

mesures de produits phytosanitaires dans l'air en Anjou



campagne de mesure été 2006

décembre 2006 – version 1



sommaire

synthèse	1
introduction	5
la viticulture dans les Pays de la Loire et en Anjou	6
La viticulture en Pays de la Loire : essentiellement les vins d'Anjou et les vins du Pays nantais	6
L'Anjou : une grande diversité de vins	6
le dispositif mis en oeuvre	8
2 sites de mesure	8
Une collecte des phases particulières et gazeuse suivie d'une analyse conjointe en laboratoire	10
62 molécules analysées.....	11
Les périodes de mesures	11
les résultats	12
Comparaison à d'autres études menées en milieu viticole	13
Les molécules détectées et les gammes de concentrations rencontrées.	15
Contribution de chaque molécule à la concentration totale en pesticides.....	17
Comparaison Moulin de Turquay – Bourg de Martigné Briand pour les principaux fongicides et insecticides.	18
Evolution temporelle des concentrations en lien avec les périodes de traitement.	19
Une Comparaison Anjou - Muscadet	23
conclusions et perspectives	26
annexes	27
bibliographie	36
glossaire	39

contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : François Ducroz, Cartographie : François Ducroz, Mise en page : Bérandère Poussin, Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire, Photographies : Arnaud Tricoire, Validation : Arnaud Rebours / Luc Lavrilleux.

conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'association agréée 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 l'environnement, précisé par l'arrêté du 3 août 2004 pris par le ministère de l'Écologie et du développement durable.

À ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Pays de la Loire est garante de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études qu'elle produit 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, etc...

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenue 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

Cette étude a bénéficié de la participation financière du Ministère de la Santé et de la solidarité.

Nous tenons à remercier Monsieur Peigner (DDASS 49) pour sa collaboration à cette étude notamment sur le choix du site de mesure. Nous tenons à remercier Monsieur Vergne (viticulteur au Moulin Turquais), Monsieur le Maire de Martigné Briand pour avoir accepté d'accueillir nos appareils de collecte.

Nous tenons à remercier Madame Closset et Monsieur Baraut du Groupement Départemental de Développement Viticole pour leur collaboration sur les périodes de traitements viticoles.

synthèse

contexte ➤ poursuite des études menées en 2002 et 2004

Les produits phytosanitaires (pesticides) regroupent l'ensemble d'un grand nombre de produits chimiques utilisés pour la protection des cultures.

Ces produits peuvent se retrouver dans l'air ambiant soit par des phénomènes de dérive lors du traitement, de post volatilisation après traitement ou par l'érosion éolienne de particules.

Dans le cadre de l'orientation 2 du Plan régional de la Qualité de l'Air, 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 (pays de Muscadet) et maraîchères et a permis de valider la procédure métrologique. Dans la poursuite de cette première campagne expérimentale, Air Pays de la Loire a élargi en 2004 les mesures en Muscadet aux traitements herbicides.

En 2006, dans le cadre du Plan Régional Santé Environnement, un cofinancement entre Air Pays de la Loire et la Direction Régionale des affaires sanitaires et sociales des Pays de la Loire a permis d'étudier une autre zone viticole des Pays de la Loire : l'Anjou (zone viticole la plus importante des Pays de la Loire en termes de superficies de vignes).

objectifs ➤ 3 objectifs principaux

L'objectif de cette étude est triple :

- évaluer les niveaux de pesticides dans l'air durant les traitements fongicides et insecticides en Anjou à proximité immédiate des vignes et également dans un bourg viticole,
- analyser l'évolution temporelle des concentrations atmosphériques en lien avec les périodes de traitement,
- mettre en perspective les résultats avec d'autres secteurs viticoles (Muscadet, Champenois, Bordelais, Tourraine).

moyens ➤ 3 mois de mesure simultanément sur 2 sites

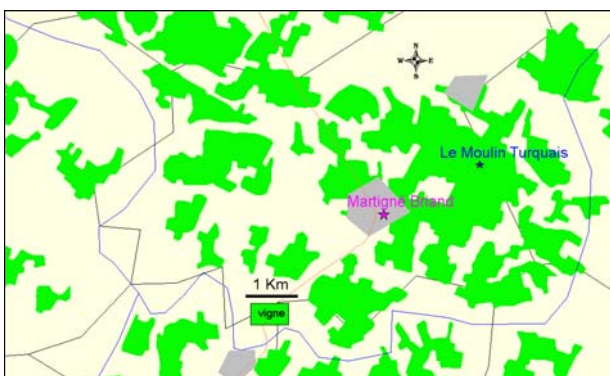
Pour répondre aux objectifs fixés, le dispositif suivant a été mis en œuvre.

2 sites de mesure

Deux sites en zones viticoles (Moulin Turquais – Monsieur Vergne et bourg de Martigné Briand) ont été dotés de collecteurs (partisol 1m³/h) prélevant les phases particulaire et gazeuse des pesticides dans l'air.

Un collecteur moyen débit (1 m³/h) a été installé dans le bourg de Martigné Briand au niveau de l'ancienne propriété des Navres (Rue Joseph COUSIN) à 100 mètres des vignes les plus proches. Cette commune très agricole (la Superficie Agricole Utile représente 81 % de la superficie totale de la commune) est caractérisée par la présence importante de vignes qui représente près de 42 % de la superficie totale de la commune. Elle accueille 1700 habitants.

Un collecteur moyen débit (1 m³/h) a été installé au niveau du moulin Turquais sur l'exploitation de Monsieur Vergne. Cette exploitation s'étend sur 38 hectares et est localisée à 2 km au Nord-Est du bourg de Martigné Briand. Le collecteur a été installé à une dizaine de mètres des vignes les plus proches.



Localisation des sites de mesure

des mesures en continu durant 3 mois simultanément sur les 2 sites

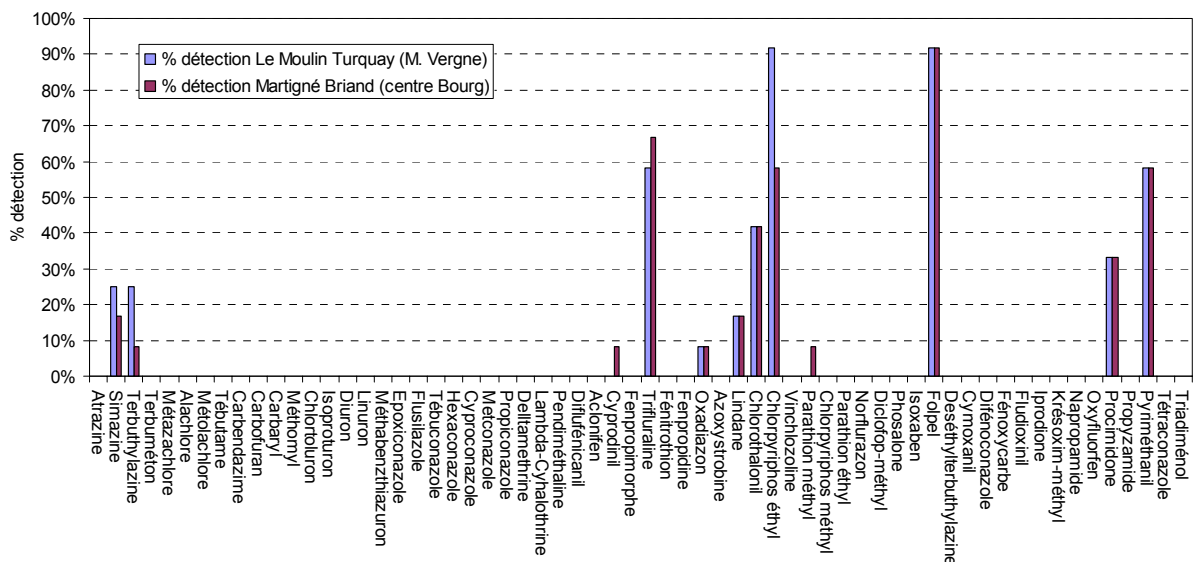
Des prélèvements hebdomadaires simultanément sur les 2 sites ont été effectués du 8 juin au 31 août 2006. Cette période englobe les principaux traitements insecticides et fongicides réalisés sur la vigne.

62 molécules ont été analysées dans chaque prélèvement. La sélection de ces molécules a été établie par une méthode développée en 2002 par Air Pays de la Loire qui tient compte de plusieurs critères (quantité utilisée, propriétés physico chimiques des produits phytosanitaires, type d'activité agricole). Cette liste a été réactualisée pour cette étude en tenant compte des informations fournies par le Groupement Départemental de Développement Viticole (GDDV).

résultats 1 des molécules spécifiques à la viticulture mais aussi de grandes cultures

L'analyse de la fréquence de détection des 62 molécules étudiées dans cette étude a permis de mettre en évidence :

12 molécules sur les 62 molécules recherchées ont été détectées sans interférence sur les 2 sites de mesure.



Fréquence de détection des 62 molécules analysées du 8 juin au 31 août 2006

Nous retrouvons :

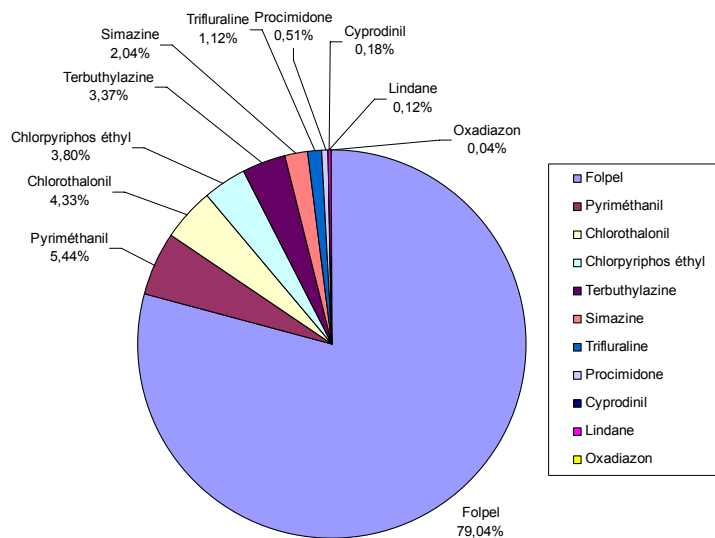
Des molécules fréquemment détectées (fréquences de détection supérieures à 30 %) à des niveaux qui peuvent dépasser 5 ng/m³. Ce sont le folpel (fongicide), le chlorpyrifos éthyl (insecticide), le chlorothalonil (fongicide) et la pyriméthanil (fongicide). Ces molécules sont utilisées pour le traitement des vignes.

Des molécules fréquemment détectées (fréquence supérieure à 30 %) à de faibles concentrations (< 1 ng/m³). Ce sont le procimidone (fongicide peu utilisé en Anjou selon le GDDV) et la trifluraline (herbicide). La trifluraline n'est pas homologuée en viticulture. Elle est en revanche largement utilisée en grandes cultures (colza, tournesol, blé, seigle...). La présence de ce type de culture sur le territoire de la commune permettrait alors d'expliquer la présence de trifluraline dans l'air.

résultats 2 ➔ le folpel : la molécule la plus abondamment mesurée dans l'air

L'analyse de la contribution relative de chaque molécule à la concentration atmosphérique totale en pesticides montre que le folpel représente plus de 70 % de la masse des pesticides mesurés. Sa concentration atmosphérique moyenne durant la campagne de mesure en Anjou est sensiblement identique à celle enregistrée en 2004 dans le Muscadet durant la même période.

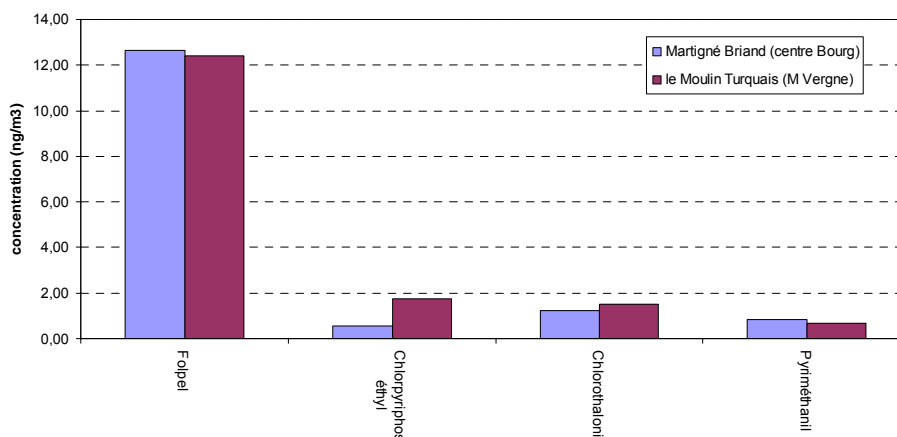
Le chlorophyriphos éthyl, le chlorothalonil, le pyriméthanil contribue à eux 3 entre 14 % et 23 % à la concentration totale en pesticides. Ces 4 molécules réunies représentent donc plus de 90 % de la concentration totale.



Contribution de chaque molécule à la concentration totale en pesticides dans le bourg de Martigné Briand

résultats 3 ➔ des teneurs comparables au Moulin Turquais et dans le bourg de Martigné Briand

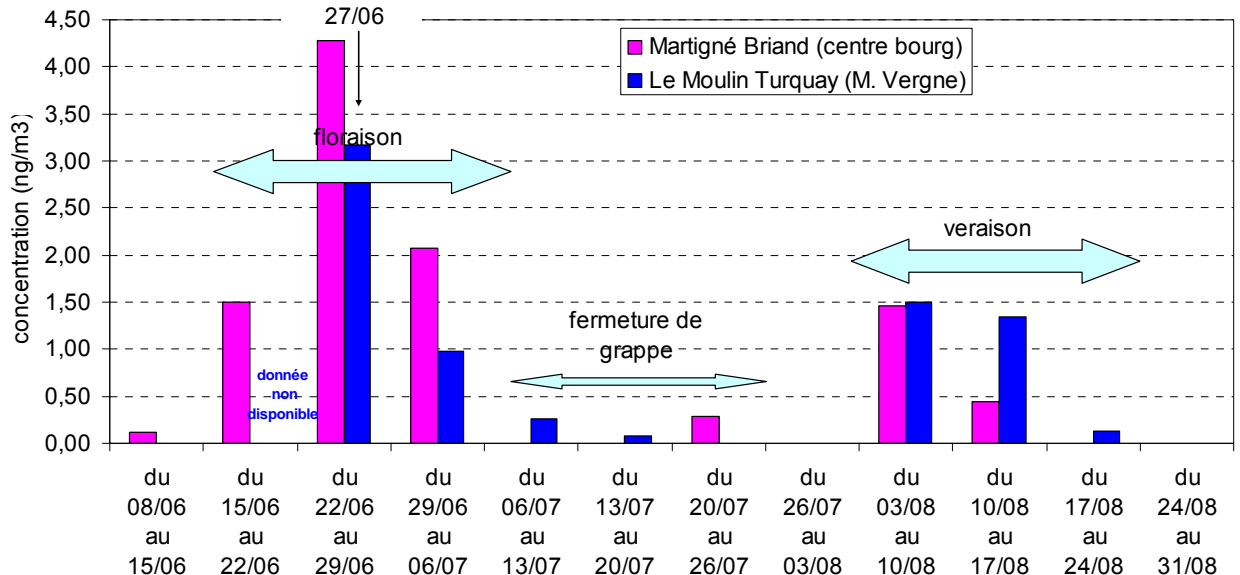
Pour les 3 fongicides (Folpel, Chlorothalonil et pyriméthanil) nous constatons des niveaux de concentration similaires entre les deux sites. Ceci suggère une certaine homogénéité des niveaux en folpel, chlorothalonil et pyriméthanil sur la commune de Martigné Briand. En revanche le chlorophyriphos éthyl a été détecté plus fréquemment sur le site du Moulin Turquais, au cœur des vignes ; sa teneur moyenne sur la période d'étude étant supérieure sur ce site.



Concentration moyenne durant les 3 mois de mesure dans le bourg de Martigné Briand et au Moulin Turquais

résultats 4 → une évolution temporelle des teneurs atmosphériques cohérente avec les périodes de traitement

L'étude comparative des périodes de traitements et des variations temporelles des concentrations atmosphériques montre une bonne cohérence entre les niveaux enregistrés dans l'air et les périodes d'utilisation des principaux fongicides et insecticides.



Évolution temporelle des concentrations atmosphériques en pyriméthanil à Martigné Briand et au Moulin Turquais

résultats 5 → comparaison : Anjou Muscadet des similitudes et des spécificités régionales

Le folpel, le chlorpyrifos éthyl, le chlorothalonil, la terbuthylazine ont été détectés à la fois en Anjou et dans le Muscadet.

En revanche, Le chlorpyrifos méthyl et la vinchlozoline n'ont pas été détectés en Anjou contrairement au Muscadet.

La terbuthylazine (herbicide) avait été détectée en 2004 dans le Muscadet dans 70 % des prélèvements tandis que sa fréquence de détection ne dépasse pas 30 % en 2006 en Anjou. L'usage de la terbuthylazine pour le désherbage de la vigne a été interdit à partir du 30 juin 2004.

La trifluraline (herbicide non homologuée en viticulture) a été plus fréquemment détectée en Anjou (dans 60 % des prélèvements) par rapport au Muscadet en 2004 (moins de 10 %). La présence dans la zone de Martigné Briand de cultures traitées par cet herbicide peut expliquer cette différence.

conclusions et perspectives → vers un suivi périodique en zones viticoles et des premières mesures en arboriculture

Suite aux études menées en zones viticoles (Muscadet 2002, Muscadet 2004 et Anjou 2006) le prolongement de ces études ponctuelles par un suivi périodique et pérenne des niveaux de pesticides dans l'air en Anjou et en Muscadet est à construire.

En complément, des premières mesures exploratoires pourraient être réalisées sur d'autres activités agricoles notamment en arboriculture, activité très présente en Maine-et-Loire.

introduction

Les produits phytosanitaires (pesticides) regroupent l'ensemble d'un grand nombre de produits chimiques utilisés pour la protection des cultures. Sous le terme de pesticides, 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 cultures.

L'usage de ces produits a des répercussions sur le réservoir atmosphérique. Dans le cadre de l'orientation 2 du Plan régional de la Qualité de l'Air, 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 (pays du Muscadet) et maraîchères et a permis de valider la procédure métrologique. Dans la poursuite de cette première campagne expérimentale, Air Pays de la Loire a élargi en 2004 les mesures en Muscadet aux traitements herbicides.

En 2006, dans le cadre du Plan Régional Santé Environnement et de son action relative à l'estimation de l'exposition de la population aux pesticides, un cofinancement entre Air Pays de la Loire et la Direction Régionale des affaires sanitaires et sociales des Pays de la Loire a permis d'étudier une autre zone viticole des Pays de la Loire : l'Anjou (zone viticole la plus importante des Pays de la Loire en termes de superficie des vignes).

L'objectif de cette étude est d'évaluer les niveaux de pesticides dans l'air durant les traitements fongicides et insecticides en Anjou à proximité immédiate des vignes et également dans un bourg viticole.

Ce rapport regroupe les résultats obtenus lors de la campagne de mesure qui s'est déroulée du 8 juin au 31 août 2006.

Il présente successivement :

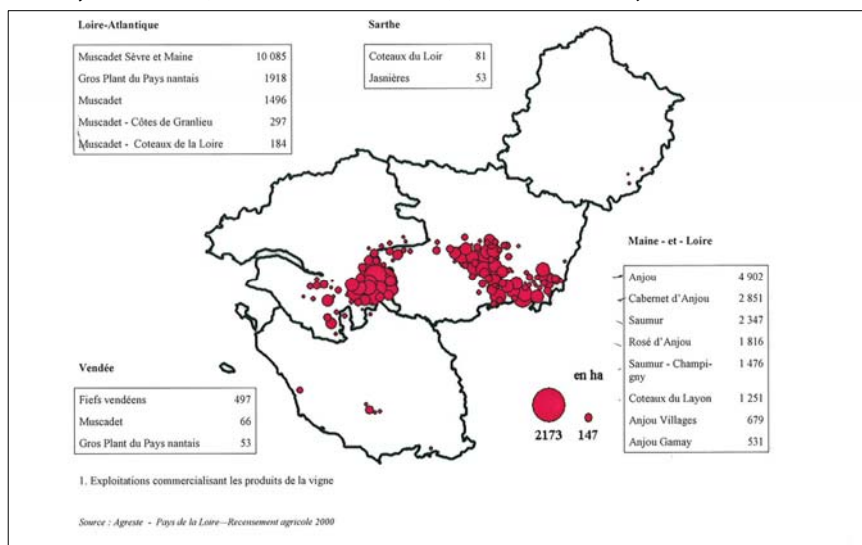
- la zone viticole d'Anjou,
- le dispositif mis en œuvre ;
- les résultats de mesure et leur interprétation en termes de répartition spatiale et temporelle et enfin une comparaison avec les mesures réalisées en 2004 dans le Pays du Muscadet.

la viticulture dans les Pays de la Loire et en Anjou

La viticulture est une activité agricole importante dans les Pays de la Loire et apporte une image de marque à la Région. Les Pays de la Loire produisent 9 % des vins français de qualité et sont la seconde région exportatrice de vins blancs après le Bordelais.

la viticulture en Pays de la Loire : essentiellement les vins d'Anjou et les vins du Pays Nantais

Les 38 000 hectares de vignobles se concentrent sur 2 grandes zones bordant la Loire avec les vins du Pays Nantais (Muscadet, Gros Plant) et les vins d'Anjou.

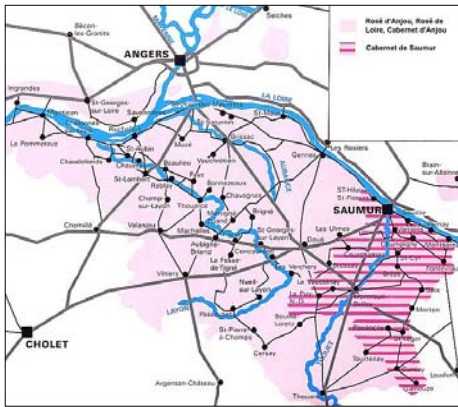


Carte 1 : Superficie du vignoble d'appellation par commune en 2000, source Agreste Pays de la Loire

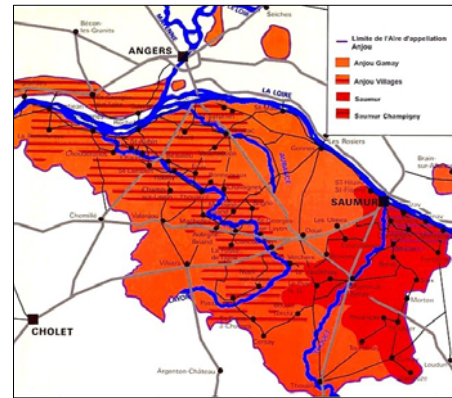
La quasi totalité de la viticulture est donc localisée dans le Maine-et-Loire et en Loire-Atlantique. Ces deux départements voisins offrent pourtant deux visages très différents de la viticulture des Pays de la Loire. En Loire-Atlantique 86 % de la récolte pour la cuve donne du vin blanc. Avec le Muscadet et le Gros plant Nantais, les appellations de Loire-Atlantique sont dans leur quasi-totalité des vins blancs. En revanche les deux tiers de la production du Maine-et-Loire correspondent à des vins rouges ou rosés.

l'Anjou : une grande diversité de vins

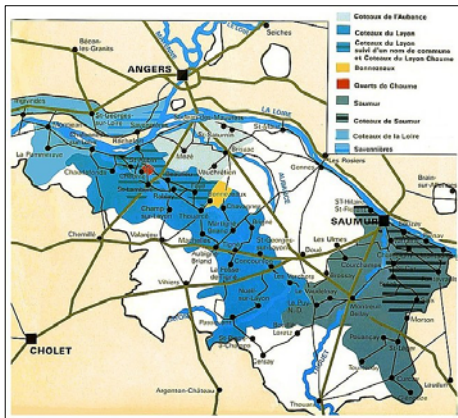
13 000 vignerons professionnels y exploitent les 20 000 hectares de vignobles. La carte des vins est très complète et recouvre une gamme étendue de vins de qualité (rosés, rouges, et blancs secs ou liquoreux, à bulles) déclinés en 22 Appellations d'Origine Contrôlées (AOC). Les Vins A.O.C doivent respecter des règles strictes de production et être issus des terroirs délimités en aire d'appellation (cf. cartes suivantes).



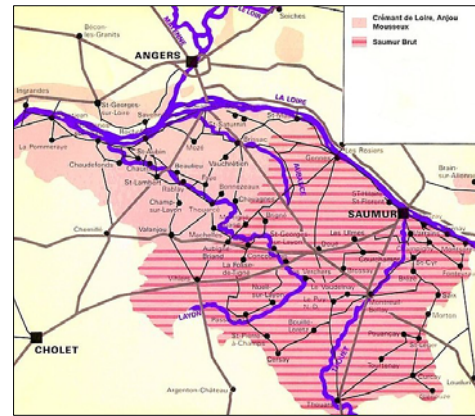
Carte 2 : zones des AOC rosés



Carte 3 : zones des AOC rouges



Carte 4 : zones des AOC blancs



Carte 5 : zones des AOC « Bulles »

Il est intéressant de noter que de façon globale les zones des AOC blancs, rouges, rosés et de vins à bulles coïncident. Ceci suggère que sur une zone donnée voire au sein même d'une exploitation différents types de vins sont produits. En d'autres termes, il n'existe pas de secteurs géographiques dédiés spécifiquement à un type de vins.

De nombreux cépages (cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Chenin, Gros Lot, Gamay, Pineau...) sont exploités pour l'élaboration de ses vins à la différence des Vins du Pays Nantais (Gros Plan et Muscadet) issus de deux cépages (folle Blanche et Melon de Bourgogne). Cette différence est susceptible d'engendrer des traitements phytosanitaires différents entre ces deux zones.

le dispositif mis en oeuvre

Afin d'évaluer les niveaux de pesticides dans l'air durant les traitements fongicides et insecticides en Anjou à proximité immédiate des vignes et également dans un bourg viticole, 2 sites de mesure ont été pourvus de collecteurs prélevant la phase gazeuse et particulaire de 62 molécules.

2 sites de mesure

mesures à proximité immédiate des vignes : le Moulin Turquais

Un collecteur moyen débit ($1 \text{ m}^3/\text{h}$) a été installé au niveau du moulin Turquais sur l'exploitation de Monsieur Vergne. Cette exploitation s'étend sur 38 hectares et est localisée à 2 km au Nord Est du bourg de Martigné Briand. Une gamme variée de vins y est produite (blancs avec 2 AOC : Anjou Blanc et Coteau du Layon ; rosés avec 3 AOC : rosé de Loire, rosé d'Anjou et cabernet d'Anjou ; rouge avec 2 AOC : Anjou Rouge, Anjou Village ; et enfin des vins à bulles avec le Crément de Loire).

Le collecteur a été installé à une dizaine de mètres des vignes les plus proches et à quelques dizaines de mètres de l'habitation.



Photo 1 : Collecteur moyen débit au Moulin Turquais (Mr Vergne)

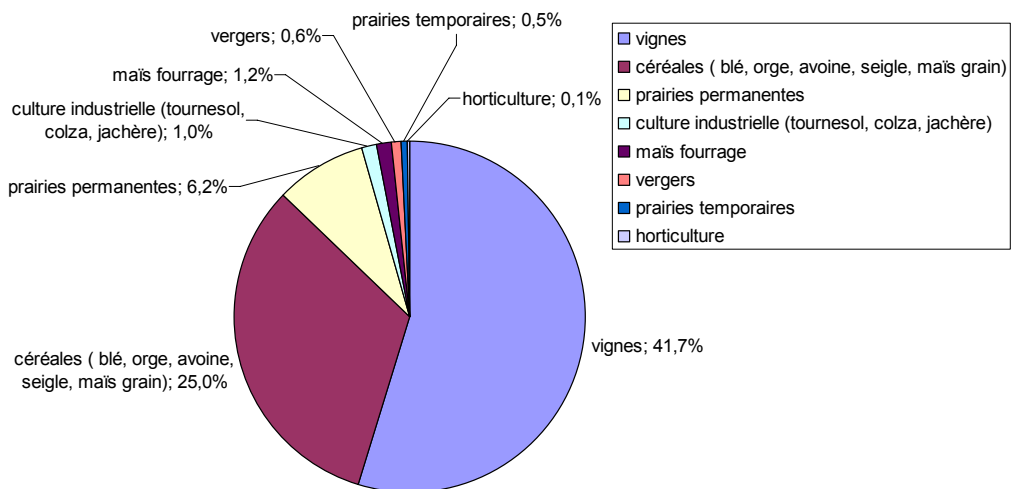
mesure dans le bourg de Martigné Briand

Un collecteur moyen débit ($1 \text{ m}^3/\text{h}$) a été installé dans le bourg de Martigné Briand au niveau de l'ancienne propriété des Navres (Rue Joseph COUSIN) à 100 mètres des vignes les plus proches.



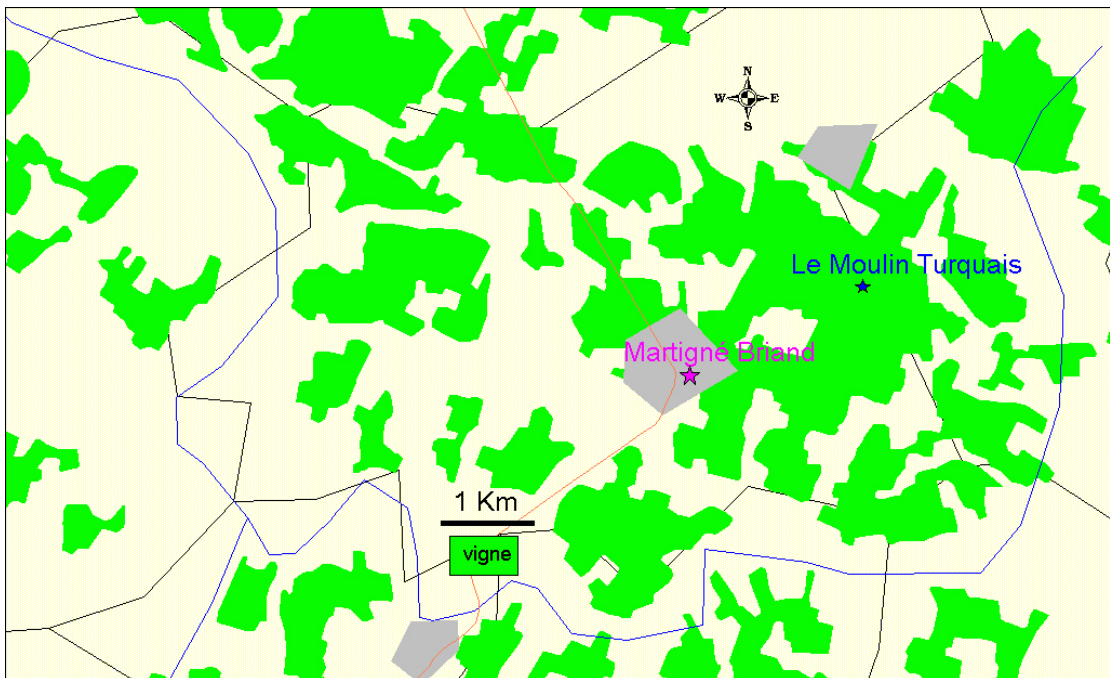
Photo 2 : collecteur moyen débit dans le bourg de Martigné Briand

Cette commune très agricole (la Superficie Agricole Utile représente 81 % de la superficie totale de la commune) est caractérisée par la présence importante de vignes qui représentent près de 42 % de la superficie totale de la commune (cf. graphique ci-après). Elle fait également l'objet d'un suivi des teneurs en pesticides dans l'eau (notamment au niveau du bassin versant du Girondeau) réalisé par le SRPV.



Graphique 1 : importance relative des différentes surfaces agricoles par rapport à la superficie totale de commune de Martigné Briand (source chambre d'agriculture du Maine et Loire, fiche communale).

Il est à noter également la présence de cultures céréalières (25 % de la surface totale). Cette commune accueille 1700 habitants.



Carte 6 : localisation des 2 sites de mesure

une collecte des phases particulaire et gazeuse 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 est en voie de normalisation par l'AFNOR et se base sur les préconisations de l'agence américaine pour la protection de l'environnement US EPA TO 10 A et TO 4 A.

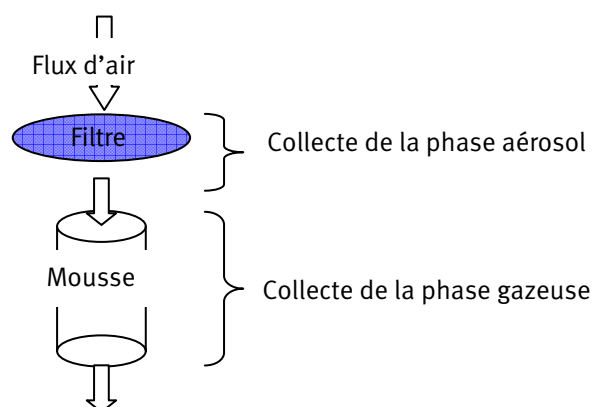


Figure 1 : Principe de collecte des pesticides dans l'air

Après prélèvement de 7 jours, l'échantillon est envoyé en laboratoire pour extraction et analyse. 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 particulaire et gazeuse.

Une description complète des méthodes utilisées et des opérations de validation des mesures est reportée en annexe 4.

62 molécules analysées

Sur chaque prélèvement, 62 molécules ont été analysées par chromatographie gazeuse couplée à un spectromètre de masse (GC/MS) ou par chromatographie liquide haute performance (HPLC) au laboratoire IANESCO Chimie de Poitiers. Ce laboratoire accrédité 100-1 dans le domaine des pesticides dans l'air a fait l'objet d'une phase d'évaluation par l'INERIS en 2003 [5].

Une description complète de la méthode de détermination des pesticides à analyser est mentionnée en annexe 3.

les périodes de mesure

Afin d'appréhender les traitements insecticides et fongicides, des mesures hebdomadaires simultanément sur les 2 sites on été effectuées du 08/06/2006 au 31/08/06.

N° semaine	Période d'échantillonnage	Martigné Briand (Bourg)	Le Moulin Turquais (M. Vergne)
23	du 08/06 au 15/06	1	1
24	du 15/06 au 22/06	1	0
25	du 22/06 au 29/06	1	1
26	du 29/06 au 06/07	1	1
27	du 06/07 au 13/07	1	1
28	du 13/07 au 20/07	1	1
29	du 20/07 au 26/07	1	1
30	du 26/07 au 03/08	1	1
31	du 03/08 au 10/08	1	1
32	du 10/08 au 17/08	1	1
33	du 17/08 au 24/08	1	1
34	du 24/08 au 31/08	1	1

Tableau 1 : les périodes de prélèvement

Un problème technique lors du prélèvement sur le site du Moulin Turquais lors de la semaine 24 nous a contraint à invalider la mesure sur ce site.

les résultats

Une description des sources et pertes de pesticides dans l'atmosphère est mentionnée en annexe 2.

La présente étude aborde successivement :

- les niveaux enregistrés par comparaison à d'autres études menées en milieu viticole ;
- 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 comparaison des teneurs des principaux fongicides et insecticides mesurées sur les 2 sites ;
- l'évolution temporelle des niveaux enregistrés en lien avec les périodes de traitement ;
- enfin, une comparaison entre les teneurs enregistrées en Anjou et dans le Muscadet.

comparaison à d'autres études menées en milieu viticole

Les concentrations de pesticides dans l'air sont très sensibles à de multiples facteurs. Citons pour mémoire :

- le lieu de mesure (à proximité ou éloigné des zones de traitement) ;
- la période de mesure (hors ou pendant les périodes de traitement) ;
- le type de traitement lors de la mesure.

Il est alors difficile de réaliser une étude comparative stricte entre les concentrations obtenues dans cette étude et celles obtenues dans d'autres. Seuls les ordres de grandeurs doivent être étudiés.

Le tableau ci-après regroupe pour 5 molécules communes à différentes études les niveaux de concentration (minimum et maximum) enregistrés dans plusieurs zones viticoles (Anjou, Muscadet, Bordelais, Champenois, Tourraine)

Zone	réf- erence	commentaires	folpel (ng/m ³)	Chlorphy- riphos éthyl (ng/m ³)	Vinchloz oline (ng/m ³)	Terbuthy- lazine (ng/m ³)	Chloro- thalonil (ng/m ³)
Anjou	Cette étude	Prélèvement 7 jours en période de traitement Du 08/06/06 au 31/08/06 2 sites de mesures à proximité des vignes	3 - 32	0.15 - 8	nd	0.2 - 5	0.1 - 13
Muscadet	[1]	Prélèvement 7 jours en période de traitement Du 26/04 au 30/08/04 2 sites de mesures à proximité des vignes	0.5 - 26	0.13 - 39	0.21 - 1.9	0.1 - 1.5	0.1 - 1.2
Champe- nois	[2]	Mesure journalière en période de traitement 28/06 au 02/07/04 4 sites de mesure à proximité des vignes	167-1242	0.1-0.4	0.01 - 0.9	0.05 - 0.1	3.5 - 15.7
Bordelais	[3]	Prélèvement 7 jours en période de traitement 12/07 au 16/09/04 1 site de mesure à proximité des vignes	20- 61	0.1- 42	0.05 - 0.48	0.0.5 - 0.33	0.1- 0.6
Tourraine	[4]	Prélèvement 7 jours 15/03 au 13/09/05 1 site de mesure à proximité des vignes	0.8 - 32	0. 4 - 1	0.16	nm	0.15 - 1.7

Tableau 2 : concentrations en pesticides mesurées dans différentes études

Nm : non mesuré

Nd : non détecté

Ce tableau appelle les commentaires suivants :

Il existe une forte variabilité dans les teneurs enregistrées au sein d'une même zone et entre les différentes zones. Toutefois, il se dégage des comportements communs à l'ensemble des zones viticoles et une hiérarchisation des molécules en fonction de leur concentration dans l'air peut être avancée.

Le folpel (fongicide anti mildiou) dont les teneurs atteignent généralement plusieurs dizaines de ng/m^3 voire plusieurs centaines dans le Champenois est la molécule la plus abondamment mesurée.

Les teneurs en chlorpyrifos éthyl (insecticide) et en Chlorothalonil (fongicide) atteignent généralement quelques ng/m^3 voire dizaines de ng/m^3 .

Enfin la vinchlozoline (fongicide) et la terbuthylazine (herbicide) avec des niveaux généralement proches de un ng/m^3 .

Il est à noter que l'usage de la terbuthylazine pour le désherbage de la vigne a été interdit par un avis au Journal officiel du 26 septembre 2003, avec un délai d'écoulement des stocks jusqu'au 31 décembre 2003 pour la distribution, et jusqu'au 30 juin 2004 pour l'utilisation.

Pour les autres usages, les herbicides contenant de la terbuthylazine ont été interdits à la commercialisation à partir du 30 septembre 2002, et interdits à l'utilisation à partir du 30 juin 2003.

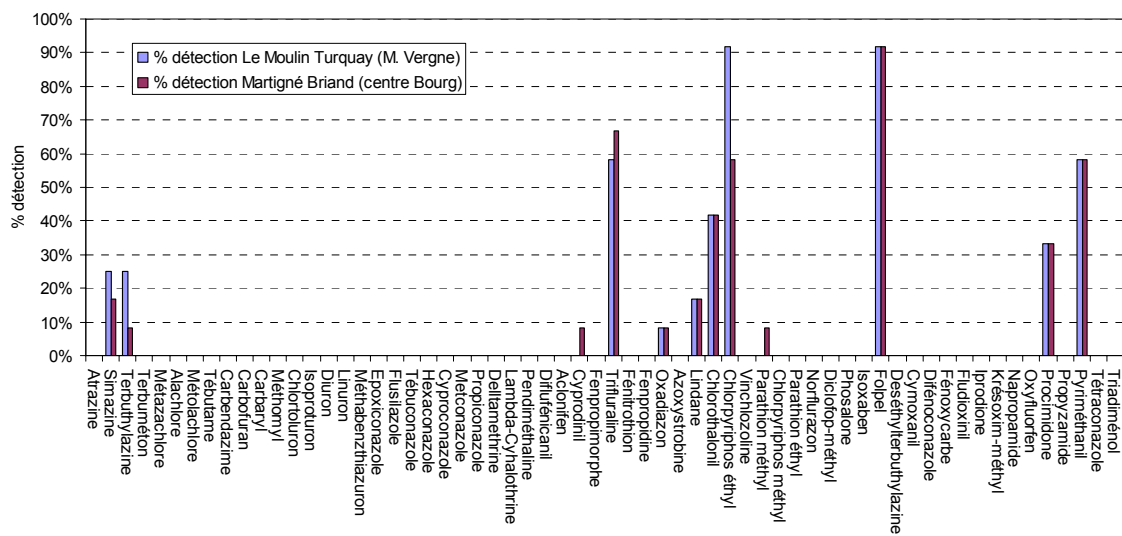
Durant cette étude, cette molécule a été détecté dans l'air de façon significative ($5 \text{ ng}/\text{m}^3$) à une seule reprise dans le bourg de Martigné Briand durant la semaine 23. Il pourrait s'agir d'une utilisation ponctuelle de résidu de stock (Groupement Départemental de Développement Viticole, communication personnelle).

les molécules détectées et les gammes de concentrations rencontrées

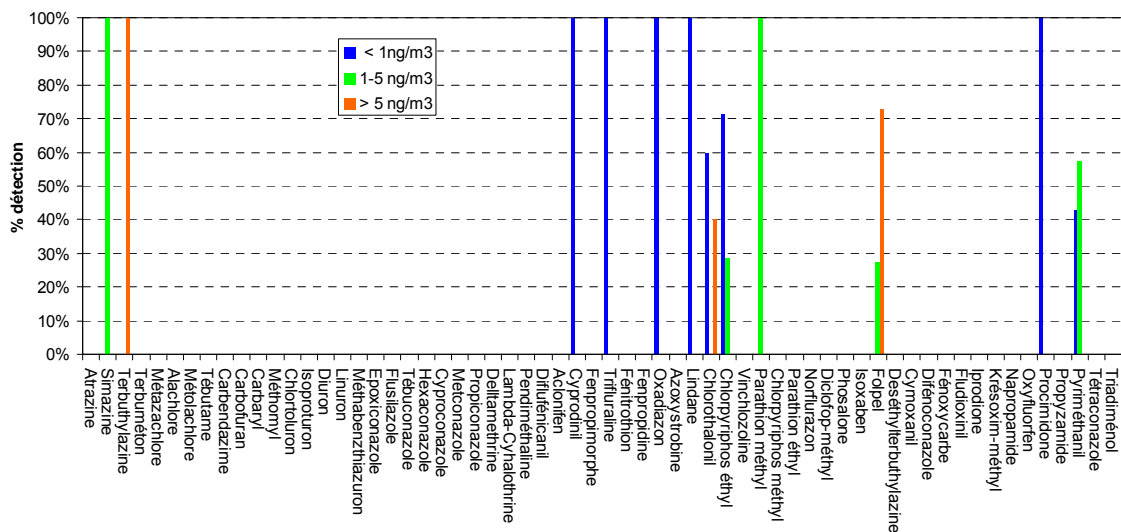
Cette étude vise à étudier le comportement des différentes molécules en fonction de leurs fréquences de détection et des niveaux rencontrés.

Les fréquences d'apparition pour les molécules détectées sont reportées dans le graphique suivant. Ce graphique n'indique pas les gammes de concentrations rencontrées. Celles-ci sont reportées dans les graphiques 2 à 4 qui indiquent la fréquence de détection des molécules en fonction de 3 gammes de concentration ($< 1 \text{ ng/m}^3$; $1 - 5 \text{ ng/m}^3$ et $> 5 \text{ ng/m}^3$).

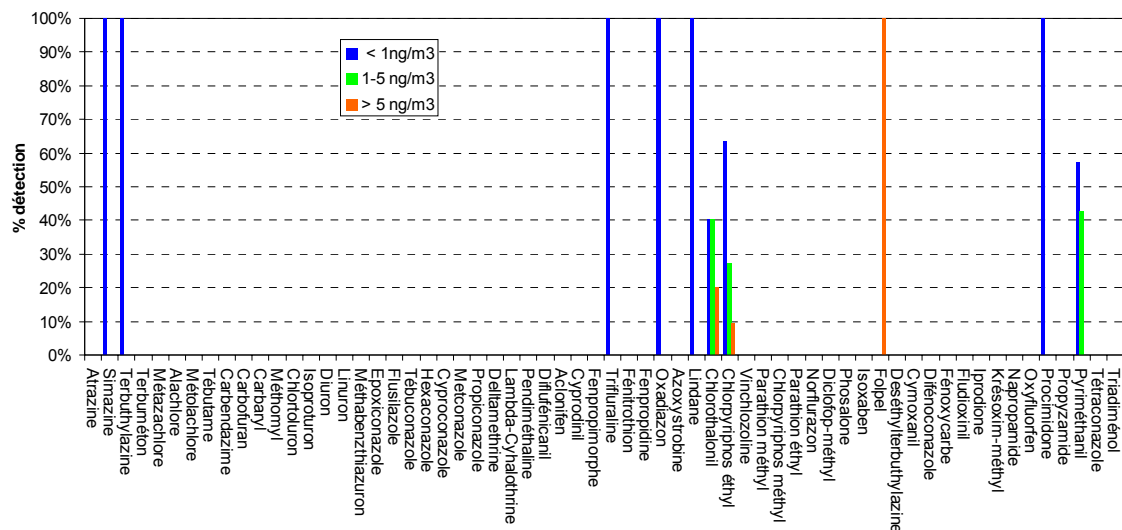
NB : la fréquence de détection d'une molécule correspond au nombre de semaines où une concentration supérieure à la limite de quantification est mesurée rapportée à la durée totale de la campagne.



Graphique 2 : fréquences de détection des 62 molécules



Graphique 3 : fréquences de détection en fonction de la gamme de concentrations mesurées dans le bourg de Martigné Briand



Graphique 4 : fréquence de détection en fonction de la gamme de concentrations mesurées au niveau du Moulin Turquais

L'étude de ces graphiques amène les remarques suivantes :

12 molécules sur les 62 molécules recherchées ont été détectées sans interférence sur les 2 sites de mesure. Parmi ces 12 molécules, la moitié a été détectée 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/m³.

Ce sont le folpel (fongicide), le chlorpyrifos éthyl (insecticide), le chlorothalonil (fongicide) et la pyriméthanol (fongicide).

Groupe 2 : molécules fréquemment détectées (fréquence supérieure à 30 %) à de faibles concentrations (< 1 ng/m³). Ce sont le procymidone (fongicide peu utilisé en Anjou selon le GDDV) et la trifluraline (herbicide). La trifluraline n'est pas homologuée en viticulture. Elle est en revanche largement utilisée en grandes cultures (colza, tournesol, blé, seigle...).

La présence de ce type de culture sur le territoire de la commune (cf. graphique 1) permettrait alors d'expliquer la présence de trifluraline dans l'air.

Groupe 3 : molécules peu détectées (fréquence inférieure à 30 %) mais à des concentrations qui peuvent atteindre 5 ng/m³ :

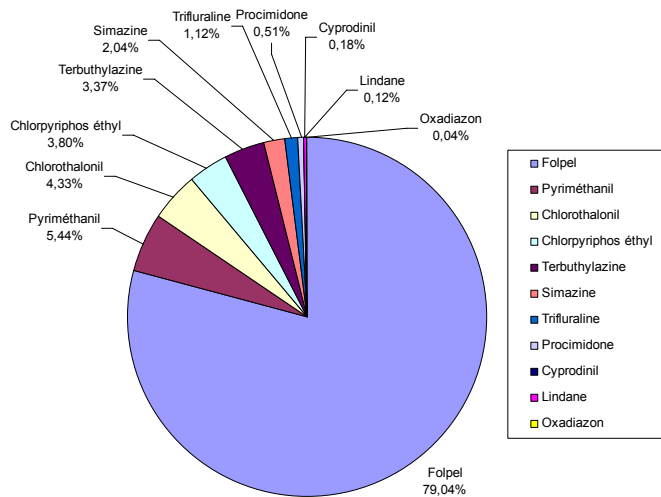
C'est le cas de la simazine (herbicide) de la terbutylazine (herbicide) et du parathion méthyl (insecticide). Ces 3 molécules sont, en 2006, interdites d'utilisation. Leur présence dans l'air peut s'expliquer par une utilisation ponctuelle de résidus de stocks.

Groupe 4 : molécules peu détectées (fréquence inférieure à 30 %) à de faibles concentrations inférieures au ng/m³. C'est le cas de l'oxadiazon (herbicide non utilisé en viticulture) et du lindane (insecticide). L'utilisation du lindane a été interdite en juillet 1998. Toutefois sa longue persistance dans le sol et l'atmosphère (durée de vie dans l'atmosphère estimée à plusieurs années) permet d'expliquer sa présence dans l'air. Par ailleurs cet insecticide a largement été utilisé dans le traitement de tout type de culture.

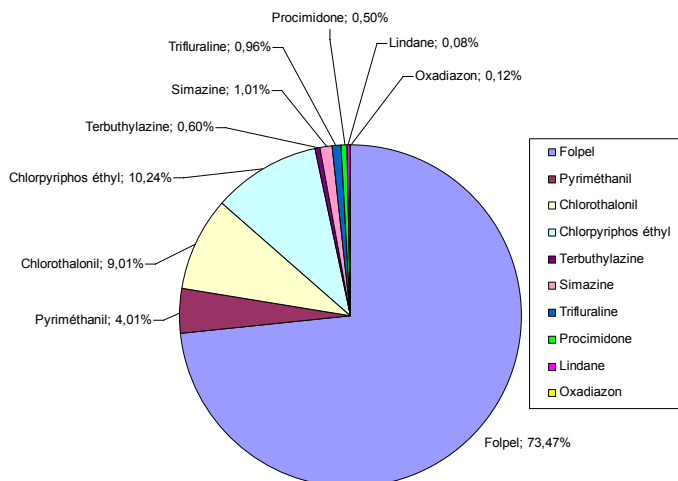
contribution de chaque molécule à la concentration totale en pesticides

Les 2 graphiques suivants montrent la contribution de chaque molécule à la concentration totale tout pesticide confondu pour les 2 sites de mesure.

NB : Pour une comparaison stricte entre les 2 sites de mesure nous n'avons pas tenu compte des résultats de la semaine 24 enregistrés dans le bourg de Martigné Briand afin d'être en cohérence avec l'absence de mesure durant cette semaine sur le site du Moulin Turquais.



Graphique 5 : contribution de chaque molécule à la concentration totale en pesticides dans le bourg de Martigné Briand



Graphique 6 : contribution de chaque molécule à la concentration totale en pesticides au Moulin Turquais

Nous retrouvons le même type de signature sur les 2 sites soit

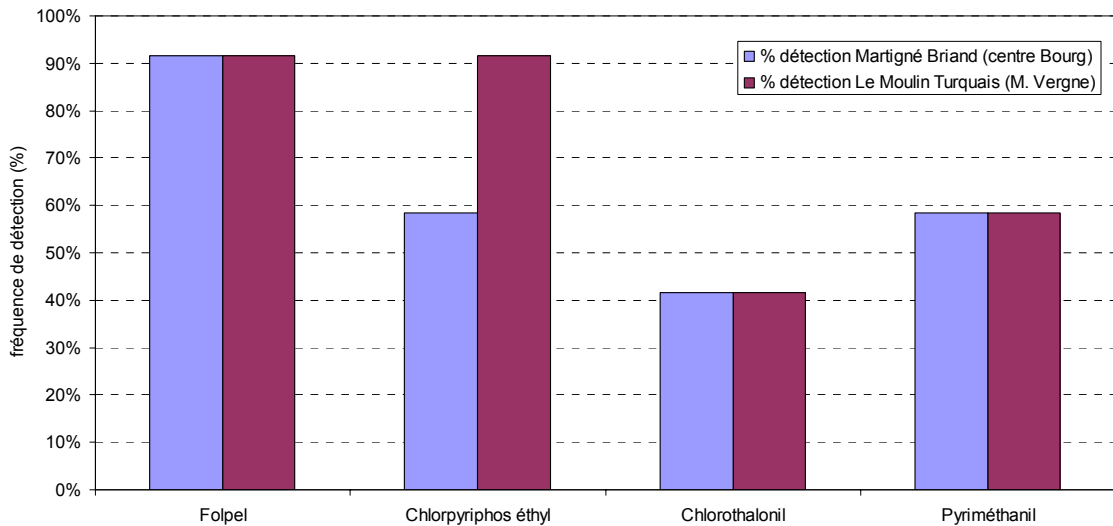
Une molécule très majoritaire le folpel qui contribue à plus de 70 % à la concentration totale de pesticides. Ce fongicide anti mildiou très volatil est très utilisé en zones viticoles.

Un groupe de 3 molécules (chlophyriphos éthyl, chlorothalonil, pyriméthaniil) qui contribue entre 14 % et 23 % à la concentration totale en pesticides. La hiérarchisation entre ces 3 molécules est différente sur les 2 sites notamment avec une part plus importante du chlophyriphos éthyl (insecticide) au niveau du Moulin Turquais.

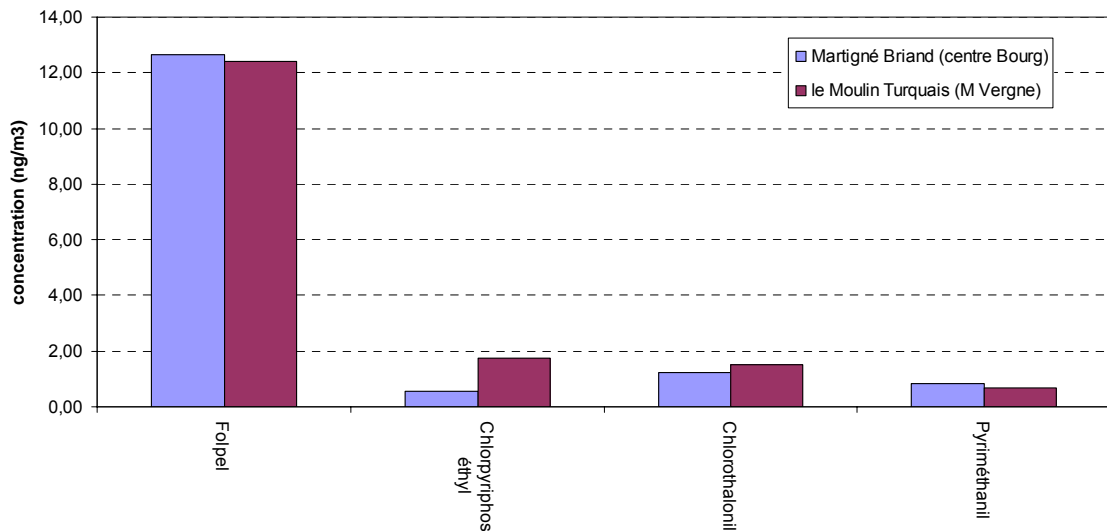
Enfin des molécules très minoritaires (Terbutylazine, Simazine, Trifluraline, Procimidone, Lindane, Oxadiazon) qui ne représentent qu'entre 3 % et 7 % de la concentration totale.

comparaison Moulin de Turquais – Bourg de Martigné Briand pour les principaux fongicides et insecticides

Les deux graphiques suivants montrent la fréquence et la concentration moyenne durant la campagne de mesure pour le folpel, le chlorpyriphos éthyl, le chlorothalonil et le pyriméthaniil mesurés sur les 2 sites.



Graphique 7 : % de détection durant les 3 mois de mesure



Graphique 8 : concentration moyenne durant les 3 mois de mesure

Pour les 3 fongicides (Folpel, Chlorothalonil et pyriméthaniil) nous constatons une fréquence de détection et des niveaux de concentration similaires entre les deux sites (cf. définition). Ceci suggère une certaine homogénéité des teneurs pour ces 3 molécules sur la commune. En revanche, le chlorpyriphos éthyl a été détecté plus fréquemment sur le site du Moulin Turquais, la teneur moyenne sur la période d'étude étant supérieure (50 %) sur ce site.

évolution temporelle des concentrations en lien avec les périodes de traitement.

les périodes de traitement

Le Groupement Départemental de Développement Viticole nous a fourni des informations générales sur les périodes de traitement en Anjou (cf. tableau suivant) mais également le planning précis des traitements réalisés par une vingtaine de viticulteurs. Les surfaces impliquées dans les traitements mentionnées dans ce planning correspondent selon le GDDV à la quasi-totalité des vignes traitées dans un rayon de 3 km autour du site du Moulin Turquais.

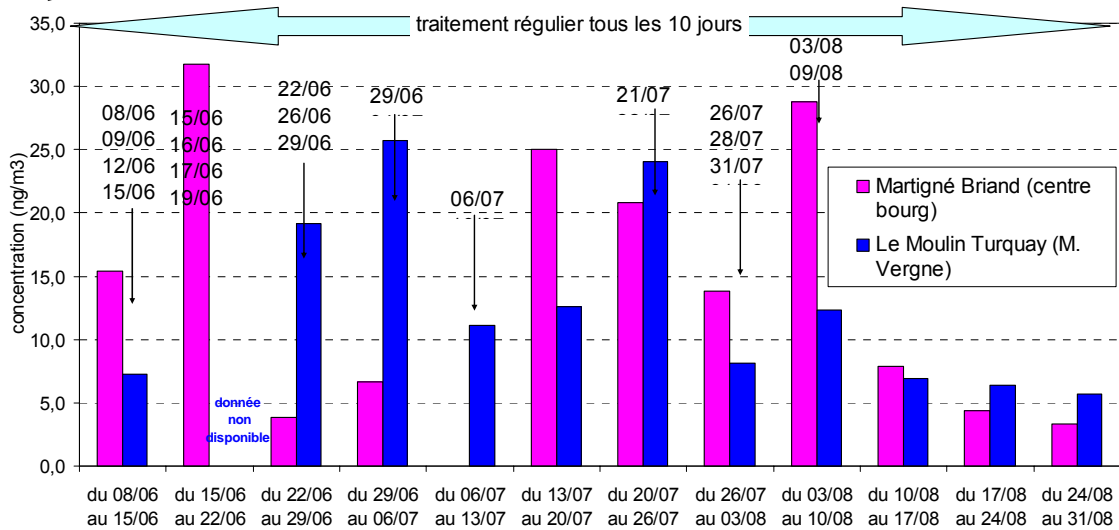
molécule	action	Période de traitement	remarque
folpel	Fongicide anti milidiou	Début mai à fin août	Traitement régulier tous les 10 jours avec diminution des traitements à partir de début août.
Chlorphyriphos éthyl	insecticide	Mi juin Début juillet	2 périodes de traitements : 1 ère génération de tordeuse de la grappe (cf. définitions) 2 nd génération de tordeuse Traitement plus intense lors de la seconde génération
pyriméthanil	Fongicide anti botrytis	Mi juin à fin juin Mi juillet Mi août à fin août selon les cépages	Traitement sur les 3 stades de la vigne A : floraison B : fermeture de la grappe (cf. définition) C : veraison (cf. définition) Le traitement au stade B n'est pas généralisé
chlorothalonil	fongicide	juin	Peu utilisé en Anjou
Procimidone	fongicide		Traitement sur les 3 stades de la vigne A : floraison B : fermeture de la grappe C veraison Le traitement au stade B n'est pas généralisé

Tableau 3 : période de traitement en Anjou

l'évolution temporelle des principaux fongicides et insecticides

Les graphiques suivants montrent l'évolution temporelle des niveaux hebdomadaires en pesticides mesurées sur les 2 sites de mesure. Les flèches horizontales représentent les périodes de traitements mentionnés dans le tableau tandis que les flèches verticales correspondent aux traitements ponctuels indiqués dans le planning de traitement dans une zone de 3 kilomètres autour du Moulin Turquais.

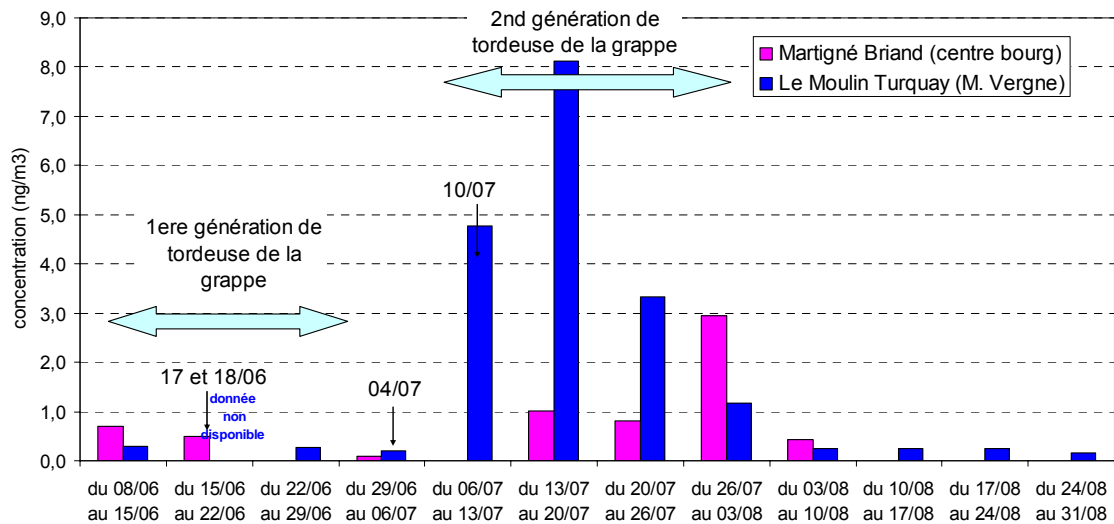
le folpel



Graphique 9 : évolution temporelle des concentrations atmosphériques en Folpel à Martigné Briand et au Moulin Turquais

Nous observons des concentrations en folpel relativement stables du 8 juin jusqu'à début août. À partir de cette date une diminution des teneurs dans l'air est enregistrée. Cette évolution dans le temps est cohérente avec l'utilisation de cette molécule. En effet, comme en témoignent les dates de traitement (flèches verticales sur le graphique), l'utilisation du folpel est généralisée et régulière de juin à début août puis une baisse de son utilisation apparaît à partir du 9 août 2006.

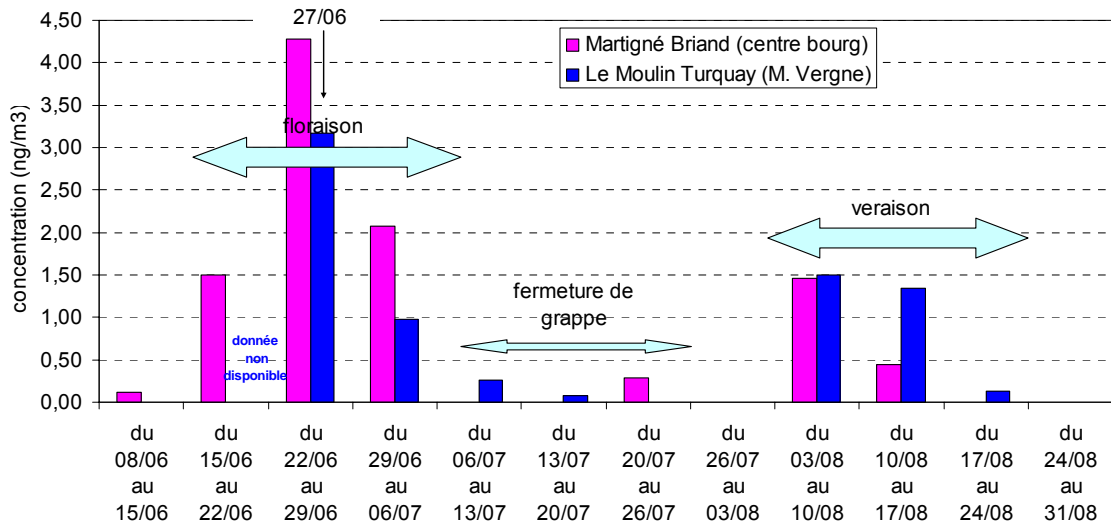
le chlorphyriphos éthyl



Graphique 10 : évolution temporelle des concentrations atmosphériques en chlorphyriphos éthyl à Martigné Briand et au Moulin Turquais

L'évolution temporelle des concentrations en Chlorpyriphos éthyl se traduit par des teneurs plus élevées en juillet en lien avec les traitements contre la 2nd génération de Tordeuses de la grappe. Les concentrations atmosphériques mesurées dans l'air lors de la première génération de Tordeuses de la grappe sont en accord avec les traitements moins intenses réalisés lors de cette période.

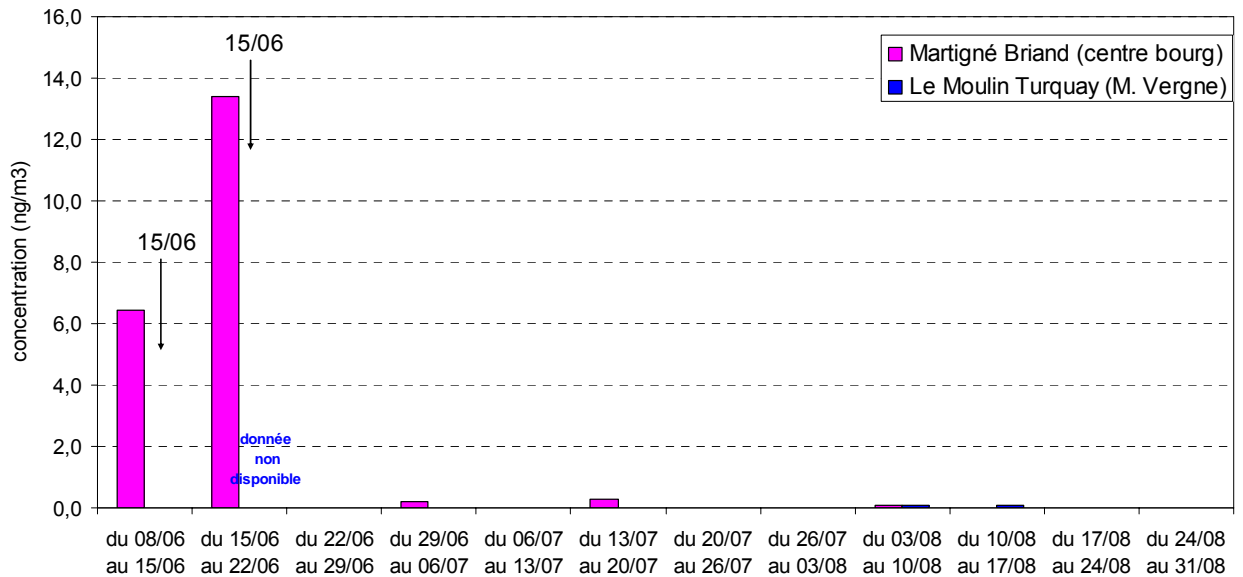
le pyriméthanil



Graphique 11 : évolution temporelle des concentrations atmosphériques en pyriméthanil à Martigné Briand et au Moulin Turquais

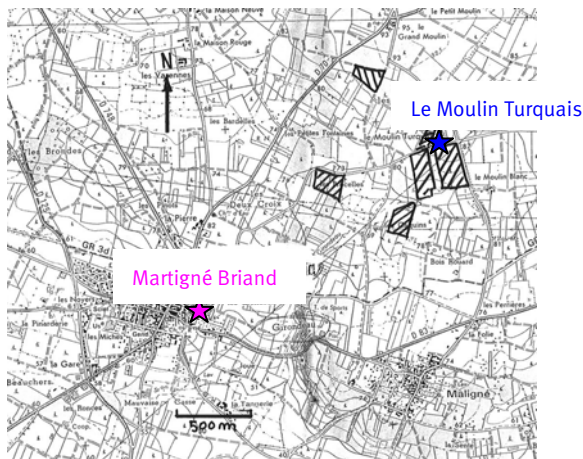
Ce fongicide est surtout présent dans l'air durant deux périodes (du 15/06 à début juillet et de début à mi août). Ces périodes correspondent aux traitements lors de la floraison de la vigne (stade A) puis lors de la veraison de la grappe (stade C). Il est à noter que les niveaux enregistrés lors de la fermeture de la grappe (stade B) sont plus faibles que lors des 2 autres stades. Ceci est en cohérence avec les traitements moins généralisés à cette période.

le chlorothalonil

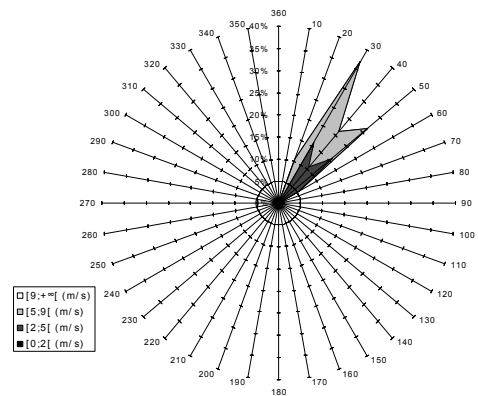


Graphique 12 : évolution temporelle des concentrations atmosphériques en chlorothalonil à Martigné Briand et au Moulin Turquais

Les concentrations sont détectées uniquement sur le site de Martigné Briand. Le planning indique un traitement par le chlorothalonil le 15 juin par un seul viticulteur. Les zones traitées sont mentionnées en hachuré sur la carte suivante. Elles se situent au Sud ouest du site du Moulin Turquais.



Carte 7 : Localisation des surfaces traitées (zones hachurées) par chlorothalonil le 15 juin (GDDV communication personnelle)

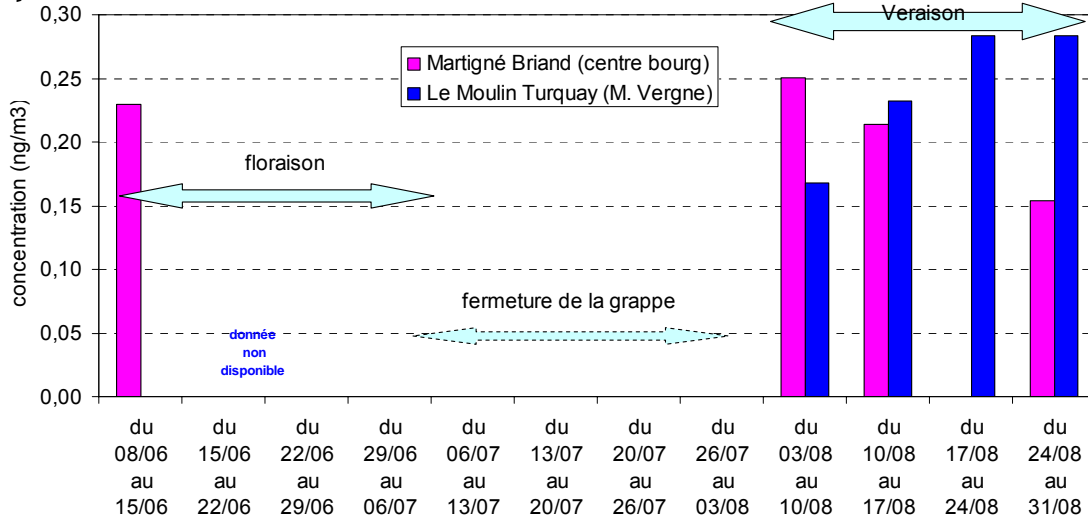


Graphique 13 : roses des vents à Martigné Briand pour la journée du 15 juin 2006 (source Météo France)

Le 15 juin, les vents soutenus (5 m/s en moyenne) ont soufflé exclusivement du Nord Est (30°N-50°N) ; cf. graphique ci-dessus). Le site du Moulin Turquais se trouvait alors au vent des zones traitées et n'était alors pas impacté par la dérive lors du traitement. A cette date, le bourg de Martigné Briand se situait sous les vents des traitements et est donc susceptible d'être impacté par les traitements.

Il est intéressant de noter que la dérive lors du traitement par le chlorothalonil est enregistrée dans les niveaux atmosphériques mesurés entre 1 et 2 kilomètres des zones traitées. Le calcul précis de la zone totale d'impact nécessiterait un réseau de capteurs plus dense.

le procimidone



Graphique 14 : évolution temporelle des concentrations atmosphériques en procimidone à Martigné Briand et au Moulin Turquais

Les concentrations dans l'air sont essentiellement détectées lors de la veraison de la grappe ce qui suggère un traitement plus intense à ce stade de développement.

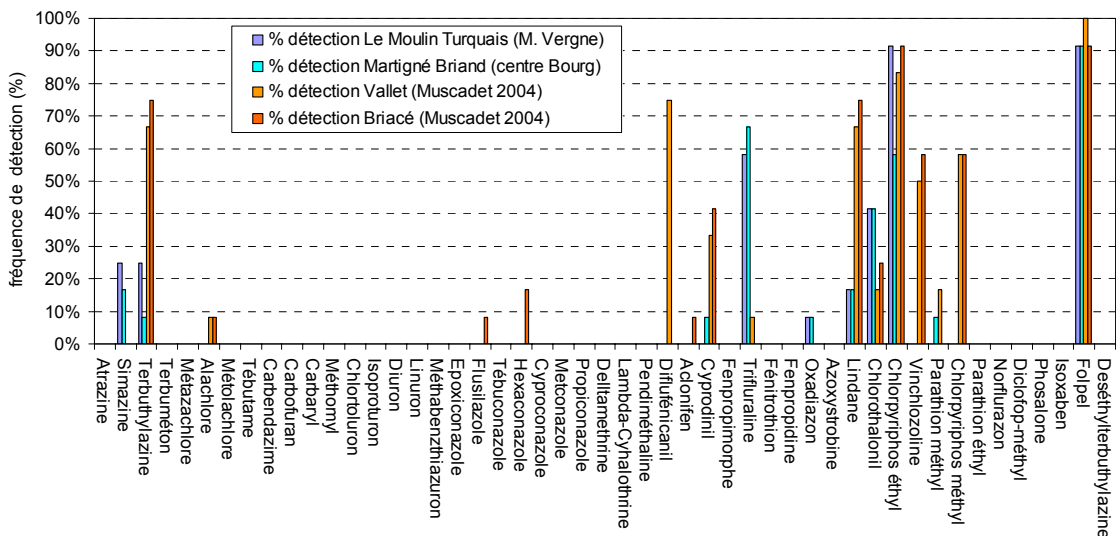
En conclusion, l'étude comparative des périodes de traitements et des variations temporelles des concentrations atmosphériques montre une bonne cohérence entre les niveaux enregistrés dans l'air et les périodes d'utilisation des principaux fongicides et insecticide.

une comparaison Anjou - Muscadet

Cette étude vise à mettre en évidence les éventuels comportements communs et les différences entre les pesticides enregistrés dans l'air de ces deux zones viticoles. Elle se base sur les résultats de cette étude mesurés sur les deux sites et ceux enregistrés à Vallet (centre bourg) et au lycée agricole de Briacé (proximité des vignes) en 2004 durant la même période.

les molécules détectées

Le graphique montre la fréquence de détection des 49 molécules étudiées en 2004 et 2006 au niveau des 4 sites de mesure.



Graphique 15 : fréquence de détection (%) pour 49 molécules étudiées en 2004 dans le Pays de Muscadet et en 2006 en Anjou.

De façon globale nous observons le même type de signature concernant les molécules détectées dans l'air. Il existe donc un tronc commun de molécules détectées à la fois en Anjou et dans le Muscadet. Citons pour exemple le folpel, le chlorpyrifos éthyl, le chlorothalonil, la terbutylazine.

Il existe toutefois des différences entre ces deux zones viticoles qui se répartissent comme suit

des molécules détectées uniquement en Anjou

C'est le cas de la simazine (utilisation de résidus de stocks).

des molécules uniquement détectées en Muscadet

C'est le cas de la vinchlozoline (fongicide anti botrytis) et du chlorpyrifos méthyl (fongicide anti mildiou). Ce dernier déjà peu utilisé en Muscadet l'est très peu en Anjou (GDDV communication personnelle).

L'alachlore, le flusilazole, l'aclonifen ont été détectés dans moins de 10 % des prélèvements du Muscadet.

des molécules détectées sur les 2 zones avec des différences notables dans le taux d'apparition

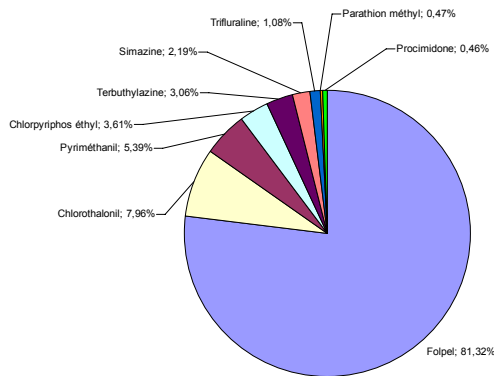
La terbutylazine (herbicide) qui avait été détectée en 2004 dans le Muscadet dans 70 % des prélèvements tandis que sa fréquence de détection ne dépasse pas 30 % en 2006 en Anjou. Rappelons ici que l'usage de la terbutylazine pour le désherbage de la vigne a été interdit par un avis au Journal officiel du 26 septembre 2003, avec un délai d'écoulement des stocks jusqu'au 31 décembre 2003 pour la distribution, et jusqu'au 30 juin 2004 pour l'utilisation.

La trifluraline (herbicide non homologuée en viticulture) a été plus fréquemment détectée en Anjou (dans 60 % des prélèvements) par rapport au Muscadet en 2004 (moins de 10 %). La présence dans la zone de Martigné Briand de cultures traitées par cet herbicide peut expliquer cette différence.

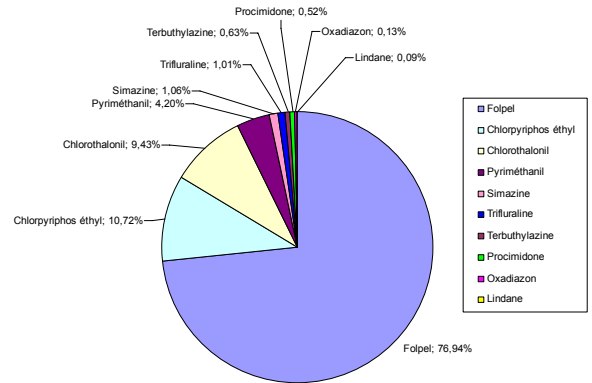
Le cyprodinil (fongicide) a été détecté dans plus de 30 % des prélèvements sur les sites du Pays du Muscadet en 2004 et dans moins de 10 % des collectes à Martigné Briand en 2006.

la contribution relative de ces molécules à la concentration totale en pesticides

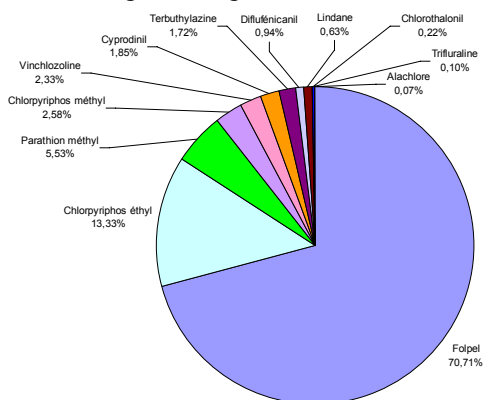
Les graphiques ci-après représentent la contribution relative des molécules à la concentration totale en pesticides détectés sur les différents sites d'Anjou et du Muscadet. Afin de comparer les deux zones viticoles, seules les 49 molécules étudiées dans le Muscadet ont été considérées dans cette analyse.



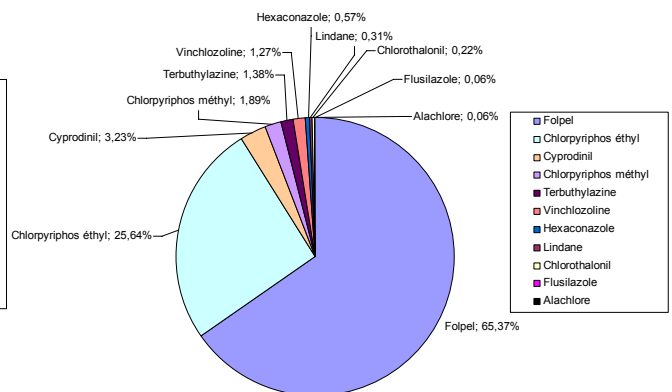
Graphique 16 : Contribution relative à la concentration totale en pesticides des molécules détectées dans le bourg de Martigné Briand



Graphique 17 : Contribution relative à la concentration totale en pesticides des molécules détectées au Moulin Turquais



Graphique 18 : contribution relative à la concentration totale en pesticides des molécules détectées dans le bourg de Vallet



Graphique 19 : contribution relative à la concentration totale en pesticides des molécules détectées au lycée agricole de Briacé

Ces graphiques appellent les commentaires suivants :

Sur les deux zones viticoles, le folpel est la molécule majoritaire dans l'air puisqu'elle contribue à plus de 65 % à la concentration totale en pesticides.

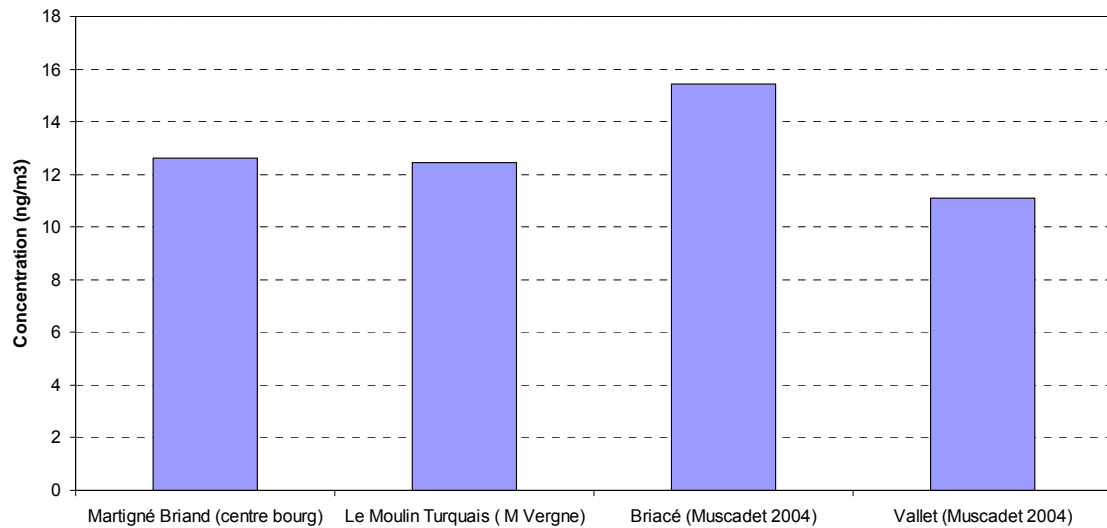
Le chlorpyrifos éthyl contribue de façon plus importante à la concentration totale en Muscadet (entre 13 et 25 % de la concentration totale) qu'en Anjou (entre 3 et 11 %).

A contrario, le pyriméthanal et le chlorothalonil ne contribuent pas de façon significative à la concentration totale mesurée en Muscadet, tandis qu'il représente plus de 5 % de la teneur totale en pesticides en Anjou.

Ces différences sont certainement liées à des pratiques agricoles variables entre ces deux régions viticoles.

les niveaux en folpel

Le folpel étant le principal contributeur à la concentration totale en pesticides, il est intéressant de comparer les teneurs enregistrées en Anjou et dans le Pays de Muscadet (cf. graphique suivant).



Graphique 20 : concentration moyenne en folpel en Anjou (Martigné Briand- Moulin Turquais) et dans le pays du Muscadet (Vallet - Briacé)

Les teneurs moyennes en folpel sont très voisines en Anjou et dans le pays du Muscadet ce qui suggère des traitements sensiblement équivalents dans ces deux régions viticoles.

conclusions et perspectives

Cette étude de 3 mois (8 juin au 31 août 2006) menée en Anjou sur 2 sites de mesure (bourg de Martigné Briand et au Moulin turquais) a permis de dégager les conclusions suivantes.

12 molécules sur les 62 molécules recherchées ont été détectées sur les 2 sites de mesure.

Nous pouvons distinguer des molécules fréquemment détectées à des niveaux qui peuvent dépasser 5 ng/m³ comme le folpel (fongicide), le chlorphyriphos éthyl (insecticide), le chlorothalonil (fongicide) et la pyriméthanil (fongicide). Ces molécules sont utilisées pour le traitement des vignes.

La trifluraline a été fréquemment détectées à de faibles concentrations (< 1 ng/m³). Cette molécule n'est pas homologuée en viticulture. Elle est en revanche largement utilisée en grandes cultures (colza, tournesol, blé, seigle...). La présence de ce type de culture sur le territoire de la commune permettrait alors d'expliquer la présence de trifluraline dans l'air.

La simazine (herbicide), la terbuthylazine (herbicide) et le parathion méthyl (insecticide) n'ont été détectés dans l'air que de façon ponctuelle. Ces 3 molécules sont, en 2006, interdites d'utilisation. Leur présence dans l'air peut s'expliquer par une utilisation ponctuelle de résidus de stocks.

L'analyse de la contribution relative de chaque molécule à la concentration atmosphérique totale en pesticides montre que le folpel représente plus de 70 % de la masse de pesticides mesurées. Sa concentration atmosphérique moyenne durant la campagne de mesure en Anjou est sensiblement identique à celle enregistrée en 2004 dans le Muscadet durant la même période.

Pour les 3 fongicides (Folpel, Chlorothalonil et pyriméthanil), nous constatons des niveaux de concentration similaires entre le bourg de Martigné Briand et le Moulin Turquais. Ceci suggère une certaine homogénéité dans les teneurs en ces 3 molécules sur la commune. En revanche, la teneur moyenne en chlorphyriphos éthyl est supérieure sur le site du Moulin Turquais.

L'étude croisée des variations temporelles des concentrations atmosphériques avec les périodes de traitement montre une bonne cohérence entre les niveaux enregistrés dans l'air et les périodes d'utilisation des principaux fongicides et insecticides.

Enfin, l'analyse comparative des molécules détectées en Anjou et dans le Muscadet en 2004 a pu mettre en évidence la présence dans l'air d'Anjou et du Pays du Muscadet de molécules communes (folpel, chlorpyriphos éthyl, chlorothalonil et terbuthylazine) mais également des spécificités régionales induites par des pratiques viticoles qui peuvent être différentes.

Suite aux études menées en zones viticoles (Muscadet 2002, Muscadet 2004 et Anjou 2006) le prolongement de ces études ponctuelles par un suivi périodique et pérenne des niveaux de pesticides dans l'air en Anjou et en Muscadet est à construire. En complément, des premières mesures exploratoires pourraient être réalisées sur d'autres activités agricoles notamment en arboriculture, activité très présente en Maine-et-Loire.

annexes

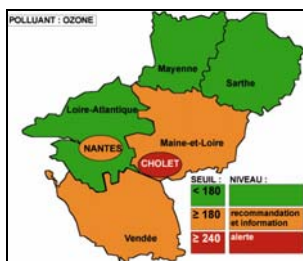
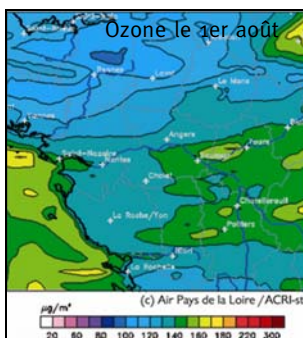
- annexe 1 : Air Pays de la Loire
- annexe 2 : source et puits des produits phytosanitaires dans l'atmosphère
- annexe 3 : méthode de détermination des molécules à mesurer
- annexe 4 : collecte et analyse des pesticides dans l'air

annexe 1 : Air Pays de la Loire

Dotée d'une solide expertise riche de vingt-cinq ans d'expérience, Air Pays de la Loire est agréée par le ministère de l'Écologie et du développement durable 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 cinquantaine 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 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 ses logiciels Sib'Air.

informer pour prévenir



pics de pollution : une vigilance permanente

En cas d'épisodes de pollution, une information spécifique est adressée aux autorités et aux médias. 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

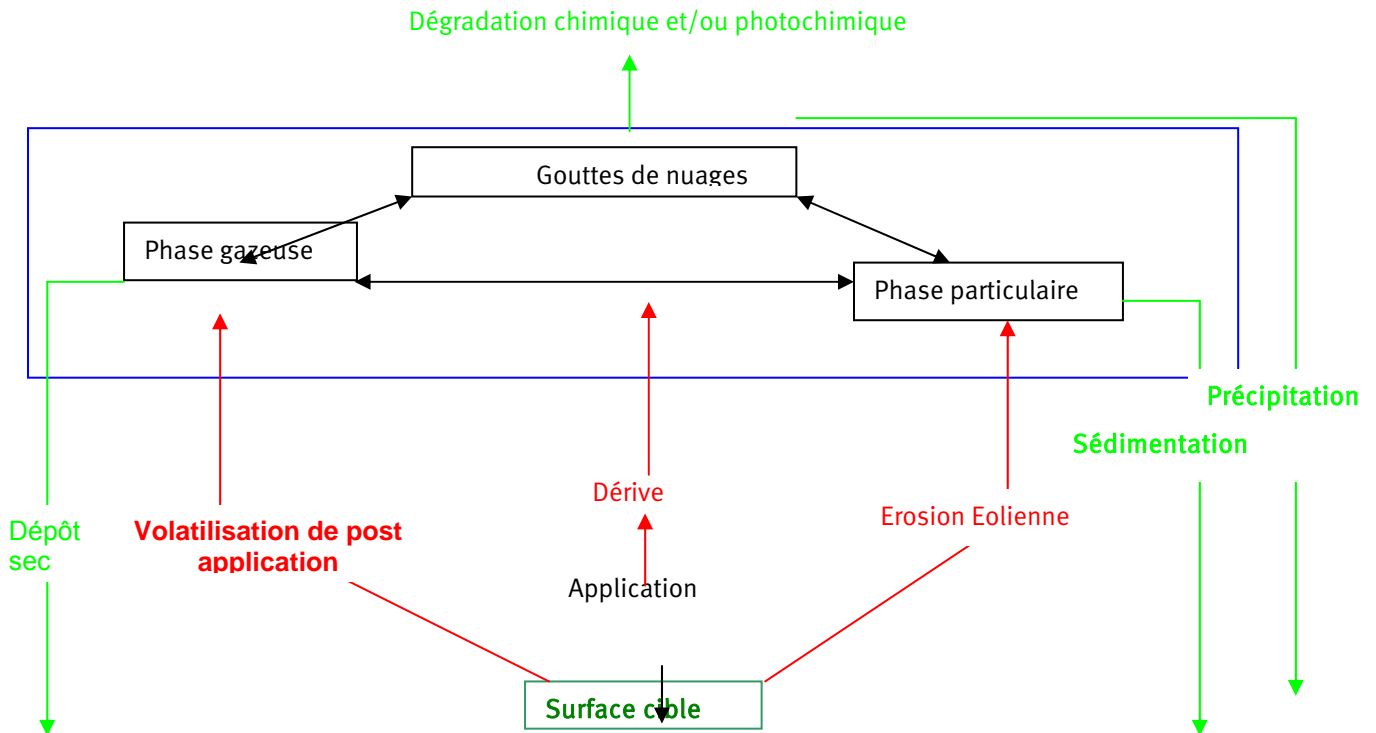
Le site Internet www.airpl.org donne accès à de très nombreuses informations sur la qualité de l'air des Pays de la Loire. Elles sont actualisées plusieurs fois par jour. On y trouve les cartes de pollution et de vigilance, les communiqués d'alerte, les indices Atmo, les mesures de pollution heure par heure, les actualités, toutes les publications d'Air Pays de la Loire...

des publications largement diffusées

Chaque mois, Air Pays de la Loire publie des informations sur la qualité de l'air de la région, grâce à son bulletin *Au fil de l'air*. Un rapport annuel dresse par ailleurs un état très complet de la qualité de l'air.

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

Le schéma ci-après montre les différentes voies d'entrée et de sortie des pesticides 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 la 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 le réservoir atmosphérique 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.

la volatilisation de post traitement

Cette perte se fait après le traitement. Elle dépend de nombreux facteurs telles que les propriétés physico-chimiques de la substance répandue, 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.

Jung 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 de 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 pesticides

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 dégradations 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 : méthode de sélection des produits phytosanitaires à mesurer

Un grand nombre de molécules est utilisé pour le traitement phytosanitaire des vignes. Il a donc fallu déterminer les molécules prioritaires à mesurer c'est-à-dire celles qui sont le plus susceptibles de se retrouver dans l'air. Pour cela Air Pays de la Loire a développé en 2002 une méthode basée sur la création d'une base de données puis sur un tri de molécules à partir de cette base selon différents critères.

création de la base de données

Étape 1 : Recensement des produits phytosanitaires les plus vendus en Loire-Atlantique et dans la Région.

Étape 2 : Pour l'ensemble de ces substances (une centaine), détermination de leur mode d'utilisation (type de cultures, dose utilisée par hectare, période de traitement).

Étape 3 : Détermination pour chaque molécule de leurs caractéristiques physico-chimiques (pression de vapeur, constante de Henry, solubilité).

Étape 4 : Détermination de leur capacité à se trouver dans l'atmosphère en se basant sur leur degré de volatilité (constante de Henry) et leur aptitude à se retrouver dans la précipitation.

NB : une molécule est considérée comme volatile lorsque sa constante de Henry est supérieure à 2.10^{-5} .

la sélection des molécules

La base de données constituée, un tri peut être alors effectué selon différents critères :

- tri en fonction du type de zone à traiter en privilégiant la viticulture,
- classement en fonction de la quantité utilisée et de la dose appliquée,
- second tri en fonction de leur aptitude à se trouver dans l'atmosphère.

Cette démarche permet de déterminer les produits à mesurer selon une méthode dont les critères sont connus et basés sur des aspects scientifiques. Elle possède toutefois certaines limites :

- les quantités vendues les plus récentes datent respectivement de 1996 et 1998.
- des paramètres physico-chimiques et notamment la constante de Henry ne sont pas connus pour certaines molécules.
- les doses appliquées sont des données théoriques. Les doses réelles peuvent varier selon les pratiques agricoles.

La liste ainsi obtenue a été croisée avec celles proposées par le Service Régional de la Protection des Végétaux et les conseillers viticoles. La quasi totalité des molécules citées par la profession se retrouve dans notre liste ce qui valide la méthode utilisée.

En 2006 dans le cadre de cette étude, la liste initiale a été réactualisée grâce aux informations fournies par le Groupement Départemental de Développement Viticole du Maine et Loire. 13 nouvelles molécules ont ainsi rajoutées à la liste existante (cf. tableau suivant)

Enfin, 6 molécules qui sont ou étaient largement utilisées dans les grandes cultures de la Région (atrazine, alachlore, isoproturon, chlortoluron, trifluraline, métolachlore) ont été intégrées à cette liste.

Molécule	actions
Atrazine	herbicide
Simazine	herbicide
Terbuthylazine	herbicide
Terbuméton	herbicide
Métazachlore	herbicide
Alachlore	herbicide
Métolachlore	herbicide
Tébutame	herbicide
Carbendazime	fongicide
Carbofuran	insecticide
Carbaryl	insecticide
Méthomyl	insecticide
Chlortoluron	herbicide
Isoproturon	herbicide
Diuron	herbicide
Linuron	herbicide
Méthabenzthiazuron	herbicide
Epoxiconazole	fongicide
Flusilazole	fongicide
Tébuconazole	fongicide
Hexaconazole	fongicide
Cyproconazole	fongicide
Metconazole	fongicide
Propiconazole	fongicide
Deltamethrine	insecticide
Lambda-Cyhalothrine	insecticide
Pendiméthaline	herbicide
Diflufénicanil	herbicide
Aclonifen	herbicide
Cyprodinil	fongicide
Fenpropimorphe	fongicide
Trifluraline	herbicide
Fénitrothion	insecticide
Fenpropridine	fongicide
Oxadiazon	herbicide
Azoxystrobine	fongicide
Lindane	insecticide
Chlorothalonil	fongicide
Chlorpyrifos éthyl	insecticide
Vinchlozoline	fongicide
Parathion méthyl	insecticide
Chlorpyrifos méthyl	insecticide
Parathion éthyl	insecticide
Norflurazon	herbicide
Diclofop-méthyl	herbicide
Phosalone	insecticide
Isoxaben	herbicide
Folpel	fongicide
Deséthylterbuthylazine	
Cymoxanil	fongicide
Difénoconazole	fongicide
Fénoxyarbe	insecticide
Fludioxinil	fongicide
Iprodione	fongicide
Krésoxim-méthyl	fongicide
Napropamide	herbicide
Oxyfluorfen	herbicide
Procimidone	fongicide
Propyzamide	herbicide
Pyriméthanil	fongicide
Tétraconazole	fongicide
Triadiménol	fongicide

Tableau 3 : molécules collectées et analysées .en 2006

annexe 4 : collecte et analyse des pesticides dans l'air

Les techniques de collecte et d'analyse des pesticides dans l'air utilisées dans cette étude sont basées sur les préconisations de l'agence nord américaine pour la protection de l'environnement (US EPA TOA et US EPA TO 10A) et font l'objet de deux projets de normes AFNOR.

Soit

pour le prélèvement :

- utilisation de collecteur conventionnel (collecte de la phase aérosol puis de la phase gazeuse),
- utilisation de filtre en fibre de quartz pour la collecte particulaire,
- utilisation de mousses en polyuréthane disposées en aval des filtres par rapport au flux d'air pour les prélèvements gazeux,
- collecte des poussières totales sans distinction de granulométrie,
- collecte hebdomadaire à moyen débit ($1 \text{ m}^3/\text{h}$) à l'aide de Partisol sur les sites de mesure

pour le conditionnement, l'extraction et l'analyse en laboratoire

- les opérations de nettoyages et de conditionnement de substrats de collecte ont été effectuées selon les préconisations des normes US EPA TO 4 A et 10 A,
- extraction des molécules piégées sur les substrats de collecte (filtre et mousse) selon les normes US EPA TO 10A et TO 4A par percolation à l'aide d'un soxhlet,
- pré-concentration de l'extrait avant analyse,
- analyse des molécules par Chromatographie Liquide Haute Performance (HPLC/DAD) ou chromatographie gazeuse couplée avec un spectromètre de masse (GC/MS).

L'ensemble des opérations de conditionnement, d'extraction et d'analyse a été réalisé par le laboratoire IANESCO Chimie à Poitiers. Ce laboratoire accrédité COFRAC 100-1 dans le domaine des pesticides dans l'eau a fait l'objet d'une phase d'évaluation par l'INERIS en 2003 [5].

Air Pays de la Loire participe également au groupe de travail sur la normalisation AFNOR de ces différentes techniques de collecte et d'analyse.

validation des mesures

les blancs

Un contrôle de l'ensemble des procédures de nettoyage et d'extraction a été réalisé en laboratoire. Il consiste en l'extraction et l'analyse des 62 molécules analysables sur une mousse en polyuréthane préalablement nettoyée. La totalité des concentrations mesurées restent inférieures aux seuils de quantification analytiques (cf. tableau suivant). Les procédures de nettoyage et d'extraction utilisées dans cette étude n'engendrent pas de contaminations parasites et significatives sur les mesures.

Molécule	actions	Méthode	LQ (ng)	LQ (ng/m3) pour un prélèvement de 168 m3	blanc
Atrazine	herbicide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Simazine	herbicide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Terbuthylazine	herbicide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Terbuméton	herbicide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Métazachlore	herbicide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Alachlore	herbicide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Métolachlore	herbicide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Tébutame	herbicide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Carbendazime	fongicide	HPLC/DAD	50	0,30	<LQ
Carbofuran	insecticide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Carbaryl	insecticide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Méthomyl	insecticide	HPLC/DAD	100	0,60	<LQ
Chlortoluron	herbicide	HPLC/DAD	50	0,30	<LQ
Isoproturon	herbicide	HPLC/DAD	50	0,30	<LQ
Diuron	herbicide	HPLC/DAD	50	0,30	<LQ
Linuron	herbicide	HPLC/DAD	50	0,30	<LQ
Méthabenzthiazuron	herbicide	HPLC/DAD	50	0,30	<LQ
Epoxiconazole	fongicide	GC/MS	25	0,15	<LQ
Flusilazole	fongicide	GC/MS	25	0,15	<LQ
Tébuconazole	fongicide	GC/MS	50	0,30	<LQ
Hexaconazole	fongicide	GC/MS	50	0,30	<LQ
Cyproconazole	fongicide	GC/MS	25	0,15	<LQ
Metconazole	fongicide	GC/MS	50	0,30	<LQ
Propiconazole	fongicide	GC/MS	25	0,15	<LQ
Deltaméthrine	insecticide	GC/MS	50	0,30	<LQ
Lambda-Cyhalothrine	insecticide	GC/MS	25	0,15	<LQ
Pendiméthaline	herbicide	GC/MS	15	0,09	<LQ
Diflufenicanil	herbicide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Aclonifen	herbicide	GC/MS	30	0,18	<LQ
Cyprodinil	fongicide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Fenpropimorphe	fongicide	GC/MS	50	0,30	<LQ
Trifluraline	herbicide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Fénitrothion	insecticide	GC/MS	20	0,12	<LQ
Fenpropiidine	fongicide	GC/MS	20	0,12	<LQ
Oxadiazon	herbicide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Azoxystrobine	fongicide	GC/MS	25	0,15	<LQ
Lindane	insecticide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Chlorothalonil	fongicide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Chlorpyrifos éthyl	insecticide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Vinchlozoline	fongicide	GC/MS	25	0,15	<LQ
Parathion méthyl	insecticide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Chlorpyrifos méthyl	insecticide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Parathion éthyl	insecticide	GC/MS	20	0,12	<LQ
Norflurazon	herbicide	GC/MS	25	0,15	<LQ
Diclofop-méthyl	herbicide	GC/MS	20	0,12	<LQ
Phosalone	insecticide	GC/MS	20	0,12	<LQ
Isoxaben	herbicide	HPLC/DAD	100	0,60	<LQ
Folpel	fongicide	GC/MS	50	0,30	<LQ
Deséthylterbuthylazine		GC/MS	10	0,06	<LQ
Cymoxanil	fongicide	HPLC/DAD	100	0,60	<LQ
Difénoconazole	fongicide	GC/MS	100	0,60	<LQ
Fénoxycarbe	insecticide	GC/MS	25	0,15	<LQ
Fludioxinil	fongicide	GC/MS	25	0,15	<LQ
Iprodione	fongicide	GC/MS	50	0,30	<LQ
Krésoxim-méthyl	fongicide	GC/MS	50	0,30	<LQ
Napropamide	herbicide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Oxyfluorfen	herbicide	GC/MS	50	0,30	<LQ
Procimidone	fongicide	GC/MS	25	0,15	<LQ
Propyzamide	herbicide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Pyriméthanil	fongicide	GC/MS	10	0,06	<LQ
Tétraconazole	fongicide	GC/MS	25	0,15	<LQ
Triadiméno	fongicide	GC/MS	50	0,30	<LQ

Tableau 4 : blanc d'analyse pour les 62 molécules

détermination des taux de récupération – validité de la méthode d'extraction

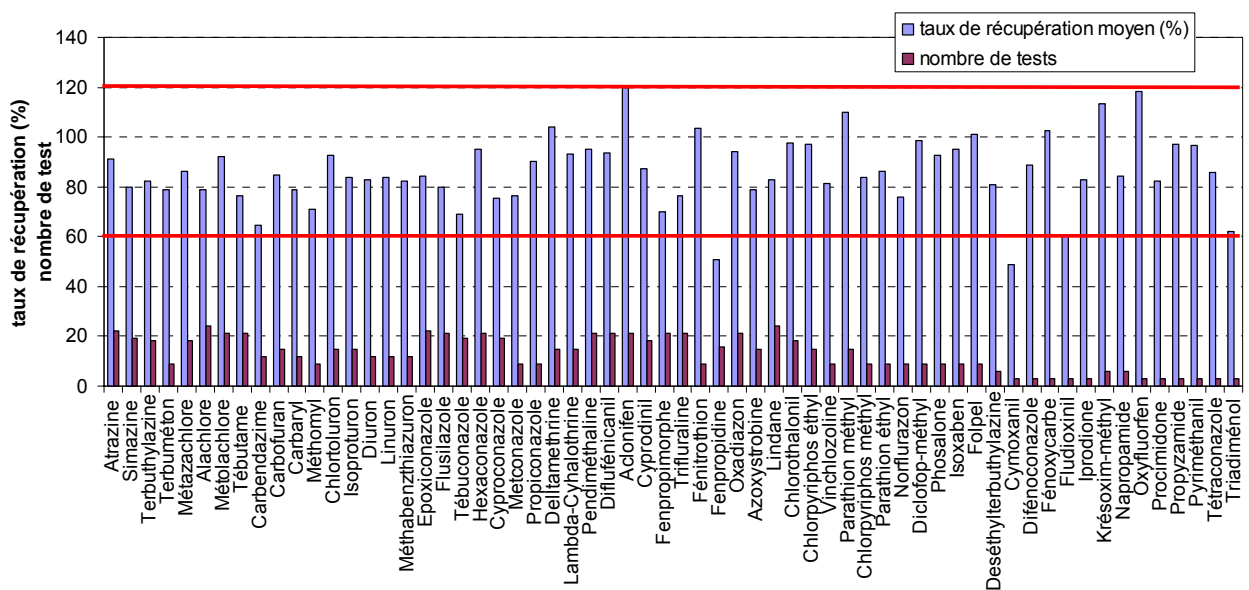
Des tests de récupérations ont été effectués en laboratoire. Une quantité connue de chaque molécule à analyser est déposée sur une mousse. Les molécules sont ensuite extraites selon la même procédure que pour un échantillon réel.

Le taux de rendement est calculé pour chacune des 62 molécules par la relation suivante

$$TR(\%) = (\text{concentration mesurée après extraction} / \text{concentration déposée sur le substrat}) * 100$$

Selon les normes de l'US EPA (EPA TO 10 A et TO₄ A) les taux de récupération sont acceptables lorsqu'ils sont compris entre 60 % et 120 %.

Le graphique suivant récapitule les taux de récupération moyens calculés par IANESCO Chimie pour les 62 molécules analysées et le nombre de test effectués pour chaque molécule.

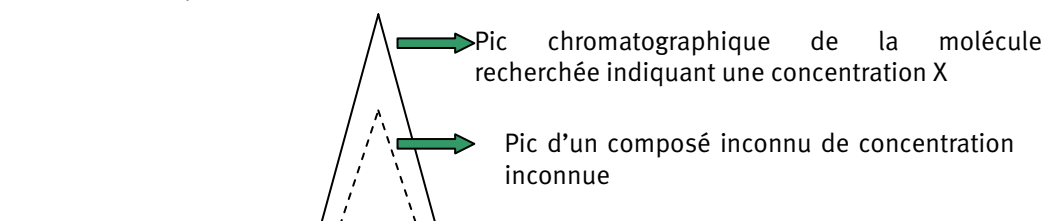


Graphique 15 : Taux de récupération moyens et nombre de tests réalisés pour les 62 molécules analysées.

Parmi les 62 molécules analysées, 2 molécules (fenpropidine, cymoxanil) présente des taux de récupération moyens inférieurs à 60 %. Pour les autres molécules, les taux de récupérations moyens sont conformes aux préconisations des normes de l'US EPA.

présence d'interférences

Dans certains cas, la détection chromatographique d'une molécule est perturbée par la présence dans le pic chromatographique de la molécule recherchée d'un second pic d'un composé inconnu (cf. schéma ci après)



En présence d'interférences, la concentration précise de la molécule recherchée ne peut être déterminée. Elle est comprise entre la limite de quantification analytique et la valeur X (cf. schéma ci dessus).

1 molécule détectée dans cette étude (cymoxanil) présente des interférents systématiques. Cette molécule pour laquelle les concentrations ne peuvent être connues quantitativement n'est pas considérée dans l'étude. De la même façon, les interférences ponctuelles ne sont pas prises en compte dans l'étude.

bibliographie

[1] Air Pays de la Loire 2005

Mesures de produits phytosanitaires en zones viticoles et urbaines de Loire Atlantique
campagne 2004, rapport d'étude , 37 pages

[2]Évaluation de la teneur en produits phytosanitaires de l'air dans la zone viticole champenoise
28 juin au 9 juillet 20004 et 10 au 14 janvier 2005

Étude phyto-04/06-07-EKD/EC – 36 pages

[3] campagne de mesures des produits phytosanitaires dans l'air ambiant sur la commune de
Rauzan (33) – du 12/07/04 au 16/09/04

Collaboration AIRAQ/INVS - rapport ET/PP/06/01- -49 pages

[4] contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre

Année 2005 – 21 pages

[5] Marlière ,2004

Intercomparaison analytique de produits phytosantaires sur support de collecte atmosphérique
Laboratoire Central de la Qualité de l'Air – Loi sur l'Air – Convention 03000115 , 68 pages

[Agreste –Pays de la Loire,1997

Statistique agricole, Spécial Grand Ouest, 34 pages

ARS Pesticide Properties Database (<http://www.wizard.arssusda.gov> www.wizard.arssusda.gov)

Agriculture Research Service

USDA, ARS, Alternate Crops & Systems Lab

Air Pays de la Loire 2002

Première mesures exploratoires de produits phytosanitaires dans l'atmosphère des Pays de la Loire
Résultats des campagnes 2002, rapport d'étude , 61 pages

ATMO Poitou Charentes, 2004

Mesures de pesticides en Poitou Charentes

Second semestre 2002- année 2003, 49 pages

Clément M, Arzel S, Le Bot B, Seux, R, Millet, 1999

Adsorption/thermal desorption –GC/MS for the analysis of pesticides in the atmosphere

Chemosphere, 40 (2000), pp 49-56

Chan C., Perkin L. H. , 1989

Monitoring of trace organic contaminants in atmosheric precipitation

J. Great Lakes Res., 15 (3), pp 546-550

Commission européenne, 2003

2003/370/CE ;: décision de la commission du 21 mai 2003 autorisant les États membres à prolonger les autorisations provisoires pour les nouvelles substances actives iodosulfuron-méthyl-sodium, indoxacarbe, S-métolachlore, virus de la polyédrose nucléaire de la Spodoptera exigua, tepraloxydime et diméthénamide-P (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) [notifiée sous le numéro C(2003) 1583]

Journal officiel n° L 127 du 23/05/2003 p. 0058 – 0059

Eisenreich, Looney B. B. Thorston J. D., 1981

Airborne organic contaminants in the Great Lakes ecosystem

Environ. Sci. Technol., 15, pp 30-38

INRA

Serveur minitel Agritox

Lig 'Air, 2001

Les pesticides en milieu atmosphérique : Étude en Région Centre

Lig'Air, GREPPES, 55 pages

Lig 'Air, 2002

Rapport d'étape : étude de la contamination de l'air par les produits phytosanitaires

Lig'Air, GREPPES, 22 pages

Marlière, 2000

Mesure des pesticides dans l'atmosphère

Laboratoire Central de la Qualité de l'Air – Loi sur l'Air – Convention 18/99, 73 pages

Marlière , 2001

Pesticides dans l'air ambiant

Laboratoire Central de la Qualité de l'Air – Loi sur l'Air – Convention 41/2000 , 117 pages

Marlière, 2002

Pesticide dans l'air ambiant

Laboratoire Central de la Qualité de l'Air – Loi sur l'Air – Convention 31/2001 , 66 pages

Millet

Étude des processus qui conduisent à la contamination de l'atmosphère par les produits phytosanitaires- rapport bibliographique

École National de la Santé Publique, Rennes

Ministère de l'agriculture de l'alimentation de la pêche et de la ruralité

Le catalogue des produits phytopharmaceutiques et de leurs usages des matières fertilisantes et des supports de culture homologués en France

www.e-phy.agriculture.gouv.fr

US EPA , 1999

Compendium Method TO-4A

Determination of pesticides and Polychlorinated Biphenyls in ambient air using high volume polyurethane foam sampling (PUF) followed by gas chromatographic/multi detector detection (GC/MD)

EPA, 49 pages

US EPA , 1999

Compendium Method TO-10A

Determination of pesticides and Polychlorinated Biphenyls in ambient air using low volume polyurethane foam sampling (PUF) followed by gas chromatographic/multi detector detection (GC/MD)

EPA, 33 pages

M. C Paternelle ; A. Couteux, 2006

Index Phytosanitaire, 2006

ACTA , 788 pages

P. Pernot, 2000

Caractérisation et quantification de pesticides en atmosphère urbaine et périurbaine

Mémoire de DESS " Procédés pour la Qualité de l'Environnement, 40 pages

Wortham, 2002

Présentation sur les techniques de prélèvements de pesticides dans l'air, journée technique d'information sur l'air et les produits phytosanitaires, UIPP, ADEME

glossaire

abréviations

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
GDDV	Groupement Départemental de Développement viticole
ng	nanogramme (= 1 milliardième de gramme)
EPA	Agence américaine de protection de l'environnement
SRPV	Service régional de protection des végétaux

définitions

Tordeuse de la grappe :

On dénombre 3 Tordeuses de la grappe dont la Cochylis de la vigne (*Eupoecilia ambiguella*) et Eudémys. Les papillons ont une envergure de 12-15 mm, ils volent la nuit à partir de fin avril et juillet-août. Les œufs sont pondus sur les bractées, les boutons floraux et les jeunes grains de raisin. Les chenilles de 1ère génération, tissent des fils soyeux entre les inflorescences et pénètrent dans les boutons floraux. Les générations suivantes attaquent les grains, qui éclatent et se dessèchent. Pour hiverner, les chenilles se nymphosent dans un cocon entre les fentes des écorces ou sur les tuteurs. La chenille de la Cochylis de la vigne mesure 11 mm, de couleur plus ou moins brune avec une tête noire, son déplacement est lent. Les pontes sont isolées, on compte 2 générations.

Veraison :

On réserve le nom de grappe à l'inflorescence fécondée (à l'ensemble des fleurs devenues baies de raisin ou fruit). Après fécondation, on voit apparaître les jeunes baies qui atteignent rapidement la grosseur d'un petit pois. Leur coloration est verte. Pendant cette période de croissance, leur métabolisme est identique à celui des organes herbacés comme les feuilles (fonctions chlorophylliennes, production d'acides).

En principe, vers la fin juillet - début Août, la croissance cellulaire s'arrête et les baies commencent à perdre leur coloration verte pour se nuancer de rose ou de rouge suivant les cépages. Cette période s'appelle la véraison.

À partir de ce moment là, par extension des cellules, le grain continuera à grossir en se chargeant de substances diverses tels le sucre et l'eau. Les couleurs s'affermissent et les parfums ou arômes se développent.

air pays de la loire

2, rue Alfred-Kastler – BP 30723 – 44307 Nantes cedex 3

Tél + 33 (0)2 51 85 80 80

Fax + 33 (0)2 40 18 02 18

contact@airpl.org

