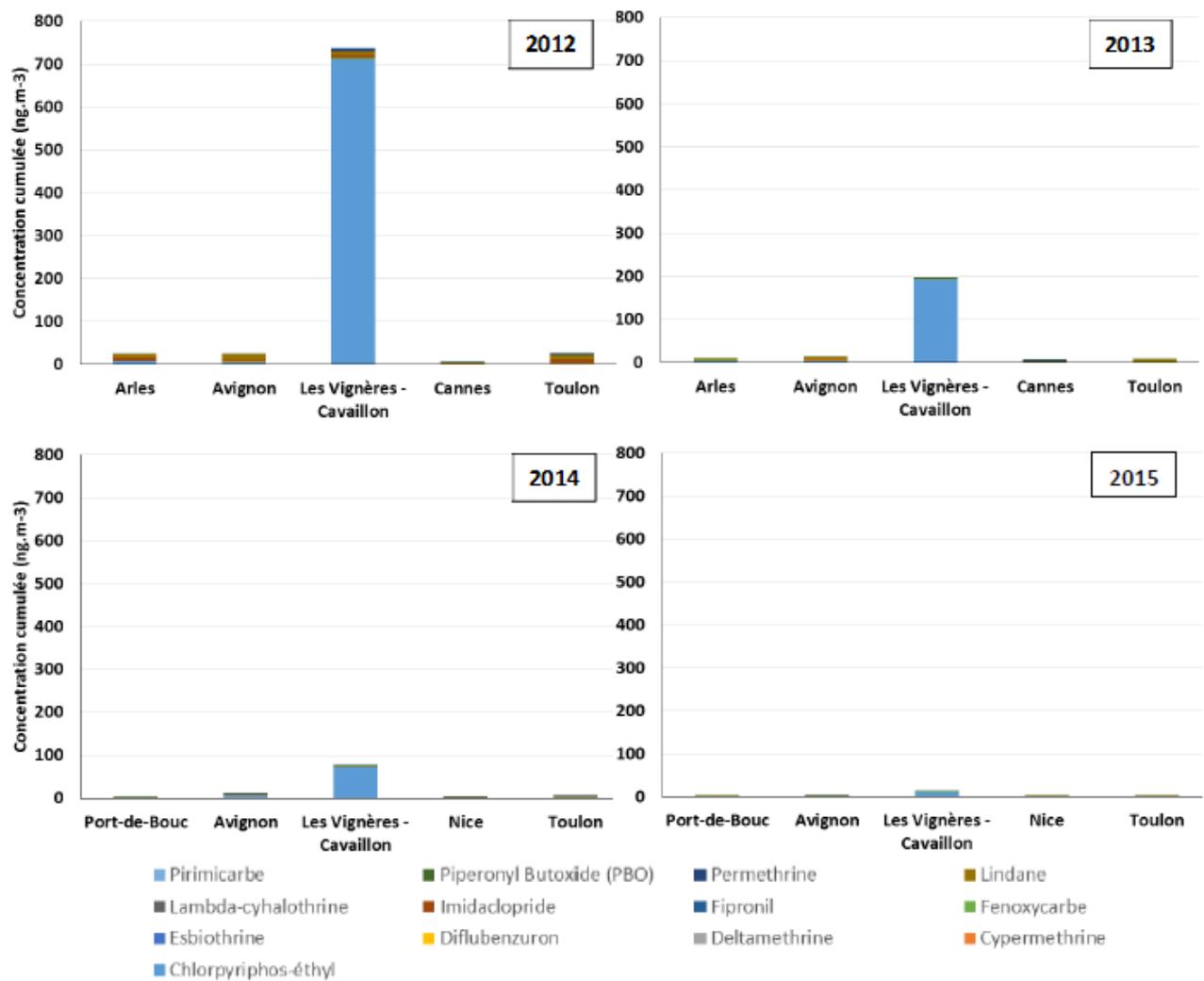


Figure A. 3 . Insecticides : Concentrations cumulées pour 2012, 2013, 2014 et 2015 [17]

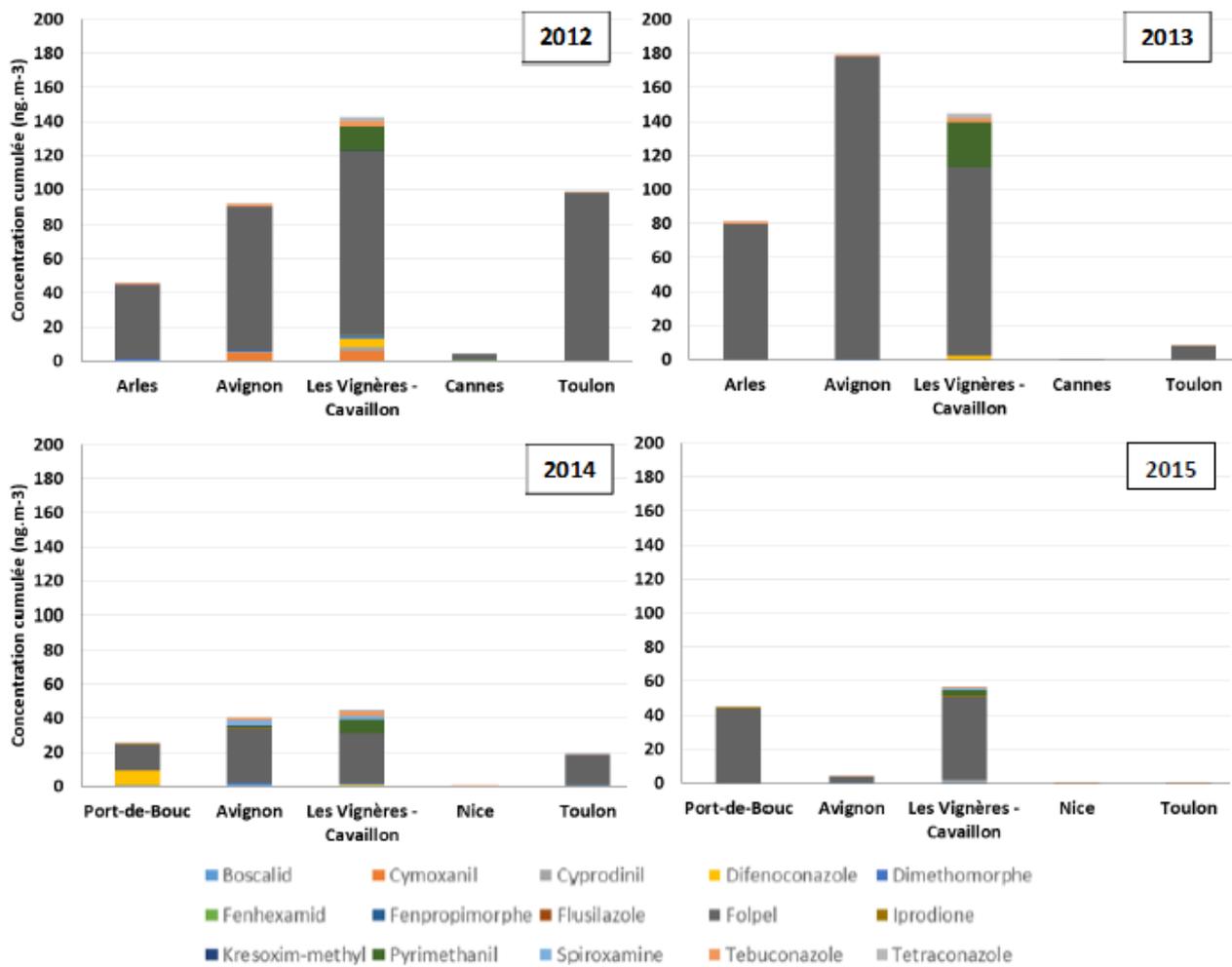


Figure A. 4 . Fongicides : Concentrations cumulées pour 2012, 2013, 2014 et 2015 [17]