

# mesures de produits phytosanitaires

dans l'air du vignoble nantais

résultats 2019

février 2020

**air** | pays de  
la Loire  
[www.airpl.org](http://www.airpl.org)



# sommaire

synthèse .....	1
introduction.....	4
l'étude Repp'Air.....	5
le dispositif de mesures en Loire-Atlantique.....	6
le lycée agricole de Briacé : un site à dominante viticole .....	6
42 molécules collectées et analysées.....	8
une collecte des phases particulaires et gazeuses suivie d'une analyse conjointe en laboratoire..	9
les périodes de mesure.....	9
les résultats 2019.....	10
les molécules quantifiées et les gammes de concentrations rencontrées.....	11
contribution de chaque molécule à la concentration totale en produits phytosanitaires .....	13
comparaison 2019 - 2018 - 2017 - 2004.....	14
l'évolution temporelle en lien avec les périodes de traitement .....	16
conclusions et perspectives .....	20
annexes.....	21
annexe 1 : Air Pays de la Loire .....	22
annexe 2 : sources et puits des produits phytosanitaires dans l'atmosphère .....	23
annexe 3 : l'indicateur de fréquence de traitement (IFT) .....	25

## contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : François Ducroz, Mise en page : Bérangère Poussin, Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire – Sonia Cécile, Photographies : Arnaud Tricoire, Validation David Bréhon.

## conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des Pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 1<sup>er</sup> août 2019 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Pays de la Loire est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Pays de la Loire, réserve un droit d'accès au public aux résultats des mesures recueillies et rapports produits dans le cadre de commandes passées par des tiers. Ces derniers en sont destinataires préalablement.

Air Pays de la Loire a la faculté de les diffuser selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet [www.airpl.org](http://www.airpl.org), etc...

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Pays de la Loire n'aura pas donné d'accord préalable.

## remerciements

Nous tenons à remercier, Monsieur le Directeur du lycée professionnel de Briacé pour avoir accepté l'installation de notre préleveur.

Cette étude a reçu le support financier du Ministère de l'Agriculture de l'agroalimentaire et de la forêt avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale « développement agricole et rural ».

# synthèse

## le projet national Repp'Air

Repp'Air vise à affiner la compréhension des phénomènes impliqués dans les transferts de produits phytosanitaires vers l'air et intégrer cette question dans le conseil auprès des agriculteurs. Concrètement, le projet Repp'Air se traduit par la mise en œuvre de campagnes de mesure de produits phytosanitaires dans l'air réalisées par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air selon un protocole harmonisé. Ces mesures dans l'environnement d'activités agricoles variées (grandes cultures, arboriculture, viticulture, polyculture élevage) sont complétées par des enquêtes réalisées par les chambres d'agriculture auprès des agriculteurs proches des sites de mesure afin de recenser leurs pratiques de traitement. Le croisement de ces deux informations vise à définir les principales voies de transfert des pesticides dans l'air et in fine apporter des conseils aux professionnels pour limiter l'impact des traitements sur la qualité de l'air.

Ce projet multi-partenarial qui fédère les organismes de surveillance de la qualité de l'air, les chambres régionales et départementales d'agriculture, des organismes de recherche, des lycées agricoles et des agriculteurs partenaires compte 7 sites d'études, répartis dans 6 régions françaises (cf. carte suivante). Le projet reçoit le support financier du Ministère de l'Agriculture de l'alimentaire et de la forêt.

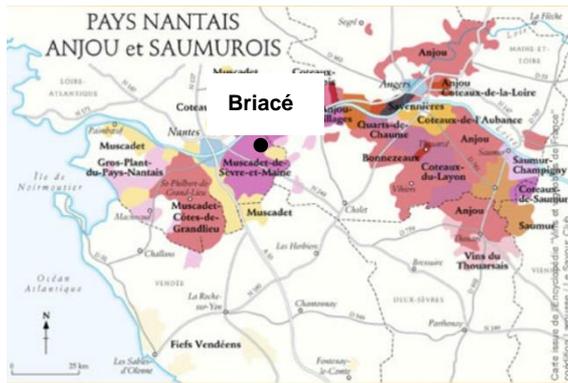


En Loire-Atlantique, Air Pays de la Loire réalise des mesures de produits phytosanitaires dans l'air au niveau du vignoble nantais durant les saisons (début avril à début septembre) 2017, 2018 et 2019.

Le présent rapport est un document intermédiaire qui présente les résultats de mesure dans l'air de la dernière campagne de mesure effectuée durant le printemps et l'été 2019.

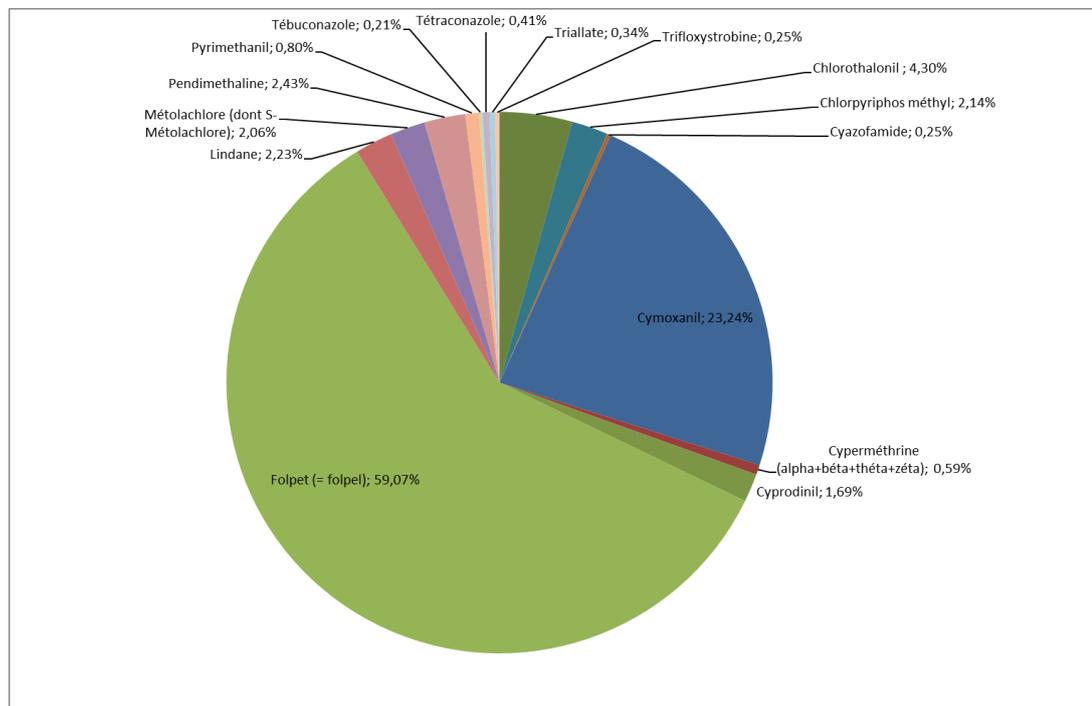
## des mesures de produits phytosanitaires au lycée agricole de Briacé du 1<sup>er</sup> avril au 9 septembre 2019

Dans les Pays de la Loire, compte tenu de l'historique qualité de l'air sur ce type de culture, le choix s'est porté sur un site à dominante viticole. Le site de Briacé sur la commune du Landreau situé dans le vignoble nantais a été choisi, des mesures ayant déjà été réalisées en 2002 et 2004. Des prélèvements hebdomadaires ont donc été effectués de façon continue du 1<sup>er</sup> avril au 9 septembre 2019, dans l'enceinte du lycée agricole de Briacé. Ces mesures font suite à celles réalisées en 2017 et 2018 durant la même période.



Collecteur moyen débit au lycée agricole de Briacé

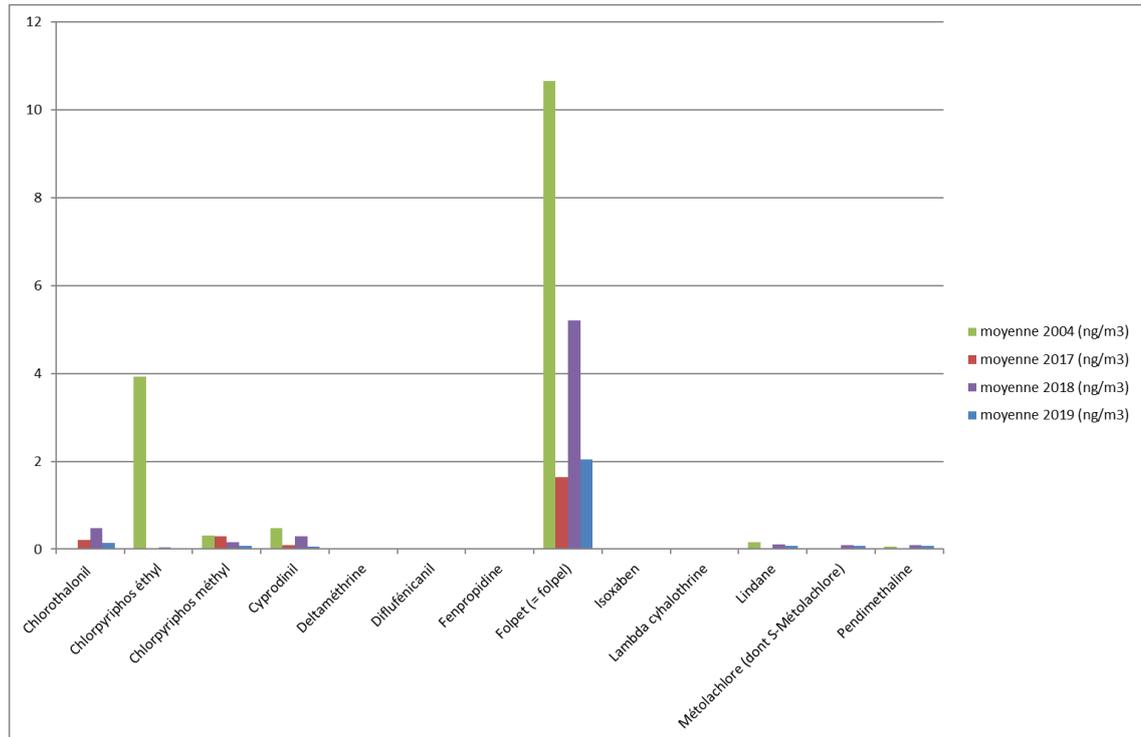
### résultat 1 : 15 molécules retrouvées dans l'air



Contribution des différentes molécules retrouvées à la concentration totale

Sur les 42 recherchées, 15 molécules ont été retrouvées dans l'air. Nous retrouvons des produits spécifiques aux traitements des vignes avec une forte proportion du folpel qui représente près de 60 % de la concentration totale, le cymoxanil et le chlorothalonil représentant respectivement 23 % et 4 % de cette concentration. Les autres molécules quantifiées ne représentent individuellement qu'une faible part de la concentration totale en pesticides (moins de 3 %). Ces résultats sont globalement cohérents avec ceux observés les années précédentes sur le même site avec une prédominance du folpel, la présence en faible quantité de molécules d'autres cultures (grandes cultures notamment).

## résultat 2 : une forte variabilité interannuelle des concentrations en folpel



Concentration moyenne des 13 molécules mesurées en 2004, 2017, 2018 et 2019

Une augmentation significative des concentrations moyennes en folpel avait été enregistrée entre 2017 et 2018 en lien avec une pression du mildiou plus forte durant la saison 2018 liée à des conditions météorologiques (température, humidité) propices à son apparition. En 2019 la concentration moyenne est revenue à un niveau comparable à celui enregistré en 2017 (faible pression du Mildiou durant l'été 2019).

## résultats : une évolution temporelle en lien avec les périodes de traitement avec des nuances d'une année sur l'autre

Comme en 2017 et 2018, nous constatons une bonne cohérence entre la présence de pesticides dans l'air et les périodes de traitement ; les niveaux augmentant lors des périodes de traitement avec toutefois des nuances d'une année sur l'autre liées notamment aux conditions météorologiques qui conditionnent l'évolution du cycle du végétal et l'apparition ou non de nuisibles (insecte, champignons).

## conclusions et perspectives

La dernière séquence de mesure menée d'avril à septembre 2019 a permis :

- de confirmer la bonne cohérence entre présence de produits phytosanitaires dans l'air et période de traitement qui avait été mise en évidence en 2004, 2017 et 2018.
- de confirmer la prédominance du folpel qui représente plus de 50 % de la concentration totale en produits phytosanitaires dans l'air.
- de mettre en évidence des variations interannuelles dans les concentrations mesurées liées aux conditions météorologiques.

Cette variabilité interannuelle associée aux modifications des pratiques de traitement liées notamment à l'interdiction d'utilisation de certaines molécules incite à pérenniser le suivi des pesticides dans l'air. Dans ce cadre, Air Pays de la Loire en partenariat avec la DREAL, la DRAAF et l'ARS, des Pays de la Loire met en œuvre une surveillance régionale depuis l'été 2019 qui fait suite à la campagne nationale réalisée en 2018-2019.

# introduction

Le terme pesticide, dérivé du mot anglais pest (« ravageurs »), désigne les substances ou les préparations utilisées pour la prévention, le contrôle ou l'élimination d'organismes jugés indésirables, qu'il s'agisse de plantes, d'animaux, de champignons ou de bactéries. Parmi les pesticides, on distingue les produits phytosanitaires qui sont utilisés dans l'agriculture pour la protection des cultures et les biocides à usage non agricole.

Les produits phytosanitaires regroupent un grand nombre de produits chimiques utilisés pour la protection des cultures. Plusieurs familles sont distinguées selon leurs actions. Les herbicides sont destinés à la destruction des mauvaises herbes c'est-à-dire des végétaux qui nuisent au rendement des cultures. Les insecticides s'attaquent aux insectes tandis que les fongicides sont utilisés pour éradiquer champignons mais aussi bactéries et virus, causes de nombreuses maladies de culture.

L'usage de ces produits a des répercussions sur le réservoir atmosphérique.

En France, la présence de produits phytosanitaires dans l'air a été mise en évidence depuis une quinzaine d'années par plusieurs études menées notamment par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Elles montrent la présence de ces molécules en milieu rural (zones de grandes cultures, viticoles, arboricoles, de maraîchage), en lien avec les périodes de traitement mais également en milieu urbain. Ce nouveau type de pollution de l'air fait l'objet d'une prise en compte au niveau des autorités qui l'ont intégré dans certains plans nationaux d'actions (PNSE3 ; Ecophyto II). Il représente également une préoccupation croissante du grand public.

Au niveau régional, dans le cadre de l'orientation 2 du Plan Régional de la Qualité de l'Air (ex-SRCAE), Air Pays de la Loire a initié, en 2002, un programme de mesure des pesticides dans l'air. Cette première étude portait sur la mesure de produits phytosanitaires en zones viticoles (vignoble nantais) et maraîchères et a permis de valider la procédure métrologique. Dans la poursuite de cette première campagne expérimentale, Air Pays de la Loire a poursuivi en 2004 et 2006 les mesures en zones viticoles (vignoble nantais puis de l'Anjou) et 2007 en zones arboricoles sur des financements de l'ADEME et de l'Agence Régionale de Santé des Pays de la Loire.

Depuis 2016, Air Pays de la Loire participe à l'étude nationale Repp'Air (Réduction des produits phytosanitaires dans l'air) qui a pour objectif premier d'étudier le lien entre la présence de produits phytosanitaires dans l'air et les pratiques de traitement.

Ce rapport regroupe les résultats obtenus lors de la campagne de mesure qui s'est déroulée du 1<sup>er</sup> avril au 9 septembre 2019 au niveau du lycée agricole de Briacé (commune du Landreau) dans le cadre de l'étude Repp'Air.

Il présente successivement :

- le projet Repp'Air,
- le dispositif mis en œuvre en Loire-Atlantique,
- les résultats de mesure et leur interprétation en termes d'évolution temporelle notamment,
- le retour d'expérience et les perspectives.

# l'étude Repp'Air

**R**epp'Air vise à affiner la compréhension des phénomènes impliqués dans les transferts de produits phytosanitaires vers l'air et intégrer cette question dans le conseil auprès des agriculteurs. Concrètement, l'étude Repp'Air se traduit par la mise en œuvre de campagnes de mesure de produits phytosanitaires dans l'air réalisées par les Associations agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air selon un protocole harmonisé. Ces mesures dans l'environnement d'activités agricoles variées (grandes cultures, arboriculture, viticulture, polyculture élevage) sont complétées par des enquêtes réalisées par les chambres d'agriculture auprès des agriculteurs proches des sites de mesure afin de recenser leurs pratiques de traitement. Le croisement de ces deux informations vise à définir les principales voies de transfert des pesticides dans l'air et in fine d'apporter des conseils aux professionnels pour limiter l'impact des traitements sur la qualité de l'air.

Ce projet multi-partenarial qui fédère les organismes de surveillance de la qualité de l'air, les chambres régionales d'agriculture, des organismes de recherches, des lycées agricoles et des agriculteurs partenaires compte 7 sites d'études, répartis dans 6 régions françaises (cf. carte suivante). Le projet reçoit le support financier du Ministère de l'agriculture de l'agroalimentaire et de la forêt.



En Loire-Atlantique Air Pays de la Loire a réalisé des mesures de produits phytosanitaires dans l'air au niveau du vignoble nantais.

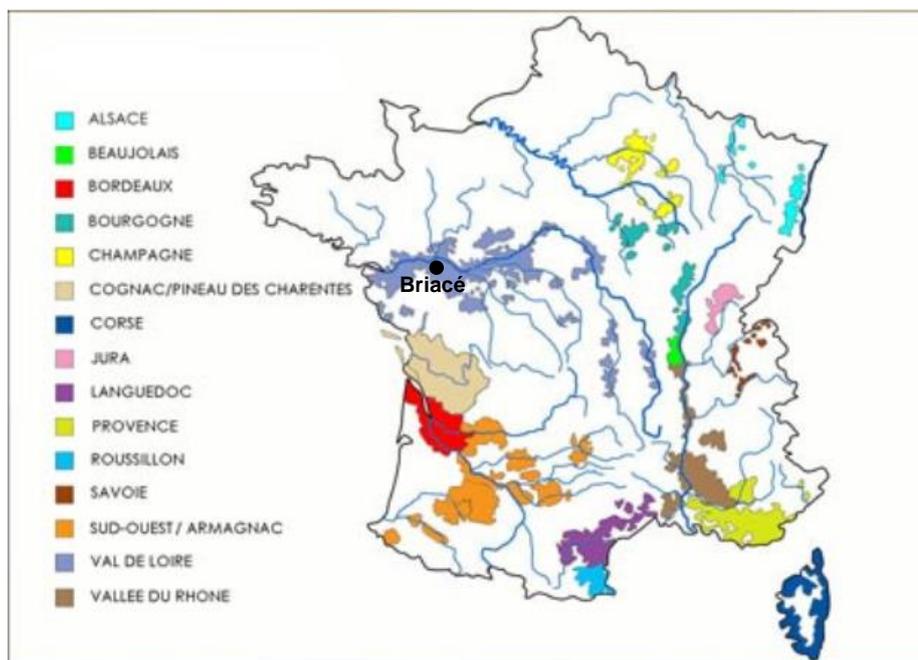
Le présent rapport présente les résultats de mesures dans l'air à l'issue de la dernière campagne de mesure (printemps-été 2019).

# le dispositif de mesures en Loire-Atlantique

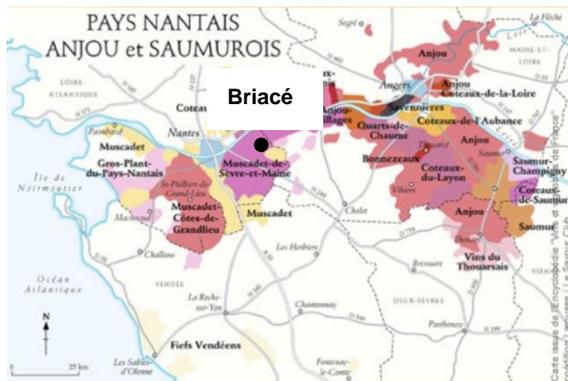
**E**n Pays de la Loire, le choix s'est porté sur la zone du vignoble nantais et plus précisément sur le site du lycée agricole de Briacé sur la commune du Landreau. Ce site avait déjà été instrumenté en 2002 et 2004 et avait montré une prédominance de molécules spécifiques aux traitements viticoles mais également des herbicides plutôt utilisés en grandes cultures.

## le lycée agricole de Briacé : un site à dominante viticole

Situé dans le vignoble nantais (cf. cartes suivantes), le site de Briacé présente une forte dominante viticole. Dans un rayon de 1 km autour du site, le vignoble occupe en effet 51 % de la surface totale ; les vignes les plus proches se situant à 200 mètres du site de mesure.



*Les vignobles français*

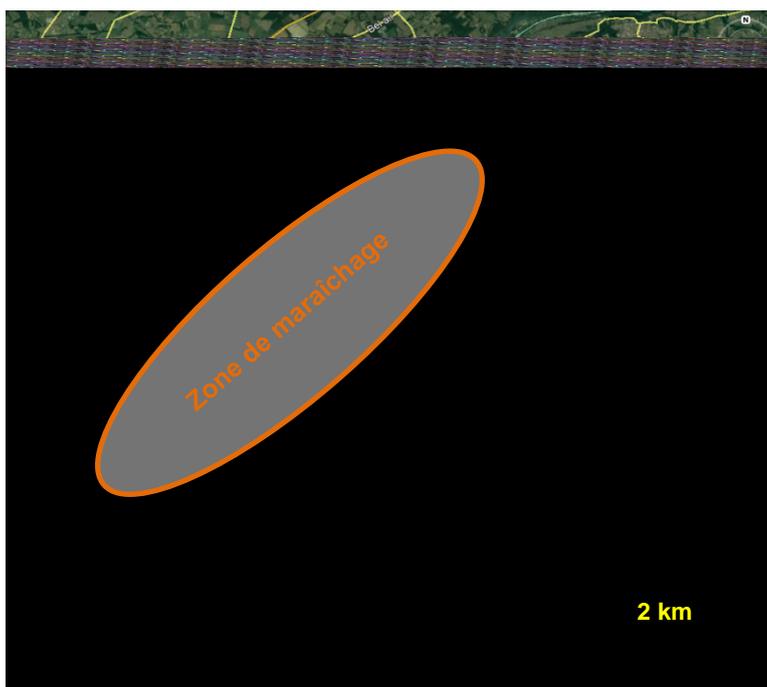


Vignobles du Pays Nantais de l'Anjou et du Saumurois



Localisation des vignes par rapport au site de mesure

Notons également la présence d'une zone de maraîchage située à moins de 10 kilomètres au nord-ouest du site.



## 42 molécules collectées et analysées

Plusieurs centaines de molécules actives (molécules ayant un effet phytosanitaire) sont utilisées en agriculture. Une sélection des molécules d'intérêt a été réalisée selon plusieurs étapes successives :

- classement des 276 molécules en fonction des quantités vendues issues de la banque nationale des ventes réalisées par les distributeurs de produits phytosanitaires (BNV-D) dans un rayon de 5 km autour du site de mesure et de leur potentialité à se retrouver dans l'air. Ce classement a été effectué par l'INERIS grâce à l'outil Sph'Air<sup>12</sup>,
- à partir de ce classement, une sélection a été réalisée grâce à une expertise locale des conseillers viticoles de la chambre d'agriculture des Pays de la Loire et d'Air Pays de la Loire,
- les molécules préconisées par l'ANSES pour la surveillance des produits phytosanitaires dans l'air ont ensuite été intégrées à cette liste,
- la liste de molécules ainsi créée a été transmise au laboratoire d'analyse pour étude de la faisabilité métrologique notamment selon les normes AFNOR X43-058 et X43-059,
- en définitif, 42 molécules ont été collectées puis analysées pour les campagnes de mesure 2018 et 2019.

Compte tenu des nouvelles capacités métrologiques du laboratoire d'analyse, 6 molécules (Fluazinam, Iprovalicarbe, Mandipropamide, Myclobutanil, Napropamide, Oryzalin) ont été rajoutées à la liste de l'étude 2017.

La méthode utilisée permet de définir une liste de molécules basée à la fois sur des critères physico-chimiques de chaque molécule, sur leur capacité à se retrouver dans l'air, sur leur quantité utilisée dans l'environnement proche du site. Elle prend également en compte l'expertise locale des conseillers viticoles et intègre des molécules d'intérêt plus national par l'intégration de la liste préconisée par l'ANSES. La totalité des molécules d'intérêt n'a toutefois pu être approchée. Une vingtaine de molécules ne peut être analysée selon les normes AFNOR car nécessitant des méthodes de collecte ou d'extraction spécifiques (citons pour exemple le glyphosate, le métham-sodium).

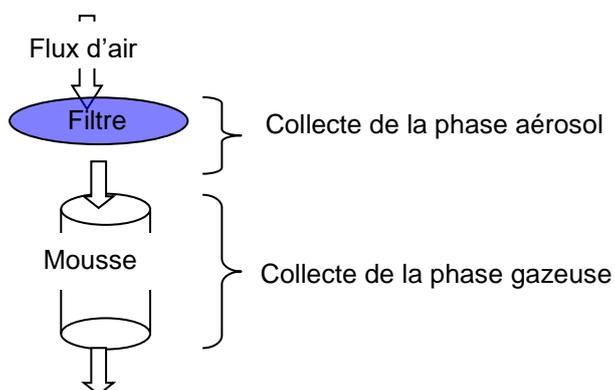
---

<sup>1</sup> Gouzy, A., 2012. Hiérarchisation à l'aide de l'outil Sph'Air des pesticides susceptibles d'être surveillés de façon prioritaire dans l'air : application pour la région Rhône-Alpes, Rapport INERIS/LCSQA n°DRC-12-126724-09578A, 33 p. (<http://www.lcsqa.org/rapport/2012/ineris/hierarchisation-aide-outil-sph-air-pesticides-susceptibles-etre-surveilles-facon>).

<sup>2</sup> Gouzy, A., Farret, R. et Le Gall, A.C., 2005. Détermination des pesticides à surveiller dans le compartiment aérien : approche par hiérarchisation, Rapport INERIS n° DRC/MECO – CGR-143/2005 – AGo, 139 p. ([http://www.ineris.fr/centredoc/rap\\_restitution\\_sphair\\_1\\_2.pdf](http://www.ineris.fr/centredoc/rap_restitution_sphair_1_2.pdf)).

## une collecte des phases particulaires et gazeuses suivie d'une analyse conjointe en laboratoire

Afin d'appréhender la totalité des produits phytosanitaires présents dans l'atmosphère, le dispositif de collecte prélève pour chaque échantillon la phase particulaire sans coupure granulométrique (prélèvement sur filtre) et la phase gazeuse (adsorption sur mousses de polyuréthane). Le principe de collecte est présenté dans la figure suivante. Ce système de collecte fait l'objet d'une normalisation par l'AFNOR (ISO X43-058).



*Principe de collecte des pesticides dans l'air*

Après un prélèvement de 7 jours à l'aide d'un collecteur moyen débit (partisol 1 m<sup>3</sup>/h ; cf. photo suivante), l'échantillon est envoyé en laboratoire (IANESCO Chimie) pour extraction et analyse selon la norme AFNOR (ISO X43-059). L'extraction est commune pour le filtre et la mousse de chaque prélèvement. De ce fait, la concentration mesurée pour chaque molécule correspond à la teneur moyenne sur 7 jours sans distinction des phases particulaires et gazeuses.



*Collecteur moyen débit  
au lycée agricole de Briacé*

## les périodes de mesure

Des mesures hebdomadaires ont été effectuées en continu du 1<sup>er</sup> avril au 9 septembre 2019 ; période propice aux traitements en zones viticoles. Les mesures hebdomadaires ont été privilégiées par rapport aux mesures journalières afin d'avoir un suivi continu durant l'ensemble des périodes de traitement à un coût global d'analyses contenu.

# les résultats 2019

La présente étude aborde successivement :

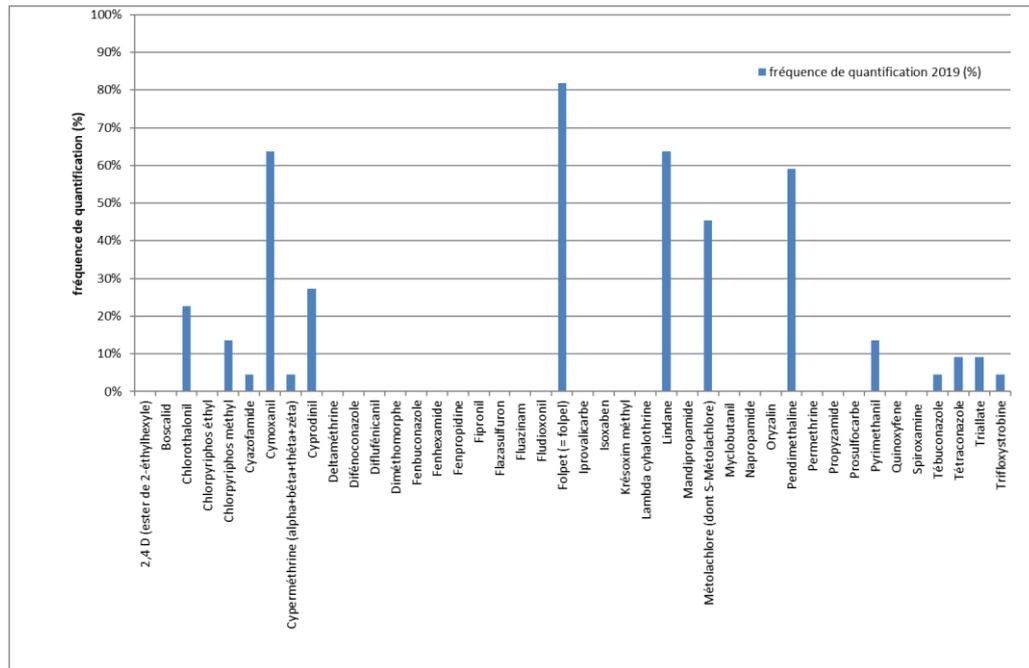
- un aperçu général sur les molécules détectées et les gammes de concentrations rencontrées,
- la contribution de chaque molécule détectée à la concentration totale en pesticides,
- une mise en perspective des concentrations enregistrées en 2019 avec celles mesurées en 2018, 2017 et 2004,
- l'évolution temporelle des concentrations en lien avec les périodes de traitement,
- les conclusions et perspectives.

## les molécules quantifiées et les gammes de concentrations rencontrées

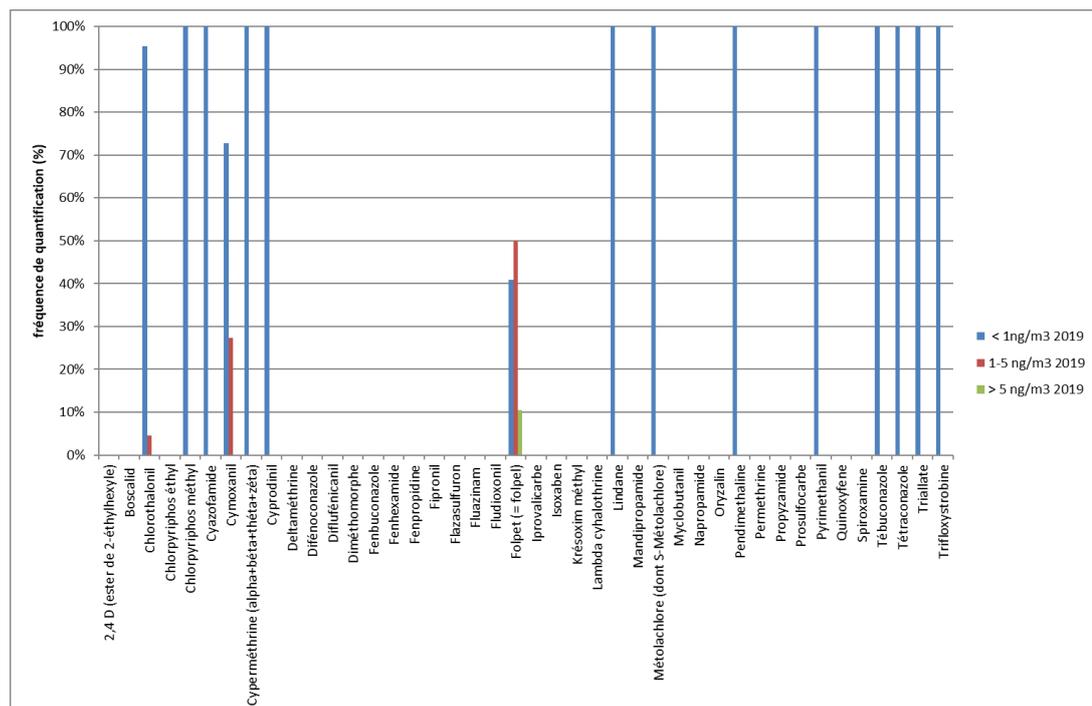
Cette analyse vise à étudier la présence des différentes molécules en fonction de leurs fréquences de quantification et des niveaux rencontrés.

Les fréquences d'apparition pour les molécules quantifiées sont reportées dans le graphique 1. Les gammes de concentrations observées sont reportées dans le graphique 2 qui indique la fréquence de quantification des molécules en fonction de 3 gammes (< 1 ng/m<sup>3</sup> ; 1 - 5 ng/m<sup>3</sup> et > 5 ng/m<sup>3</sup>).

NB : la fréquence de quantification d'une molécule correspond au nombre de semaines où une concentration supérieure à la limite de quantification est mesurée rapportée au nombre total de prélèvements effectués.



Graphique 1 : fréquence de quantification des 42 molécules



Graphique 2 : fréquence de quantification en fonction de la gamme de concentrations

15 molécules sur les 42 molécules recherchées ont été quantifiées à Briacé. Parmi ces 15 molécules, 5 (folpel, lindane, cymoxanil, pendiméthaline, S méthalochlore) ont été détectées dans plus de 30 % des prélèvements.

Nous pouvons distinguer 4 groupes de molécules.

Groupe 1 : molécules fréquemment détectées (fréquences de détection supérieures à 30 %) à des niveaux qui peuvent dépasser 5 ng/m<sup>3</sup>. C'est le cas du folpel (fongicide anti-mildiou utilisé en viticulture) et du cymoxanil (fongicide antimildiou utilisé en viticulture, cultures légumières, cultures porte graine).

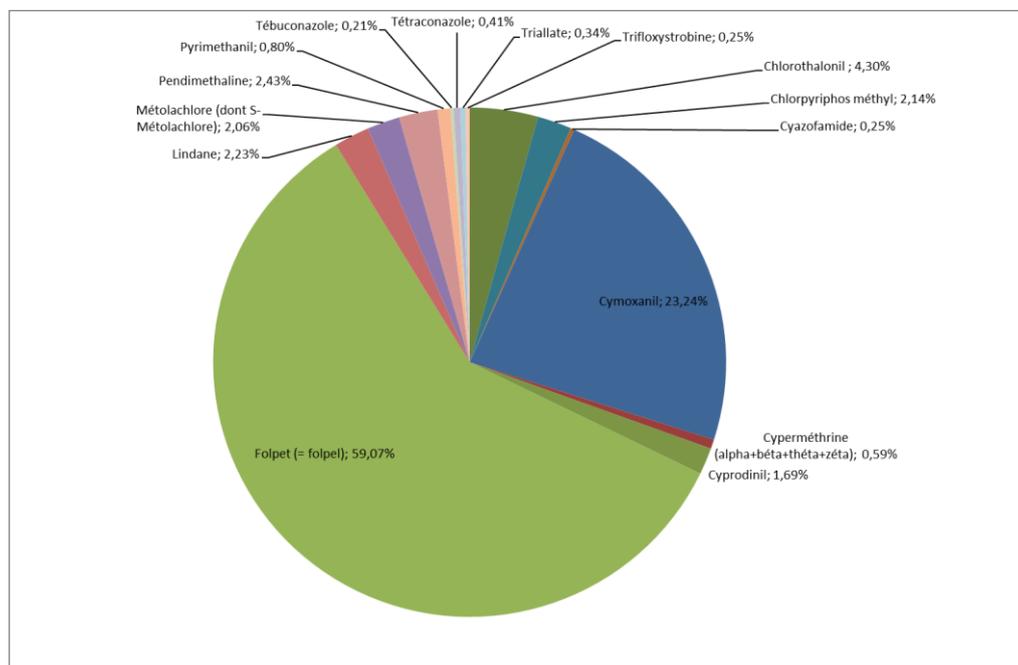
Groupe 2 : molécules fréquemment détectées (fréquence supérieure ou avoisinant les 30 %) à de faibles concentrations (inférieures à 1ng/m<sup>3</sup>). Ce sont le lindane (insecticide interdit depuis 1998), la pendiméthaline (herbicide utilisé sur vigne, grandes cultures, légumes, fruits, cultures ornementales), le métolachlore (herbicide). L'utilisation du métolachlore est interdite depuis le 31 décembre 2003. Toutefois le S-métolachlore (isomère du métolachlore autorisé) est encore utilisé en grandes cultures. La chromatographie gazeuse utilisée ne permettant pas de distinguer ces deux isomères (IANESCO, communication personnelle), les teneurs détectées dans l'air ambiant concernent certainement le S-métolachlore. Du cyprodinil (fongicide utilisé en viticulture comme anti botrytis et également en grandes cultures, cultures légumières et fruitières).

Groupe 3 : molécules peu détectées (fréquence inférieure à 30 %) à de faibles concentrations (inférieures à 1 ng/m<sup>3</sup>). C'est le groupe le plus représenté avec le chlorpyrifos méthyl (insecticide utilisé en viticulture contre les tordeuses de la grappe et les cicadelles et également en grandes cultures et cultures fruitières), le cyazofamide (fongicide utilisé en grandes cultures, cultures légumières, vigne), la cyperméthrine (insecticide utilisé en grandes cultures, cultures fruitières, viticulture), le pyriméthanol (fongicide anti botrytis utilisé notamment en viticulture mais également en grandes cultures et cultures légumières), le tébuconazole (fongicide utilisé en grandes cultures, culture légumières et fruitières, viticulture), le trétraconazole (fongicide utilisé en grandes cultures, cultures fruitières et vignes), le triallate (herbicide utilisé en grandes cultures, cultures légumières, la trifloxystrobine (fongicide anti oïdium utilisé en grandes cultures, cultures fruitières et viticulture),

Groupe 4 : un groupe intermédiaire qui présente une molécule détectée avec une fréquence de quantification proche de 30 % et une concentration dépassant le 1 ng/m<sup>3</sup> C'est le cas du chlorothalonil (fongicide utilisé en grandes cultures, cultures légumières et porte graine).

## contribution de chaque molécule à la concentration totale en produits phytosanitaires

Le graphique suivant montre la contribution de chaque molécule à la concentration totale, tous pesticides confondus.



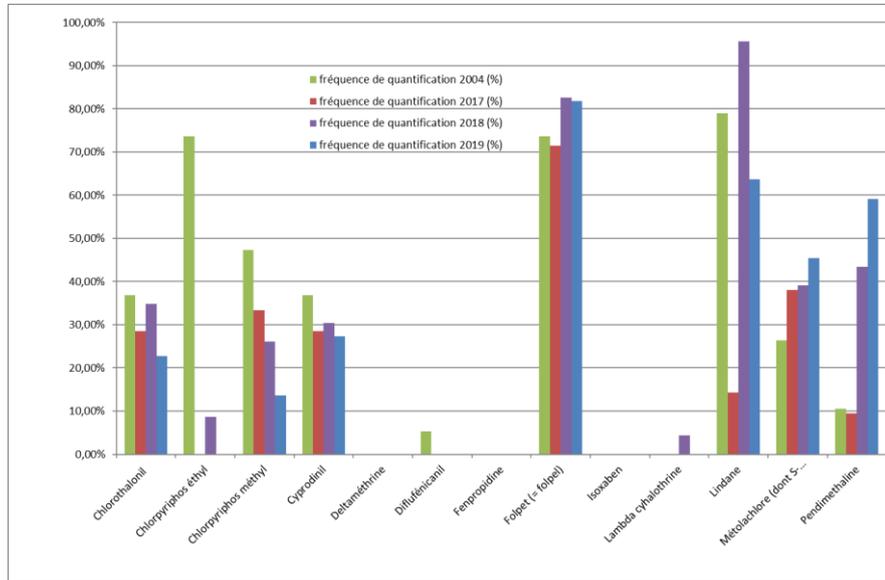
Graphique 3 : contribution de chaque molécule à la concentration totale en pesticides

Le folpel représente à lui seul plus de 50 % de la concentration totale en pesticides ; le cymoxanil et le chlorothalonil représentant respectivement 23 % et 4 % de cette concentration. Les autres molécules quantifiées ne représentent individuellement qu'une faible part de la concentration totale en pesticides (moins de 3 %).

## comparaison 2019 - 2018 - 2017 - 2004

En 2004, Air Pays de la Loire a réalisé également des mesures de produits phytosanitaires sur le site du lycée agricole de Briacé durant une période identique (avril-septembre). Nous ne disposons pas d'un suivi en continu depuis 2004 mais il reste utile de mettre en perspective les résultats obtenus en 2017 et 2018 avec ceux réalisés treize ans plus tôt.

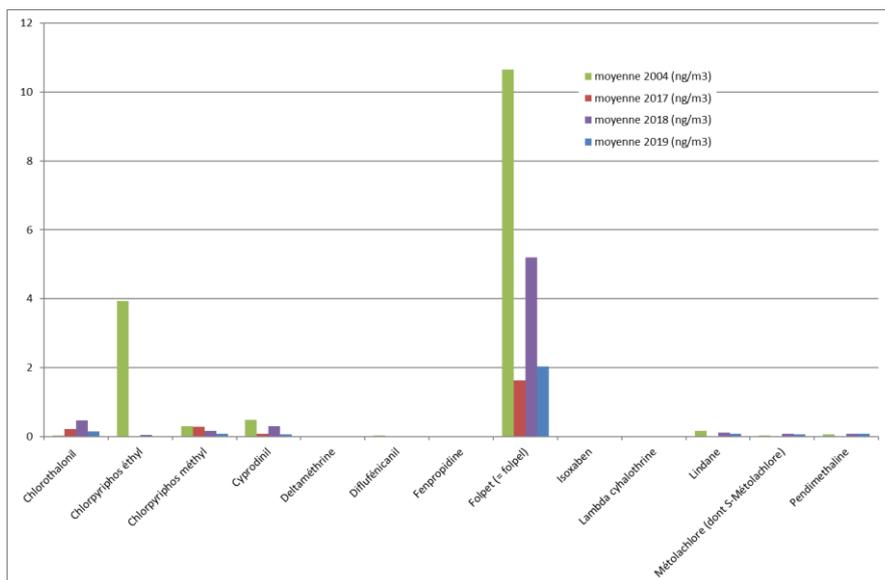
13 molécules ont été recherchées à la fois en 2004, 2017, 2018 et 2019. C'est sur ces 13 molécules que la comparaison est réalisée.



Graphique 4 : fréquence de quantification des 13 molécules communes en 2004, 2017, 2018 et 2019

Le chlorothalonil, le cyprodinil et le folpel ont été quantifiés dans les mêmes proportions depuis 2004. Le lindane qui avait été peu détecté en 2017 l'est de nouveau en 2019 dans les mêmes proportions qu'en 2004 et 2018. On observe une augmentation de la fréquence de détection du S-métolachlore et de la pendiméthaline particulièrement à partir de 2018 suggérant une utilisation plus fréquente de ces 2 herbicides de grandes cultures.

Le chlorpyrifos éthyl (insecticide uniquement autorisé sur la culture des épinards depuis 01/09/2016<sup>3</sup>) n'est plus quantifié en 2019 comme en 2017. Il avait été quantifié ponctuellement en 2018 et très fréquemment en 2004.



Graphique 5 : concentration moyenne des 13 molécules mesurées en 2004, 2017 et 2018

<sup>3</sup> <https://ephy.anses.fr/ppp/pyistar>

Le folpel a vu sa concentration moyenne nettement diminuer entre 2004 et 2017 (cf. graphique ci-dessus) ; le niveau moyen diminuant d'un facteur 5 entre ces deux années. Cette baisse avait également été constaté en région Centre.

Entre 2017 et 2018 nous observons une augmentation significative des concentrations moyennes (1.6ng/m<sup>3</sup> en 2017 et 5.1 ng/m<sup>3</sup> en 2018). Cette augmentation des niveaux de folpel suggère une utilisation plus intense de ce fongicide en 2018.

L'étude des bulletins de Santé du Végétal diffusés en 2017 et 2018 dans le cadre du réseau de surveillance biologique du territoire et disponibles sur le site internet de la chambre d'agriculture des Pays de la Loire (<https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/innovation-rd/agronomie-vegetal/bulletins-techniques-dont-bsv/bsv-pays-de-la-loire/tous-les-bsv-viticulture>) montre en effet une pression du mildiou plus forte durant la saison 2018 et notamment à la mi-juin avec un fort risque de mildiou en lien avec des conditions météorologiques (température, humidité) propices à l'apparition de ce champignon. Cette hausse des concentrations de folpel entre 2017 et 2018 n'est pas spécifique au vignoble nantais mais a également été constatée dans d'autres zones viticoles notamment à Bourgueil en région Centre-Val de Loire (Lig'Air, communication personnelle) également à Kintzheim en Alsace (ATMO grand Est communication personnelle) et en Cognacais et Médoc (ATMO Nouvelle Aquitaine, communication personnelle).

En 2019 la concentration moyenne en folpel (2ng/m<sup>3</sup>) est comparable à celle de 2017 suggérant son utilisation moins intense qu'en 2018. En effet la présence de ce champignon était beaucoup moins visible en 2019 (cf. tableaux suivants issus du bulletin de santé du végétal n° 20 disponible sur le site internet de la chambre régionale d'agriculture <sup>4</sup>).

	Pourcentage de parcelle avec au moins un cep atteint	Pourcentage de parcelle avec présence de mildiou sur feuille	Fréquence sur feuilles	Pourcentage de parcelle avec du mildiou sur grappe	Fréquence sur grappes
<b>2018</b>					
Bilan à la floraison (semaine du 4 au 10 juin) :	38%	56,00%	4,00%	9%	7%
Bilan fin juillet (semaine du 23 au 29 juillet)	97%	98%	40,00%	71%	32%
<b>2019</b>					
Bilan à la floraison (semaine du 17 mai au 21 juin) :	5%	5%	1.5%	1%	3%
Bilan fin juillet (semaine du 29 juillet au 02 aout)	22%	22%	7.4%	8%	2%

*Comparaison des observations terrain relatives à la présence de Mildiou entre 2018 et 2019 sur une moyenne de 50 parcelles observées (BSV viticulture n°20 – 20 décembre 2019).*

<sup>4</sup>[https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/Pays\\_de\\_la\\_Loire/022\\_Inst-Pays-de-la-loire/Listes-affichage-FE/RetD/Vegetal/BSV/Viticulture/2019/20191220\\_bsv\\_viticulture\\_bilan\\_2019.pdf](https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Pays_de_la_Loire/022_Inst-Pays-de-la-loire/Listes-affichage-FE/RetD/Vegetal/BSV/Viticulture/2019/20191220_bsv_viticulture_bilan_2019.pdf)

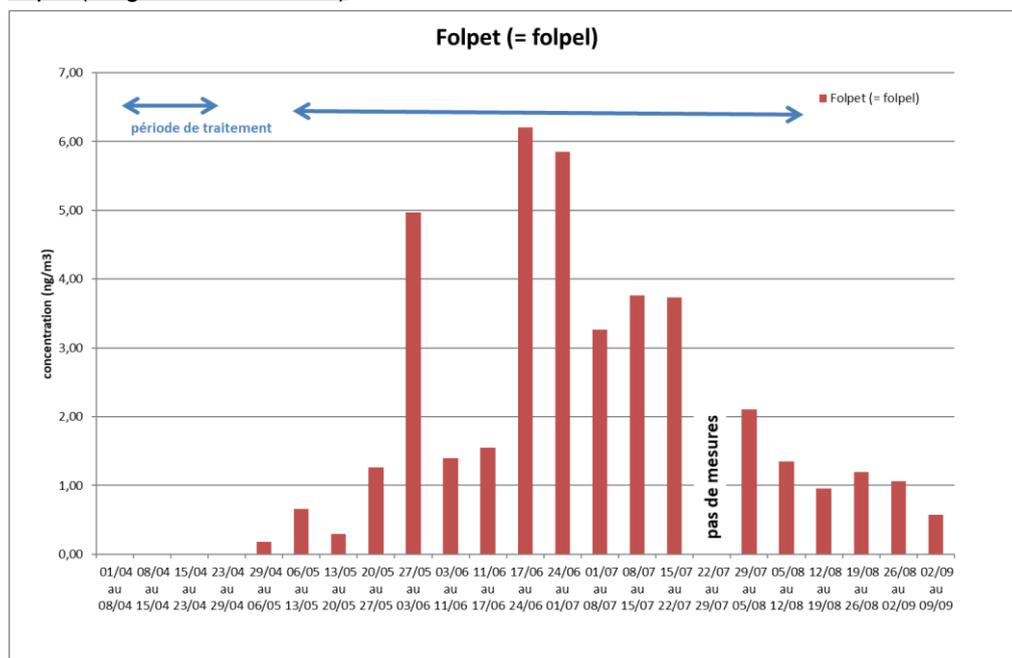
## l'évolution temporelle en lien avec les périodes de traitement

Avec un indicateur de fréquence de traitement (IFT, cf. annexe 3 pour sa définition) de 12 en moyenne sur l'ensemble des vignobles français pour l'année 2013<sup>5</sup>, les traitements fongicides pour lutter contre le développement de champignons/moisissures (mildiou, oïdium, botrytis) sont majoritaires. Les traitements insecticides pour lutter notamment contre les tordeuses de grappes, cicadelles et autres insectes sont moins fréquents (IFT de 1.4). Les traitements herbicides sont très minoritaires (IFT de 0.6 en moyenne sur les vignobles français en 2013).

Pour comparaison, les grandes cultures (maïs, blé, colza, tournesol, orge) présentent un IFT moyen de 4<sup>6</sup> tandis qu'en arboriculture, l'IFT varie de 8 pour la culture de la cerise à plus de trente pour la culture des pommes<sup>7</sup>.

### les molécules utilisées en viticulture

folpel (fongicide anti mildiou)



Graphique 6 : évolution temporelle des concentrations en folpel

Les concentrations en folpel les plus élevées se retrouvent de début juin à mi-juillet en période de traitement contre le mildiou. L'augmentation survenue du 27 mai au 3 juin est peut-être liée à la présence des premiers symptômes de présence du mildiou conjugués au début de la période de haute sensibilité des inflorescence (boutons floraux séparés ; cf. BSV N° 9 du 29 mai 2019).

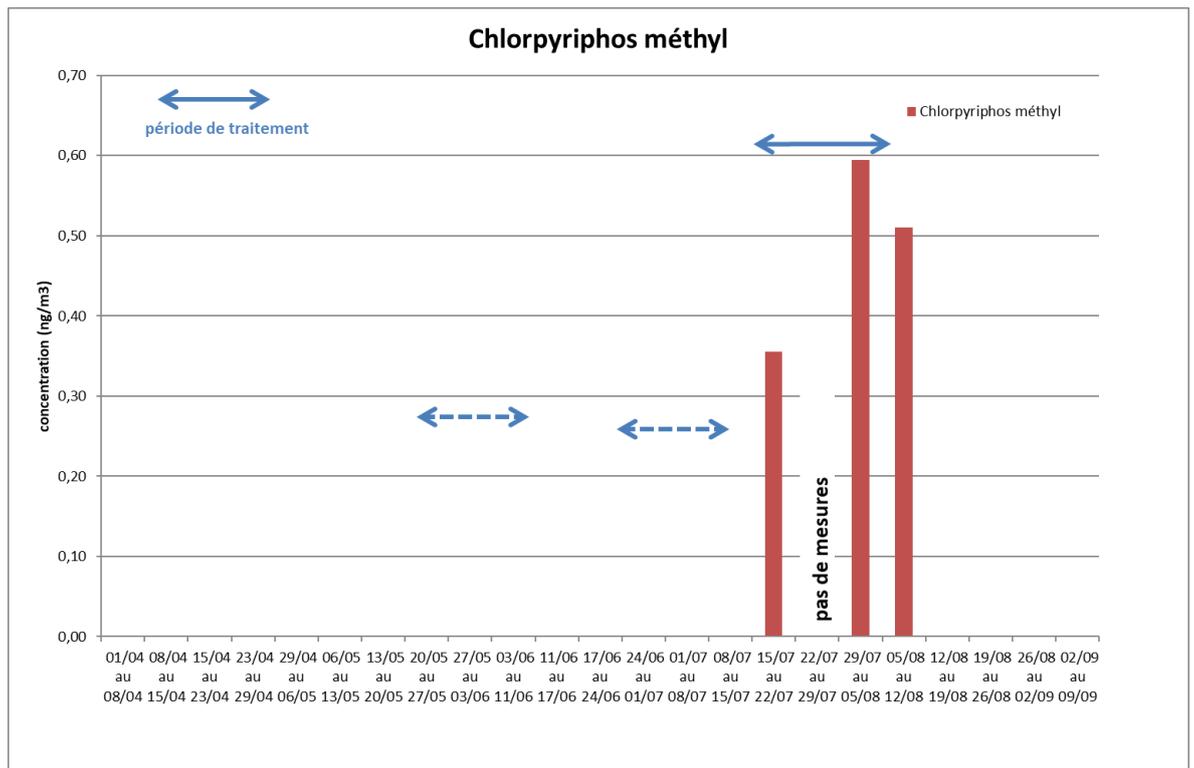
Les niveaux enregistrés en août et début septembre peuvent être liés à des traitements résiduels ou à des phénomènes de post-volatilisation après traitement. En 2004, 2017 et 2018, nous avons également enregistré cette même évolution temporelle avec présence de folpel jusqu'à fin août.

<sup>5</sup> Source : SSP – Agreste – enquête sur les pratiques culturales en viticulture 2013 disponible sous <http://agreste.agriculture.gouv.fr/publications/chiffres-et-donnees/article/pratiques-culturales-en-13741>

<sup>6</sup> Source : SSP - Agreste – Enquête sur les pratiques phytosanitaires en grandes cultures 2014 disponible sous <http://agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/pratiques-culturales/grandes-cultures-prairies/>

<sup>7</sup> Source : SSP- Agreste – Enquête sur les pratiques phytosanitaires en arboriculture 2012 disponible sous <http://agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/pratiques-culturales/pratiques-culturales-en/>

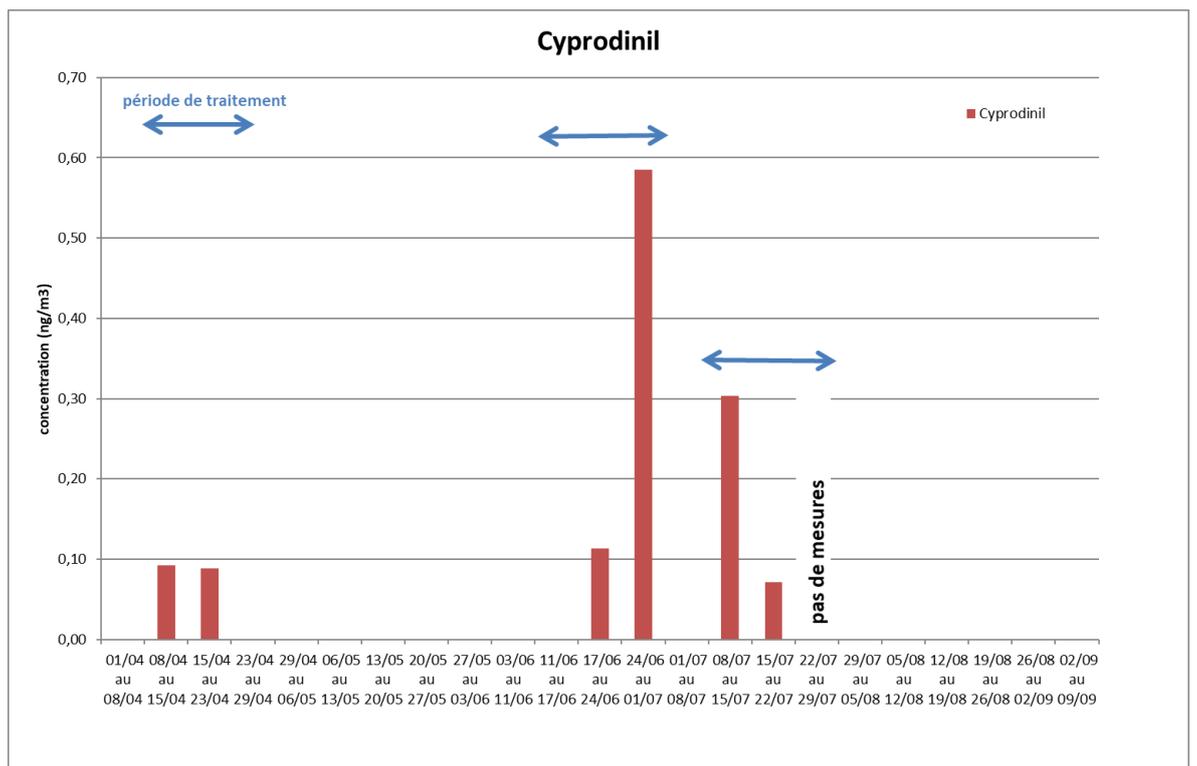
**chlorpyriphos méthyl** (insecticide utilisé contre les tordeuses de la grappe et les cicadelles vertes)



Graphique 7 : évolution temporelle des concentrations en chlorpyriphos méthyl

Contrairement aux années précédentes, aucune présence de chlorpyriphos méthyl dans l'air n'est enregistrée fin mai-début juin, période de développement potentiel des 1<sup>ères</sup> générations de tordeuses de la grappe. En revanche, les niveaux les plus élevés sont toujours enregistrés fin juillet début août en lien avec des traitements visant la gestion des cicadelles vertes.

**cyprodinil** (Fongicide anti-botrytis)



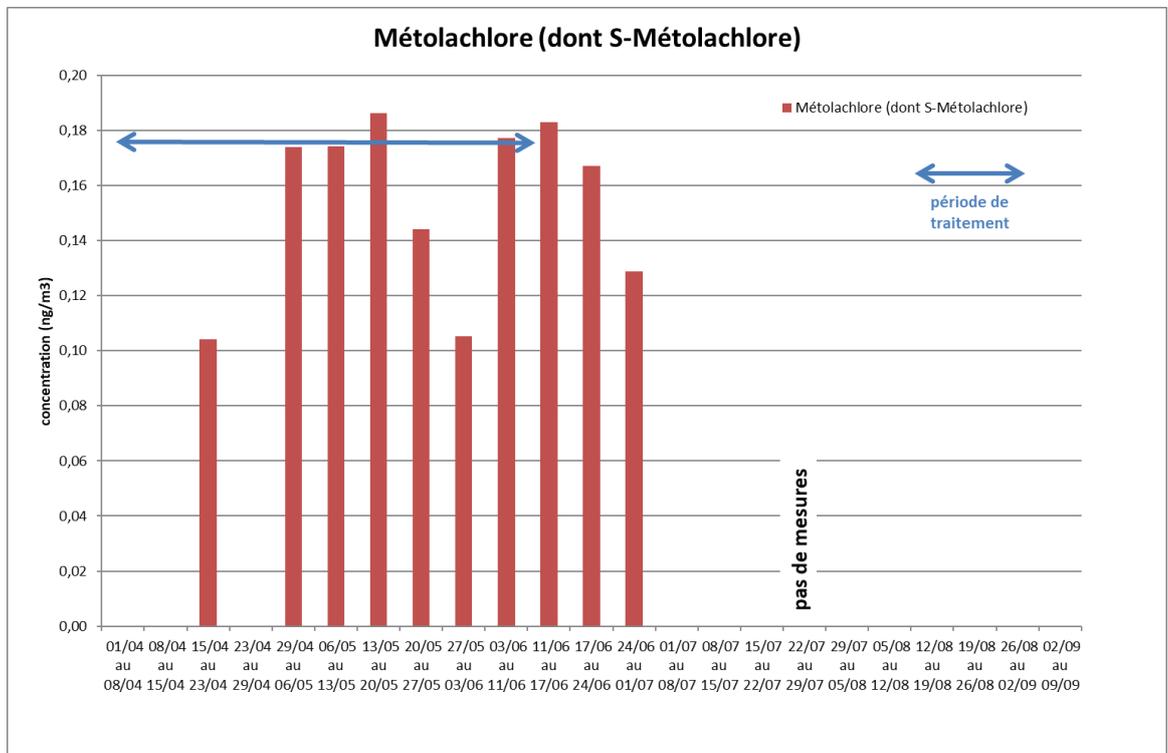
Graphique 8 : évolution temporelle des concentrations en cyprodinil

Les concentrations dans l'air se retrouvent durant deux périodes principales du développement de la vigne (floraison en juin puis fermeture de la grappe mi-juillet). En 2019, le temps perturbé et froid depuis le 7 juin n'a pas permis une floraison rapide (cf. BSV viticulture du 13 juin). Ceci a entraîné une prolongation de la floraison et une pleine floraison qui se produit fin juin (cf. BSV viticulture du 20 juin). Les concentrations les plus élevées sont enregistrées durant cette période (24/06 au 01/07). Selon le BSV viticulture du 11 juillet, « la fermeture de la grappe est imminente et doit se produire vers le 14 juillet ».

NB : les très faibles concentrations quantifiées du 8 au 23 avril peuvent être difficilement explicables par des traitements en zones viticoles. En 2004, des concentrations du même ordre de grandeur (inférieures à 0.1 ng/m<sup>3</sup>) avaient également été enregistrées en avril de façon homogène au niveau du lycée agricole de Briacé, dans le bourg de Vallet et à Nantes (usines des eaux). Les niveaux rencontrés, leurs homogénéités entre les différents sites suggèrent un transport à plus longue distance à partir de zones de traitement éloignées du lycée agricole (grandes cultures notamment) ; ce fongicide étant également utilisé en grandes cultures.

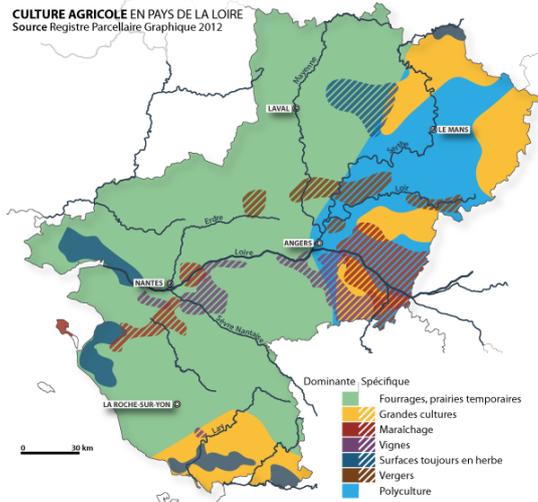
### les molécules non viticoles

métolachlore (+S-métolachlore) herbicide de grandes cultures



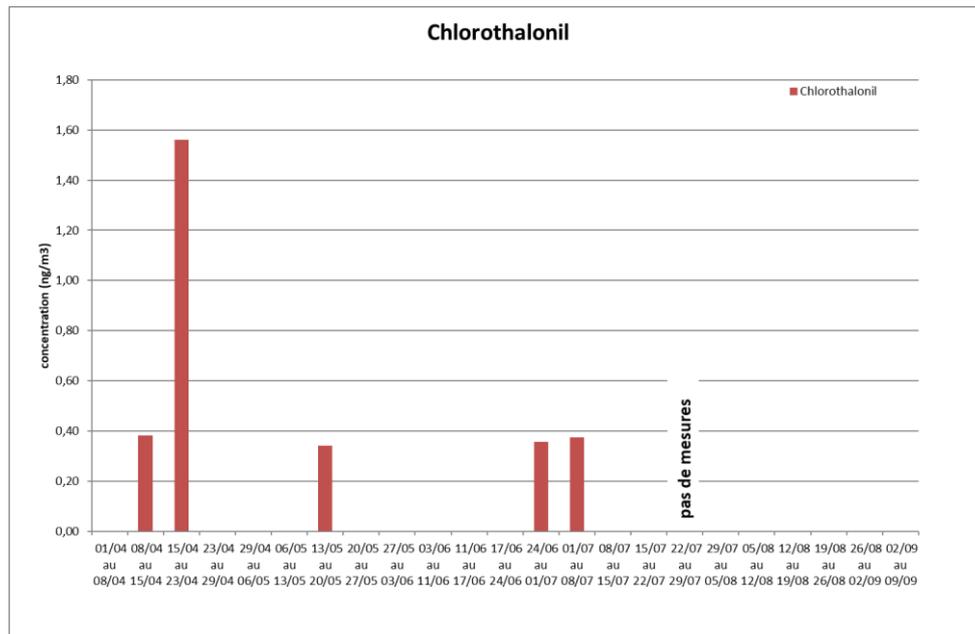
Graphique 9 : évolution temporelle des concentrations en métolachlore (+S-métolachlore)

Les très faibles concentrations rencontrées suggèrent des zones éloignées du site de mesure. En Pays de la Loire, les grandes cultures se concentrent plutôt dans le sud de la région (sud vendéen) et au nord-est (cf. carte suivante).



En 2019, nous retrouvons une évolution temporelle synchrone avec celle de 2017 (présence d’avril à juin en lien avec le désherbage de grandes cultures maïs notamment) sachant qu’en 2018 les concentrations en S-métolachlore apparaissaient plus tard dans la saison à partir de début mai.

chlorothalonil fongicide utilisé en grandes cultures et cultures légumières



graphique 10 : évolution temporelle des concentrations en chlorothalonil

Le chlorothalonil peut être utilisé en grandes cultures et en cultures légumières. La zone de maraîchage la plus proche est située à moins de 10 kilomètres au nord-ouest du site. En 2019 le chlorothalonil a quantifié plutôt au printemps et fin juin début juillet comme les années précédentes.

En résumé :

L'évolution temporelle des concentrations en produits phytosanitaires dans l'air est globalement synchrone avec la plupart des périodes de traitements viticoles. Ceci suggère une influence majoritaire des phénomènes de dérive lors des traitements (cf. annexe). Des phénomènes de post volatilisation après application peuvent être avancés pour expliquer la présence de folpel en août-début septembre. L'étude plus poussée du lien entre les périodes de traitements et la présence dans l'air avec la mise en perspective à l'échelle des différentes régions sera réalisée dans le cadre du projet Repp’Air après exploitation des différents plannings de traitement.

## conclusions et perspectives

**D**ans le cadre du programme d'étude Repp'Air qui vise à affiner la compréhension des phénomènes impliqués dans les transferts de produits phytosanitaires vers le compartiment aérien, Air Pays de la Loire a mesuré d'avril à début septembre 2019, les concentrations dans l'air de 42 produits phytosanitaires au niveau du lycée agricole de Briacé situé dans le vignoble Nantais.

Durant cette période d'étude, 15 molécules ont été quantifiées sur les 42 recherchées. La présence de molécules spécifiques aux traitements des vignes avec une forte proportion du folpel (fongicide anti mildiou) qui représente plus de 50 % de la concentration totale a été mise en évidence. Des molécules non utilisées en viticulture (S-métalochlore herbicide de grandes cultures) ont également été mesurées à des concentrations inférieures à 1 ng/m<sup>3</sup> indiquant un transport possible dans l'air de ces molécules de zones de traitements plus éloignées vers le site de mesure.

En 2019, la concentration moyenne en folpel (2ng/m<sup>3</sup> sur la période d'étude) est comparable à celle de 2017 suggérant son utilisation moins intense qu'en 2018 (concentration moyenne de 5 ng/m<sup>3</sup> sur la période d'étude). En effet, selon les bulletins de santé des végétaux édités par la chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire, la présence de ce champignon était beaucoup moins visible en 2019 qu'en 2018.

Le chlorpyrifos éthyl (insecticide uniquement autorisé sur la culture des épinards depuis 01/09/2016) n'est plus quantifié en 2019 comme en 2017. Il avait été quantifié ponctuellement en 2018 et très fréquemment en 2004.

L'étude de l'évolution temporelle des concentrations en lien avec les périodes propices aux traitements phytosanitaires montre une bonne cohérence entre présence dans l'air et périodes de traitement avec des nuances entre les années liées aux conditions météorologiques qui conditionnent l'apparition des nuisibles (insecticides, champignons) et le développement du végétal (période de floraison, de fermeture de la grappe de la vigne par exemple).

Cette variabilité interannuelle associée aux modifications des pratiques de traitements liées notamment à l'interdiction d'utilisation de certaines molécules incite à pérenniser le suivi des pesticides dans l'air. Dans ce cadre, Air Pays de la Loire en partenariat avec la DREAL, la DRAAF et l'ARS des Pays de la Loire, met en œuvre une surveillance régionale depuis l'été 2019 qui fait suite à la campagne nationale réalisée en 2018 - 2019.

# annexes

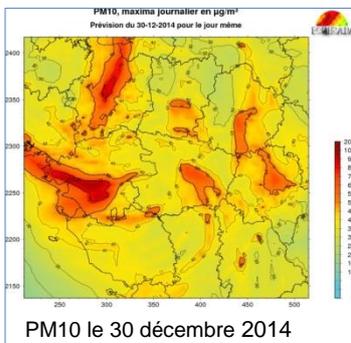
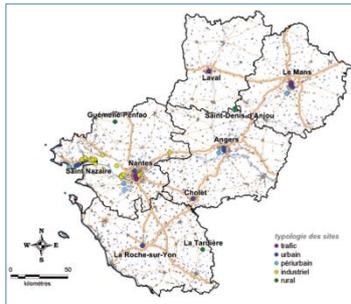
- annexe 1 : Air Pays de la Loire
- annexe 2 : sources et puits des produits phytosanitaires dans l'atmosphère
- annexe 3 : l'indicateur de fréquence de traitement (IFT)

# annexe 1 : Air Pays de la Loire

Dotée d'une solide expertise riche de trente ans d'expérience, Air Pays de la Loire est agréée par le Ministère de la Transition écologique et solidaire pour surveiller la qualité de l'air de la région des Pays de la Loire. Air Pays de la Loire regroupe de manière équilibrée l'ensemble des acteurs de la qualité de l'air : services de l'État et établissements publics, collectivités territoriales, industriels et associations et personnalités qualifiées.

Air Pays de la Loire mène deux missions d'intérêt général : surveiller et informer.

## surveiller pour savoir et comprendre



### l'air de la région sous haute surveillance

Fonctionnant 24 heures sur 24, le dispositif permanent de surveillance est constitué d'une trentaine de sites de mesure, déployés sur l'ensemble de la région : principales agglomérations, zones industrielles et zones rurales.

### mesurer où et quand c'est nécessaire

Air Pays de la Loire s'est doté de systèmes mobiles de mesure (laboratoires mobiles, préleveurs...). Ces appareils permettent d'établir un diagnostic complet de la qualité de l'air dans des secteurs non couverts par le réseau permanent. Des campagnes de mesure temporaires et ciblées sont ainsi menées régulièrement sur l'ensemble de la région.

### la fiabilité des mesures garantie

Les mesures de qualité de l'air consistent le plus souvent à détecter de très faibles traces de polluants. Elles nécessitent donc le respect de protocoles très précis. Pour assurer la qualité de ces mesures, Air Pays de la Loire dispose d'un laboratoire d'étalonnage, airpl.lab accrédité par le Cofrac et raccordé au Laboratoire National d'Essais.

### simuler et cartographier la pollution

Pour évaluer la pollution dans les secteurs non mesurés, Air Pays de la Loire utilise des logiciels de modélisation. Ces logiciels simulent la répartition de la pollution dans le temps et l'espace et permettent d'obtenir une cartographie de la qualité de l'air. La modélisation permet par ailleurs d'estimer l'impact de la réduction, permanente ou ponctuelle, des rejets polluants. Elle constitue un outil d'aide à la décision pour les autorités publiques compétentes et les acteurs privés.

### prévoir la qualité de l'air

Si le public souhaite connaître la pollution prévue pour le lendemain afin de pouvoir adapter ses activités, les autorités politiques ont, elles, besoin d'anticiper les pics de pollution pour pouvoir prendre les mesures adaptées. En réponse à cette attente, Air Pays de la Loire réalise des prévisions de la pollution atmosphérique grâce à la plateforme interrégionale ESMERALDA.

## informer pour prévenir



### pics de pollution : une vigilance permanente

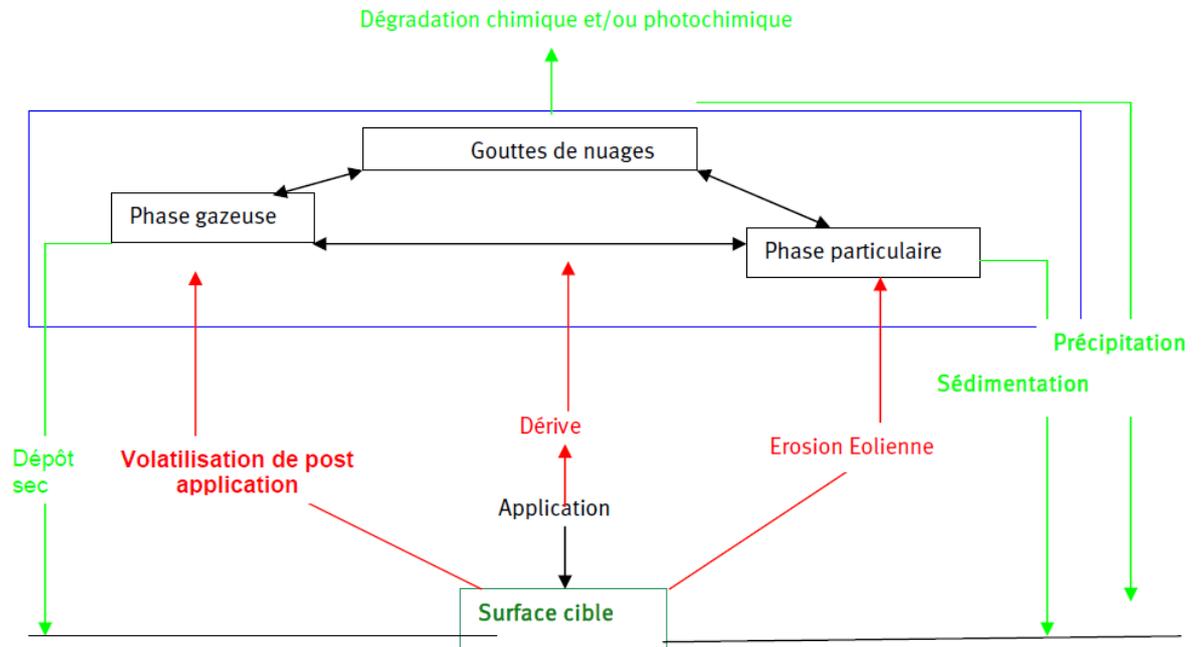
En cas d'épisode de pollution, une information spécifique est adressée aux autorités publiques, aux médias et à tous les internautes inscrits gratuitement. Suivant les concentrations de pollution atteintes, le préfet de département prend, si nécessaire, des mesures visant à réduire les émissions de polluants (limitations de vitesse, diminution d'activités industrielles...)

### sur Internet : tous les résultats, tous les dossiers

Le site Internet [www.airpl.org](http://www.airpl.org) donne accès à de très nombreuses informations sur la qualité de l'air des Pays de la Loire. Elles sont actualisées toutes les heures. On y trouve les cartes de pollution et de vigilance, les communiqués d'alerte, les indices de la qualité de l'air, les mesures de pollution heure par heure, les actualités, toutes les publications d'Air Pays de la Loire...

## annexe 2 : sources et puits des produits phytosanitaires dans l'atmosphère

Le schéma ci-après montre les différentes voies d'entrée et de sortie des produits phytosanitaires dans l'atmosphère.



### les sources

Les trois principales sources de pesticides dans l'atmosphère sont :

- la dérive lors du traitement
- la volatilisation post traitement pour les molécules volatiles
- l'érosion éolienne

#### la dérive lors de l'application

Les produits phytosanitaires sont dans la plupart des cas appliqués sous forme de solutions pulvérisées sur le sol et/ou les cultures. Plus rarement, ils sont incorporés à la terre sous forme de granulés ou de graines enrobées.

La dérive correspond à la proportion de produits phytosanitaires qui passe dans l'air lors de la pulvérisation. Ces pertes sont extrêmement variables (de quelques % à plus de 50 %) selon le type de pulvérisation, la taille des gouttelettes pulvérisées, les conditions météorologiques, la nature du champ et des cultures. Les produits ne peuvent être utilisés en pulvérisation ou poudrage que si le vent a un degré d'intensité inférieur ou égal à 3 sur l'échelle de Beaufort. (Arrêté du 4 mai 2017 relatif à la mise sur le marché et à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques et de leurs adjuvants visés à l'article L. 253-1 du code rural et de la pêche maritime).

### **la volatilisation de post traitement**

Cette perte se fait après le traitement. Elle dépend de nombreux paramètres tels que les propriétés physico-chimiques de la substance épanchée, de facteurs météorologiques, de la structure et propriétés du sol et du mode d'application du composé. Les pertes par ce processus peuvent atteindre jusqu'à 90 % de la dose appliquée pour les composés les plus volatils.

Le potentiel de volatilisation d'un composé chimique est contrôlé non seulement par la pression de vapeur intrinsèque du composé mais aussi par les facteurs qui influent le comportement de la molécule à l'interface sol-liquide-gaz. Le seul examen de la pression de vapeur ne permet donc pas de conclure sur le degré de volatilité d'un composé. Il faut plutôt s'intéresser à la constante de Henry K qui correspond au rapport de la pression de vapeur sur la fraction molaire dans l'eau.

Jun et al (1983) considèrent comme fortement volatiles les molécules dont la constante de Henry est supérieure à  $10^{-5}$ .

### **l'érosion éolienne**

Compte tenu de leurs propriétés physico-chimiques, certains produits phytosanitaires peuvent être retenus par les constituants minéraux et organiques du sol. Les particules du sol arrachées par le vent vont donc alimenter l'atmosphère en pesticides. Cette érosion éolienne est surtout sensible dans les régions ventées et sur les grandes plaines dégagées et concerne les cultures à faibles couvertures végétales et celles qui laissent le sol à nu durant de longues périodes.

## **les puits de produits phytosanitaires**

Nous retrouvons donc dans l'air des produits phytosanitaires sous forme gazeuse et/ou particulaire. Une fraction des pesticides présente dans l'air va retourner au sol par les précipitations ou par dépôt sec. Le dépôt sec correspond à la fois à la chute par gravité des particules présentes dans l'air et aux dépôts d'espèces gazeuses par diffusion.

Enfin, certains pesticides présents dans l'air vont subir des réactions chimiques qui vont les dégrader en d'autres produits. Ces réactions de dégradation encore mal connues sont généralement des réactions d'oxydation avec notamment les radicaux OH, l'ozone et les oxydes d'azote présents dans l'atmosphère et des réactions de destruction par le rayonnement solaire (réactions de photolyse).

## annexe 3 : l'indicateur de fréquence de traitement (IFT)

L'indicateur de fréquence de traitement (IFT) mesure le nombre moyen de doses de référence appliqué à une culture pendant une campagne. Le calcul de cet indicateur prend donc en compte à la fois le nombre de traitements effectués (lui-même fonction du nombre de produits appliqués et du nombre de passages pour chacun des produits) et le dosage appliqué lors de chaque traitement. Cet indicateur tient compte des quantités réellement appliquées par l'agriculteur et non des quantités vendues. Cet indicateur est utilisé depuis 2007 comme outil d'accompagnement et d'évaluation de la réduction de l'utilisation des pesticides.

Pour chaque traitement réalisé sur la parcelle, le calcul de l'IFT est le suivant :

$$IFT = \frac{DA}{DR} * PST$$

DA : dose réellement appliquée par hectare (source enquête)

DR : dose de référence par hectare (base Phy2x)

PST : part de surface traitée (source enquête)



airpays de la loire

5 rue Édouard-Nignon – CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3

Tél + 33 (0)2 28 22 02 02

Fax + 33 (0)2 40 68 95 29

[contact@airpl.org](mailto:contact@airpl.org)

**air** | pays de  
la loire  
[www.airpl.org](http://www.airpl.org)