



©Dusan Kostic-fofolia



SURVEILLANCE RÉGIONALE DES PESTICIDES

Résultats 2018 à 2022 – octobre 2023



air pays de
la Loire
www.airpl.org



Sommaire

Synthèse	3
Introduction	7
Surveillance régionale des pesticides	8
Le dispositif régional de mesures	8
76 molécules collectées et analysées.....	8
Technique de collecte et d'analyse	10
Localisation des sites de mesure	10
Les périodes de mesure	15
Les résultats	18
Les molécules quantifiées et les concentrations moyennes rencontrées.....	18
Contribution des différentes familles de pesticides à la concentration totale.....	22
Évolution temporelle des concentrations	24
Focus sur certaines molécules	26
Conclusions	37
Mesures à Sainte Pazanne	38
Le dispositif de mesures	38
76 molécules collectées et analysées.....	38
Localisation du site de mesure	38
Les périodes de mesure	39
Les résultats	40
Les molécules quantifiées et les concentrations moyennes rencontrées.....	40
contribution des différents types de pesticides à la concentration totale.....	41
Comparaison intersites	42
Évolution temporelle des concentrations	42
Focus sur certaines molécules	43
conclusions.....	45
Annexes	46

contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : François Ducroz, Exploitation du matériel de mesure : équipe métrologie d'Air Pays de la Loire, Validation : Arnaud Rebours - Vincent Chevalier – 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 l'environnement, précisé par l'arrêté du 1^{er} 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, 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 messieurs les Maires des collectivités d'Angers, Pouillé, Marolles-les-Braults, La Chapelle-Heulin et Sainte-Pazanne pour avoir accepté l'installation de nos préleveurs.

Cette étude a reçu le support financier, du Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, de l'Agence Régionale de Santé (ARS), de la Direction Régionale de l'Agriculture de l'Alimentation et de la Forêt (DRAAF) et de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) des Pays de la Loire.

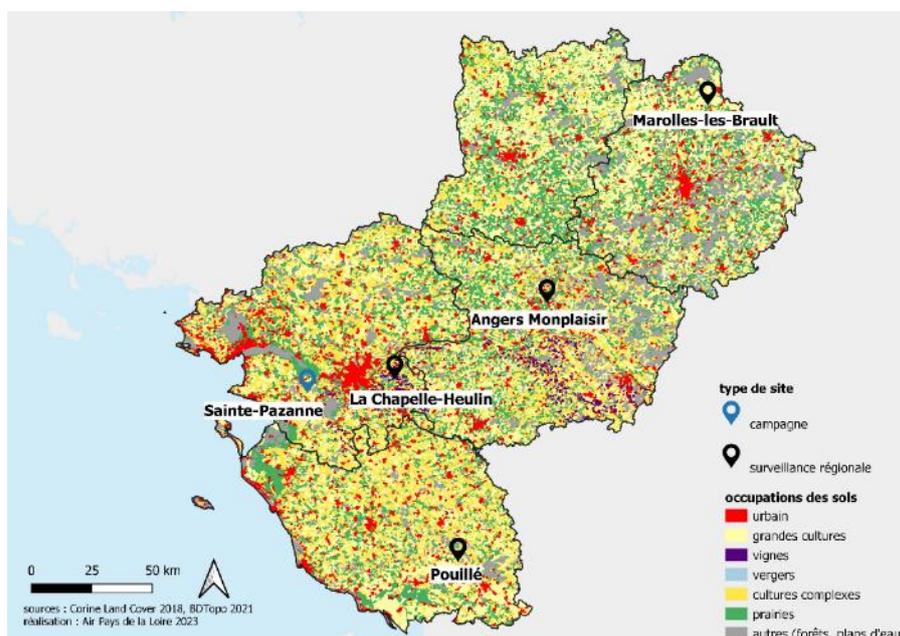
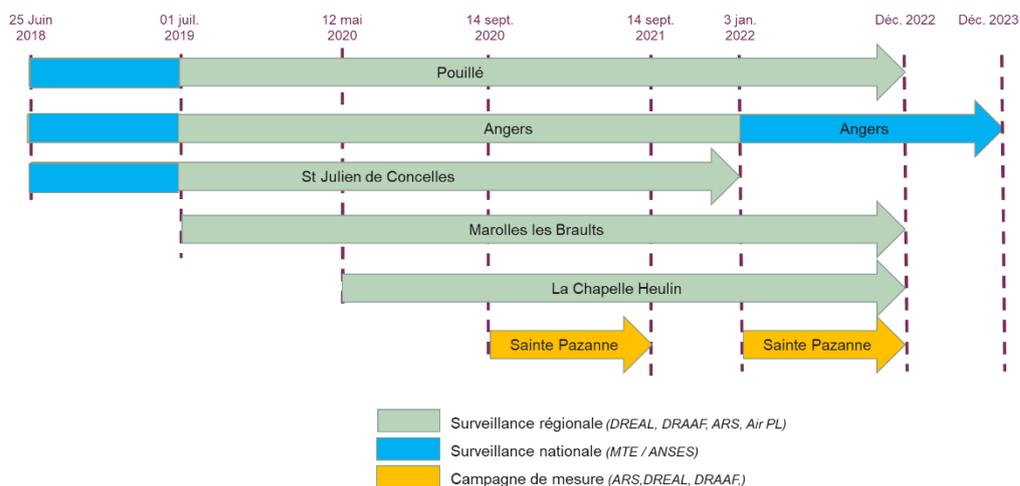
Synthèse

Un suivi depuis 2018

Dans le cadre de la campagne nationale exploratoire de surveillance des pesticides dans l'air ambiant qui avait pour objectif d'établir le premier état des lieux harmonisé des niveaux de concentration en résidus de pesticides, Air Pays de la Loire a mis en œuvre de juin 2018 à juin 2019, 3 stations de mesure sur les communes de Saint-Julien de Concelles (site à dominante maraîchage-viticulture), de Pouillé (site de grandes cultures) et à Angers au niveau du quartier Monplaisir potentiellement influencé par les traitements arboricoles et viticoles.

Bénéficiant d'un financement quadripartite (DRAAF, DREAL, ARS, Air Pays de la Loire), un prolongement de cette surveillance a été mis en œuvre jusque fin décembre 2021 et complété par l'intégration de deux stations de mesure supplémentaires : sur un site à dominante polyculture-élevage et grandes cultures dans le nord de la région (Marolles-les-Braults) en juillet 2019, et sur un site à dominante viticole (La Chapelle-Heulin) en mai 2020. Compte tenu des niveaux plus faibles enregistrés sur le site de Saint-Julien de Concelles, de sa proximité au site de la Chapelle-Heulin et dans un contexte de restriction budgétaire, la surveillance régionale en 2022 s'est focalisée sur les sites de Pouillé, Marolles-les-Braults et la Chapelle-Heulin. Les mesures sur le site d'Angers ont été poursuivies dans le cadre de la surveillance nationale.

Par ailleurs, dans un contexte d'inquiétude sanitaire lié à la présence de cancers pédiatriques à Sainte-Pazanne, l'ARS et la DREAL des Pays de la Loire se sont rapprochées d'Air Pays de la Loire pour étudier la faisabilité d'un suivi de ces molécules dans l'air sur le territoire de cette commune. En réponse à la demande des services de l'État, Air Pays de la Loire a proposé une évaluation des concentrations atmosphériques de pesticides sur la commune de Sainte-Pazanne selon la même méthodologie que celle mise en œuvre dans le cadre de la surveillance régionale.



Localisation des sites de mesure dédiés à la surveillance régionale et des mesures à Sainte-Pazanne

76 molécules ont été analysées de façon hebdomadaire selon la stratégie d'échantillonnage proposée par l'Anses¹ intégrant des prélèvements plus fréquents en période de traitements agricoles.

L'objectif du suivi régional est double :

- Apporter des éléments d'information (concentrations atmosphériques) aux organismes de santé sur l'exposition par inhalation de la population aux pesticides présents dans l'air ;
- Suivre sur le long terme l'impact des actions régionales de réduction de l'utilisation des phytosanitaires mises en œuvre dans le cadre du plan Ecophyto sur les concentrations enregistrées dans l'air.

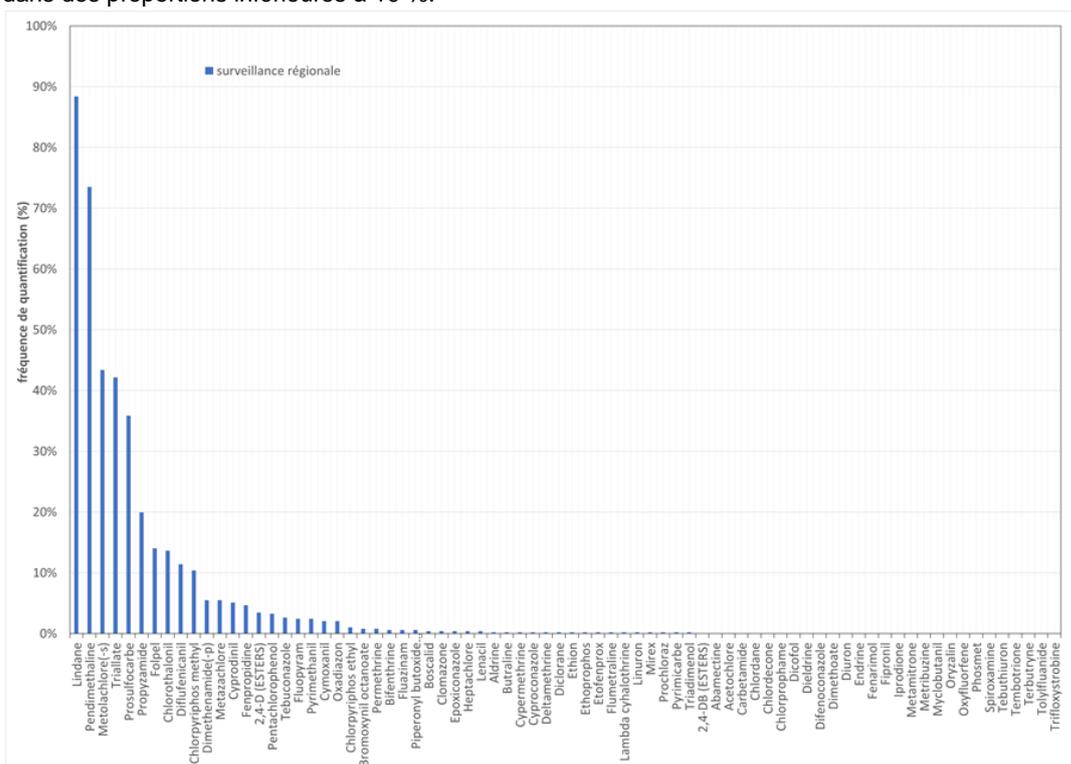
Les mesures à Sainte-Pazanne ont pour objectif :

- Obtenir une information sur les niveaux de concentration de pesticides dans l'air en zone habitée de Sainte-Pazanne durant les principales périodes de traitement (printemps et automne pour les traitements herbicides, printemps et été pour les traitements insecticides et fongicides notamment en viticulture) ;
- Mettre en perspective les concentrations mesurées avec celles enregistrées dans le cadre de la surveillance régionale.

Résultat 1 : 48 molécules présentes dans l'air à des fréquences variables

Dans le cadre de la surveillance régionale, sur les 76 substances actives recherchées sur les 4 sites, 48 ont été quantifiées au moins une fois. La fréquence de quantification est très variable d'une substance à l'autre. On peut distinguer des molécules fréquemment détectées (fréquences supérieures à 30 %). Ce sont le lindane, le pendiméthaline, le S-métolachlore, le triallate et le prosulfocarbe. Le lindane a été quantifié dans près de 90 % des échantillons.

Le chlorothalonil, le diflufénicanil, le chlorpyrifos-méthyl, le folpel et le propyzamide ont été quantifiés moins fréquemment (fréquence de quantification comprise entre 10 % et 30 %). Les autres molécules ont été quantifiées dans des proportions inférieures à 10 %.



Fréquence de quantification des 76 molécules sur les sites de surveillance régionale

Globalement une baisse de la fréquence de quantification toutes molécules confondues est constatée. Cette évolution à la baisse concerne principalement les fongicides (folpel, chlorothalonil, tébuconazole, cyprodinil) et le chlorpyrifos-méthyl (insecticide) avec des interdictions (chlorothalonil par exemple) et une pression fongique moins forte ces dernières années. Aucune baisse de la fréquence de quantification, pour les herbicides comme la pendiméthaline, le S-métolachlore, le triallate et le propyzamide n'est observée depuis 2019. Le lindane (molécule interdite depuis 1998) voit également sa fréquence de quantification stable depuis 2019.

À contrario certains herbicides comme le 2.4 D Ester, le diflufénicanil ont vu leur fréquence de quantification augmenter. Ces molécules pourraient être plus fréquemment utilisées en substitution de certaines molécules qui ont vu leur usage réduit. et /ou à l'augmentation des surfaces en culture utilisant ces molécules.

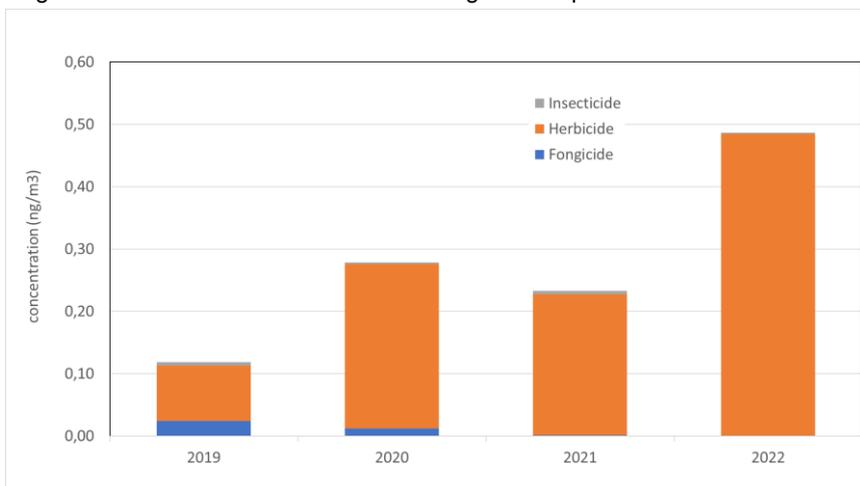
À Sainte-Pazanne, 12 substances actives ont été quantifiées dans l'air. Durant la même période, 29 molécules ont été quantifiées sur au moins un site dédié à la surveillance régionale.

¹ <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2014SA0200Ra.pdf>

Résultat 2 : des concentrations en herbicides qui augmentent

La concentration moyenne de l'ensemble des pesticides mesurés a augmenté depuis 2019 en lien avec l'augmentation de la concentration annuelle de la molécule majoritaire dans l'air ambiant : le prosulfocarbe (herbicide). Une augmentation des concentrations annuelles pour d'autres herbicides (triallate pendiméthaline) est également constatée. L'augmentation des concentrations en prosulfocarbe (en lien notamment avec l'interdiction de l'isoproturon) et en pendiméthaline enregistrée depuis 4 ans est généralisée sur les sites de grandes cultures. Elle est liée à une utilisation croissante en France de ces deux herbicides depuis une dizaine d'années. À contrario, une baisse continue de la concentration annuelle en S-métolachlore est observée entre 2019 et 2022 (recul sans doute imputable à la pression générée par les problématiques de contamination généralisée de la ressource en eau et des eaux potabilisées).

Au final, pour les 76 molécules étudiées, une augmentation de la proportion des herbicides au détriment des fongicides et insecticides dans l'air est enregistrée depuis 4 ans.



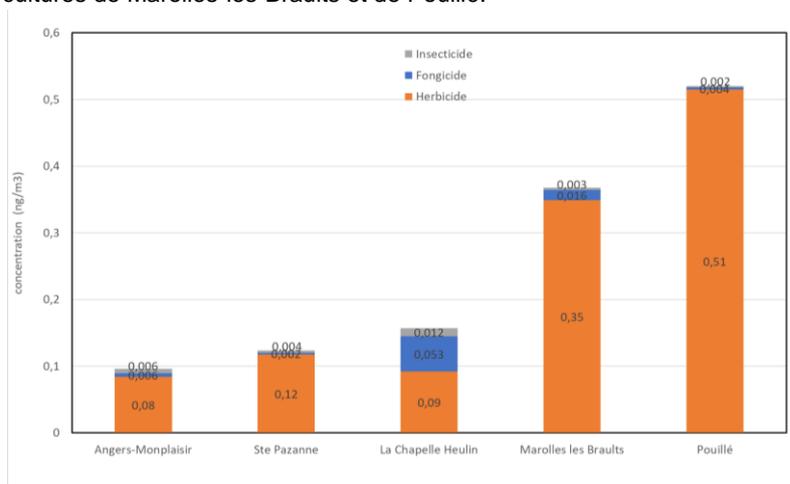
Concentration totale par type de pesticides sur les sites d'Angers et Pouillé

Résultat 3 : des niveaux plus élevés sur les sites de grandes cultures en Pays de la Loire

La mise en perspective des teneurs moyennes enregistrées sur les sites des Pays de la Loire avec celles enregistrées sur des sites de même typologie en France montre :

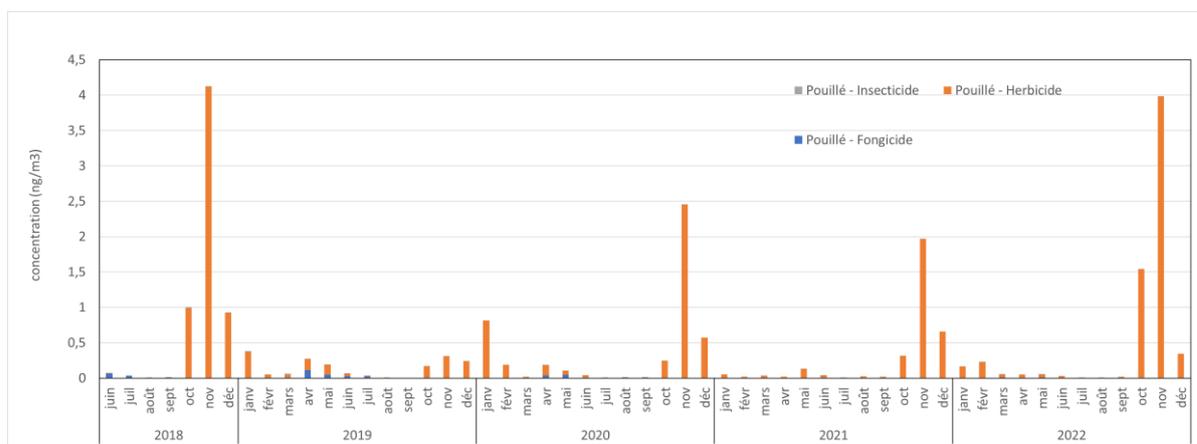
- Un niveau moyen en prosulfocarbe à Pouillé près de deux fois plus élevé que le niveau moyen de l'ensemble des autres sites de grandes cultures en France ;
- Des concentrations moyennes en pendiméthaline enregistrées sur les sites de Pouillé et de Marolles-les-Braults proches, et 1.5 fois plus élevées que celles enregistrées sur les autres sites ruraux de grandes cultures ;
- Des moyennes en S-métolachlore enregistrées sur les sites de Pouillé et de Marolles-les-Braults respectivement 3.7 et 2.7 fois plus élevées que celles enregistrées sur les autres sites ruraux de grandes cultures ;
- Enfin, un niveau moyen en folpel sur le site viticole de la Chapelle-Heulin proche de celui enregistré sur les autres sites viticoles de France.

À Sainte-Pazanne, la concentration moyenne en pesticides se situe entre celles des sites de La Chapelle-Heulin et d'Angers. La concentration demeure inférieure d'un facteur 5 à celles enregistrées sur les sites de grandes cultures de Marolles-les-Braults et de Pouillé.



Concentration moyenne par type de pesticides à Sainte-Pazanne comparée à celles enregistrées sur les 4 sites de la surveillance

Résultat 4 : des concentrations plus élevées à l'automne



Évolution temporelle des concentrations en pesticides à Pouillé (juin 2018 - décembre 2022)

Sur l'ensemble des sites, l'évolution temporelle au sein de l'année est comparable, avec les concentrations les plus élevées en pesticides dans l'air en octobre et novembre. Elle est particulièrement visible sur les sites de grandes cultures (Pouillé et Marolles-les-Braults), avec une utilisation d'herbicides pour le désherbage des céréales d'hiver notamment avec du prosulfocarbe. Les fongicides se retrouvent essentiellement au printemps. Cette évolution est conforme à celles observées sur les autres sites de surveillance en France et également visible sur le site de Sainte-Pazanne.

Résultat 5 : focus sur certaines molécules

Le tableau suivant présente de façon synthétique, pour différentes molécules d'intérêt, les niveaux de concentrations (moyenne et maximum sur un mois) ; fréquence de quantification et leur évolution temporelle.

Substance active	Action	Fréquence de quantification	Niveau de concentrations Moy-max (ng/m ³)	Présence au sein de l'année	Évolution interannuelle des concentrations
Lindane	Ancien insecticide interdit depuis 1998	89 %	0.1 – 1.5	Toute l'année	Stable
Prosulfocarbe	Herbicides grandes cultures	36 %	5 - 112	Automne-hiver	Augmentation
Pendiméthaline	Herbicide	73 %	1 - 14	Automne & printemps	Augmentation
S métolachlore	Herbicide	43 %	0.2 – 3.5	Printemps	Baisse
Folpel	Fongicide	14 %	0.1 - 3.5	Printemps-été	Stable

Perspectives

Le suivi continu mis en œuvre depuis 2018 a permis de mettre en évidence notamment des évolutions sur les concentrations annuelles en lien avec les pratiques de traitement et les conditions météorologiques. En 2024, Air Pays de la Loire recommande de relancer le suivi régional sur plusieurs sites qui permet d'une part de fournir des informations sur l'exposition des populations - particulièrement en zones rurales sur des sites qui présentent des concentrations en certaines molécules plus élevées que la moyenne - et d'autre part de consolider les conclusions sur l'influence des actions de réduction d'utilisation des pesticides sur les concentrations dans l'air ambiant.

À Sainte-Pazanne, compte tenu des résultats obtenus (concentration plus faible que sur les sites ruraux dédiés à la surveillance régionale, cohérence dans les molécules détectées et dans leur évolution au sein de l'année par rapport aux mesures effectuées dans le cadre de la surveillance régionale), Air Pays de la Loire ne recommande pas une pérennisation des mesures.

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 utilisés pour la protection des cultures, les produits biocides à usage non agricole et les médicaments antiparasitaires à usage vétérinaire ou humain.

Les produits phytosanitaires regroupent de nombreuses substances classées en familles selon leurs cibles notamment : les herbicides détruisent les végétaux concurrents des cultures, les insecticides éliminent les insectes et les fongicides, les champignons causant des maladies aux cultures.

L'usage de ces produits a des répercussions sur l'air ambiant. Ainsi, la présence de pesticides dans l'air a été mise en évidence en France depuis plus de 20 ans par plusieurs études menées notamment par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Elles montrent leur présence en milieu rural (zones de grandes cultures, viticoles, arboricoles, de maraîchage), en lien avec les périodes de traitement, mais également en milieu urbain. Cette problématique représente une préoccupation croissante du grand public et a été intégrée dans certains plans d'actions nationaux (PNSE, Ecophyto). Sur recommandation de l'ANSES², une campagne nationale exploratoire de surveillance des pesticides a été réalisée entre juin 2018 et juin 2019 sur le territoire national, avec l'appui des AASQA.

Au niveau régional, Air Pays de la Loire a initié en 2002 un programme de mesure des pesticides dans l'air. Cette première étude en zones viticoles (vignoble nantais) et maraîchères a permis de valider la procédure métrologique. Suite à 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 en 2007 en zones arboricoles. De 2016 à 2019, Air Pays de la Loire a également participé à l'étude nationale Repp'Air (Réduction des produits phytosanitaires dans l'air) portée par certaines chambres régionales d'agriculture et financée par des crédits du ministère de l'agriculture qui étudiait le lien entre la présence de produits phytosanitaires dans l'air et les pratiques de traitement. La Chambre Régionale d'Agriculture des Pays de la Loire suivait la filière viticulture, en partenariat avec le lycée de Briacé.

Dans le cadre de la campagne nationale exploratoire, de juin 2018 à juin 2019, Air Pays de la Loire a mis en œuvre 3 stations de mesure situées à Saint-Julien de Concelles (site à dominante maraîchage-viticole), de Pouillé (site de grande culture) et à Angers (quartier Monplaisir) potentiellement influencé par les traitements arboricoles et viticoles. Grâce à un financement régional (DRAAF, DREAL, ARS, Air Pays de la Loire), cette surveillance a été prolongée jusqu'en fin décembre 2021 et densifiée par l'intégration de deux stations de mesure supplémentaires respectivement dans le nord de la Région sur un site à vocation grandes cultures (Marolles-les-Braults) et sur un site à dominante viticole (La Chapelle-Heulin). Il est à noter ici que les mesures mises en œuvre à partir de juillet 2021 sur le site d'Angers ont été intégrées dans la surveillance nationale et financées par le ministère de la transition écologique. Compte tenu des niveaux plus faibles enregistrés sur le site de Saint-Julien de Concelles, de sa proximité au site de La Chapelle-Heulin et dans un contexte de restriction budgétaire, le suivi régional en 2022 s'est focalisé sur les sites de Pouillé, Marolles-les-Braults et La Chapelle-Heulin. Le suivi sur le site d'Angers a été poursuivi dans le cadre de la surveillance nationale.

L'objectif de ce suivi est :

1. D'apporter des éléments d'information (concentrations atmosphériques) aux organismes de santé sur l'exposition par inhalation de la population générale aux pesticides présents dans l'air ;
2. De suivre sur le long terme l'impact des actions régionales de réduction de l'utilisation des phytosanitaires mises en œuvre dans le cadre du plan Ecophyto II sur les concentrations enregistrées dans l'air.

Par ailleurs, dans un contexte d'inquiétude sanitaire lié à la présence de cancers pédiatriques à Sainte-Pazanne, des riverains ont saisi les services de l'État pour demander la réalisation de mesure de pesticides dans l'air. L'ARS et la DREAL des Pays de la Loire se sont alors rapprochées d'Air Pays de la Loire pour étudier la faisabilité d'un suivi de ces molécules dans l'air sur le territoire de cette commune. En réponse à la demande des services de l'État, Air Pays de la Loire a proposé une évaluation des concentrations atmosphériques de pesticides sur la commune de Sainte-Pazanne selon la même méthodologie que celle mise en œuvre dans le cadre de la surveillance régionale. Ce suivi permet notamment de :

- Obtenir une information sur les niveaux de concentration des pesticides dans l'air en zone habitée de Sainte-Pazanne durant les principales périodes de traitement (printemps et automne pour les traitements herbicides, printemps et été pour les traitements insecticides et fongicides notamment en viticulture).
- Mettre en perspective les concentrations mesurées avec celles enregistrées dans le cadre de la surveillance régionale.

Une première campagne de mesure a été mise en œuvre d'octobre 2020 à début septembre 2021. Elle a fait l'objet d'un premier rapport de résultats³. Afin de conforter ces premiers résultats, une seconde campagne de mesure a été effectuée de janvier à fin décembre 2022.

Ce rapport présente, dans deux parties distinctes, les résultats issus du suivi régional complété avec les mesures réalisées à Angers d'une part et d'autre part les résultats des mesures mises en œuvre à Sainte-Pazanne.

² Proposition de modalités pour une surveillance des pesticides dans l'air ambiant - Avis de l'Anses - Rapport d'expertise collective – 257 pages, septembre 2017 Programme et liste des composés consultables sur internet : <https://www.anses.fr/fr/content/recommandations-de-l%E2%80%99anses-pour-la-mise-en-%C5%93uvre-d%E2%80%99une-surveillance-nationale-des-pesticides>

³ <https://www.airpl.org/rapport/surveillance-des-pesticides-dans-l-air-ambiant-a-sainte-pazanne-resultats-septembre-2020-decembre-2021>

Surveillance régionale des pesticides

Le dispositif régional de mesures

76 molécules collectées et analysées

Afin de répondre aux objectifs de la saisine portant sur la proposition de modalités de surveillance nationale des pesticides dans l'air ambiant, l'Anses a défini une liste de substances prioritaires à surveiller sur l'ensemble du territoire national (métropole et DROM). Cette liste est issue d'un processus de sélection adapté aux objectifs d'une surveillance nationale et reposant :

- Sur une hiérarchisation à l'aide de l'application multicritères Sph'Air développée par l'INERIS pour hiérarchiser les pesticides à rechercher dans l'air ambiant. Celle-ci s'appuie sur 3 critères (quantité de substances utilisées sur le territoire considéré, potentiel d'émissions dans l'atmosphère, persistance dans l'atmosphère)⁴,
- Sur une priorisation basée sur les résultats de mesure dans l'air collectés par les AASQA entre 2011 et 2015 disponibles dans la base de données PhytAtmo⁵.

L'application de cette démarche sur 1 316 substances considérées comme pesticides a conduit à la constitution d'une liste de 90 substances actives jugées prioritaires et hautement prioritaires à rechercher dans l'air ambiant.

2,4 D	Chlorpyrifos-methyl	Ethion	Mancozebe	Propyzamide
2,4 DB	Clomazone	Ethoprophos	Manebe	Prosulfocarbe
✓ Abamectine	Cymoxanil	✓ Etofenproxi	Metamitron	Pyrimethanil
Acetochlore	Cyperméthrine et zeta	✓ Fenarimole	Métazachlor	Pyrimicarbe
✓ Aldrine	cyperméthrine	Fenpropidine	Metiram	Quinmerac
Amitrole	Cyproconazole	Fipronil	Metribuzine	S-metolachlor
Bifenthrine	Cyprodinil	Fluazinam	✓ Mirex	Spiroxamine
Boscalid	Deltaméthrine	✓ Flumetraline	Myclobutanil	Tebuconazole
✓ Bromadiolone	Dicamba	✓ Fluopyram	Oryzalin	Tebuthiuron
Bromoxynil	✓ Dicloran	Folpel	Oxadiazon	Tembotrione
✓ Butralin	Dicofol	✓ ** Glufosinate	Oxyfluorène	Terbuthryne
Carbetamide	Dieldrin	** Glyphosate	Pendiméthaline	Thirame
✓ Chlordane (cis, trans)	Difenoconazole	✓ Heptachlore	✓ Pentachlorophenol	Tolyfluanide
✓ Chlordécone	Diflufenican	Iprodione	Permethrine	Toxaphène
Chlormequat	Dimethenamid-p	Lambda-cyhalothrine	Phosmet	Triadimenol
Chlorothalonil	Diméthoate	Lenacil	Piclorame	Triallate
Chlorpropham	Diuron	Lindane	Piperonyl Butoxide	Trifloxystrobine
Chlorpyrifos	✓ Endrin	Linuron	Prochloraz	
	Epoxiconazole			

Liste des 90 substances actives jugées par l'ANSES comme prioritaires et hautement prioritaires à mesurer dans l'air ambiant

Parmi ces 90 substances actives, 10 substances (identifiées en rouge) ont été exclues de la liste de recherche compte tenu de leurs particularités chimiques nécessitant un développement analytique lourd et également des prélèvements dédiés. À noter que les substances appartenant à la famille des dithiocarbamates (Mancozèbe, Manèbe, Métirame, Thirame) ne disposent pas d'une méthode d'analyse permettant de les séparer. Le dicamba, le quinmerac et le piclorame ne peuvent être traités analytiquement comme les autres substances compte tenu de leur forme chimique (sels), et nécessitent de ce fait de développements analytiques spécifiques supplémentaires. Ces développements sont prévus dans le cadre du futur programme de travail du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA).

Les 22 substances (mentionnées en bleu) disposent d'une méthode d'analyse, mais nécessitent la détermination de leur efficacité de piégeage dans les conditions de prélèvement retenues pour la campagne nationale, ce qui a été réalisé par le LCSQA en parallèle du déroulement de la campagne nationale. Les substances doublement étoilées ** (glyphosate et glufosinate) ont nécessité des tests de stabilité à température ambiante des échantillons prélevés, et de durée de stockage en congélateur. Ces tests ont été effectués par le LCSQA au préalable de la campagne nationale.⁶

4 <https://www.lcsqa.org/fr/rapport/resultats-de-la-campagne-nationale-exploratoire-de-mesure-des-residus-de-pesticides-dans>

5 <https://www.atmo-france.org/article/phytatmo>

6 <https://www.lcsqa.org/fr/rapport/resultats-de-la-campagne-nationale-exploratoire-de-mesure-des-residus-de-pesticides-dans>

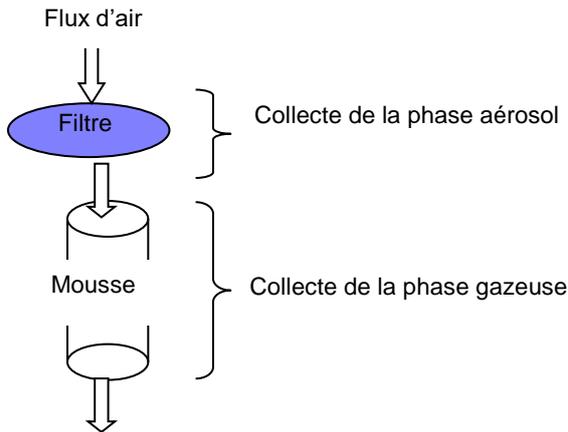
Au final, en tenant compte des résultats des tests métrologiques basés sur les critères de normes relatives à l'analyse des pesticides dans l'air ambiant (AFNOR NF XPX 43-059) et sachant que les substances polaires (glyphosate, son dérivé l'AMPA et le glufosinate) qui nécessitent une collecte spécifique n'ont pas été sélectionnées, 76 substances ont été recherchées en Pays de la Loire. La liste de ces molécules, leur usage, les méthodes d'extraction, les rendements d'extraction, les limites de quantification exprimées en µg/l, ng piégé et ng/m³ (pour un prélèvement hebdomadaire de 168 m³) sont reportés dans le tableau suivant :

Molécule	usage- définition	substance interdite ou non utilisés dans les traitements agricoles en France au moment de la campagne nationale	substance autorisée en usage biocide au moment de la campagne nationale	Méthode d'extraction et d'analyse	Rendement d'extraction Filtre+Mousse %	CV %	n	LQ µg/L	LQ BV (1) ng piégé (168 m ³)	LQ BV (1) ng/m ³ (168 m ³)
2,4 D (ester de 2-éthylhexyle)	Herbicide			1 - ASE/GCMSMS	95	13	25	2	5	0,03
2,4DB (ester de 2-éthylhexyle)	Herbicide			1 - ASE/GCMSMS	99	16	17	8	20	0,12
Abamectine	Insecticide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	97	22	10	16,5	165	0,98
Acétochlore	Herbicide	X		1 - ASE/GCMSMS	81	14	34	4	10	0,06
Aldrine	Insecticide	X		1 - ASE/GCMSMS	69	29	20	4	10	0,06
Bifenthrine	Insecticide	X	X	1 - ASE/GCMSMS	93	12	19	2	5	0,03
Boscalid	Fongicide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	98	15	32	2,5	25	0,15
Bromoxynil octanoate	Herbicide			1 - ASE/GCMSMS	87	13	16	8	20	0,12
Butraline	Herbicide	X		1 - ASE/GCMSMS	83	13	20	10	25	0,15
Carbétamide	Herbicide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	93	12	17	2,5	25	0,15
Chlordane (cis+ trans)	Insecticide	X		1 - ASE/GCMSMS	68	20	16	40	100	0,60
Chlordecone	Insecticide	X		1 - ASE/LCMSMS ESI +	84	15	20	2,5	25	0,15
Chlorothalonil	Fongicide			1 - ASE/GCMSMS	73	23	28	8	40	0,24
Chlorprophame	Herbicide			1 - ASE/GCMSMS	93	21	28	10	25	0,15
Chlorpyrifos éthyl	Insecticide			1 - ASE/GCMSMS	88	16	35	4	10	0,06
Chlorpyrifos méthyl	Insecticide			1 - ASE/GCMSMS	85	19	27	8	20	0,12
Clomazone	Herbicide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	83	22	32	2,5	25	0,15
Cymoxanil	Fongicide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	118	90	31	2,5	25	0,15
Cyperméthrine (alpha+beta+theta+zeta)	Insecticide		X	1 - ASE/GCMSMS	110	23	22	16	40	0,24
Cyproconazole	Fongicide		X	1 - ASE/LCMSMS ESI +	109	17	26	2,5	25	0,15
Cyprodinil	Fongicide			1 - ASE/GCMSMS	96	13	24	4	10	0,06
Deltaméthrine	Insecticide		X	1 - ASE/GCMSMS	97	14	23	8	20	0,12
Dicloran (= 2,6-Dichloro-4-nitroaniline)	Insecticide	X		1 - ASE/GCMSMS	87	14	20	10	25	0,15
Dicofol	Accaricide	X		1 - ASE/GCMSMS	120	16	22	20	50	0,30
Dieldrine	Insecticide	X		1 - ASE/GCMSMS	93	16	17	20	50	0,30
Difénoconazole	Fongicide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	102	15	31	2,5	25	0,15
Diflufenicanil	Herbicide			1 - ASE/GCMSMS	101	21	23	2	5	0,03
Diméthénamide (dont diméthénamide-P)	Herbicide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	83	18	31	2,5	25	0,15
Diméthoate	Insecticide	X		1 - ASE/GCMSMS	100	21	21	20	50	0,30
Diuron	Herbicide	X	X	1 - ASE/LCMSMS ESI +	90	22	20	2,5	25	0,15
Endrine	Insecticide	X		1 - ASE/GCMSMS	98	20	20	40	100	0,60
Epoxiconazole	Fongicide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	103	15	31	2,5	25	0,15
Ethion	Insecticide	X		1 - ASE/GCMSMS	101	17	21	4	10	0,06
Ethoprophos	Insecticide	X		1 - ASE/GCMSMS	88	19	24	8	20	0,12
Etofenprox	Insecticide		X	1 - ASE/GCMSMS	90	8	20	4	10	0,06
Fénarimol	Fongicide	X		1 - ASE/GCMSMS	88	17	24	4	10	0,06
Fenpropidine	Fongicide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	82	36	30	2,5	25	0,15
Fipronil	Insecticide	X	X	1 - ASE/GCMSMS	88	20	13	8	20	0,12
Fluazinam	Fongicide			1 - ASE/LCMSMS ESI -	88	24	17	2,5	25	0,15
Flumétraline	Herbicide	X		1 - ASE/GCMSMS	86	13	14	8	20	0,12
Folpyram	Fongicide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	87	9	20	2,5	25	0,15
Folpet (= folpel)	Fongicide			1 - ASE/GCMSMS	100	28	33	12	30	0,18
Heptachlore	Insecticide		X	1 - ASE/GCMSMS	83	17	20	4	10	0,06
Iprodione	Fongicide	X		1 - ASE/GCMSMS	101	14	23	10	25	0,15
Lambda cyhalothrine	Insecticide		X	1 - ASE/GCMSMS	114	19	30	4	10	0,06
Lenacil	Herbicide			1 - ASE/GCMSMS	114	15	22	8	20	0,12
Lindane	Insecticide	X		1 - ASE/GCMSMS	85	15	27	2	5	0,03
Linuron	Herbicide	X		1 - ASE/LCMSMS ESI +	93	18	20	2,5	25	0,15
Métamitron	Herbicide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	79	18	31	2,5	25	0,15
Metazachlore	Herbicide			1 - ASE/GCMSMS	93	9	20	5	12,5	0,07
Métolachlore (dont S-Métolachlore)	Herbicide			1 - ASE/GCMSMS	85	14	26	2	5	0,03
Metribuzine	Herbicide			1 - ASE/GCMSMS	91	18	17	4	10	0,06
Mirex	Insecticide	X		1 - ASE/GCMSMS	96	6	20	4	10	0,06
Myclobutanil	Fongicide			1 - ASE/GCMSMS	94	17	18	8	20	0,12
Oryzalin	Herbicide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	90	16	22	2,5	25	0,15
Oxadiazon	Herbicide	X		1 - ASE/GCMSMS	101	21	31	2	5	0,03
Oxyfluorène	Herbicide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	91	14	20	2,5	25	0,15
Pendiméthaline	Herbicide			1 - ASE/GCMSMS	91	23	31	4	10	0,06
Pentachlorophénol (forme phénol)	Insecticide	X		1 - ASE/LCMSMS ESI -	76	27	20	2,5	25	0,15
Permethrine	Insecticide	X	X	1 - ASE/GCMSMS	100	11	16	8	20	0,12
Phosmet	Insecticide			1 - ASE/GCMSMS	91	21	21	8	20	0,12
Pipéronyl butoxide (= PBO)	Insecticide		X	1 - ASE/GCMSMS	97	16	25	4	10	0,06
Prochloraze	Fongicide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	99	13	17	2,5	25	0,15
Propyzamide	Herbicide			1 - ASE/GCMSMS	89	11	23	4	10	0,06
Prosulfocarbe	Herbicide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	80	17	28	2,5	25	0,15
Pyrimethanil	Fongicide			1 - ASE/GCMSMS	86	13	31	4	10	0,06
Pyrimicarbe	Insecticide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	82	8	20	2,5	25	0,15
Spiroxamine	Fongicide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	63	53	40	2,5	25	0,15
Tébuconazole	Fongicide		X	1 - ASE/LCMSMS ESI +	102	19	31	2,5	25	0,15
Tébutiuron	Herbicide	X		1 - ASE/LCMSMS ESI +	93	10	17	2,5	25	0,15
Tembotrione	Herbicide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	78	30	16	2,5	25	0,15
Terbuthryne	Herbicide	X	X	1 - ASE/LCMSMS ESI +	91	11	17	2,5	25	0,15
Tolyfluanide	Fongicide	X		1 - ASE/GCMSMS	89	14	23	8	20	0,12
Triadiménol	Fongicide			1 - ASE/LCMSMS ESI +	98	12	21	2,5	25	0,15
Triallate	Herbicide			1 - ASE/GCMSMS	78	22	23	4	10	0,06
Trifloxystrobine	Fongicide			1 - ASE/GCMSMS	110	18	24	8	20	0,12

RDT : Rendement d'extraction ou taux de récupération
CV : Coefficient de variation des rendements d'extractions calculé à partir du nombre de tests effectués
n : nombre de tests de rendement d'extraction effectués
LQ : Limite de quantification
LCMSMS : chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie double masse
GCMSMS : chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse
ESI : infusion electro spray
ASE : Extraction accélérée par solvant
F+M : filtre + mousse polyuréthane
BV : Bas volume
HV : Bas volume

(1) : non corrigé du rendement d'extraction

Technique de collecte et d'analyse



Afin d'appréhender la totalité des produits phytosanitaires présents dans l'atmosphère, le dispositif de collecte prélève pour chaque échantillon les particules inférieures à 10 µm (PM10) et la phase gazeuse (adsorption sur mousses de polyuréthane). Le principe de collecte est présenté dans la figure suivante. Ce système de collecte est conforme aux préconisations de l'Anses notamment pour la prise en compte des PM10 qui permet d'évaluer la fraction des particules inhalées. Il fait l'objet d'une normalisation par l'AFNOR (NF XPX 43-058).

Principe de collecte des pesticides dans l'air

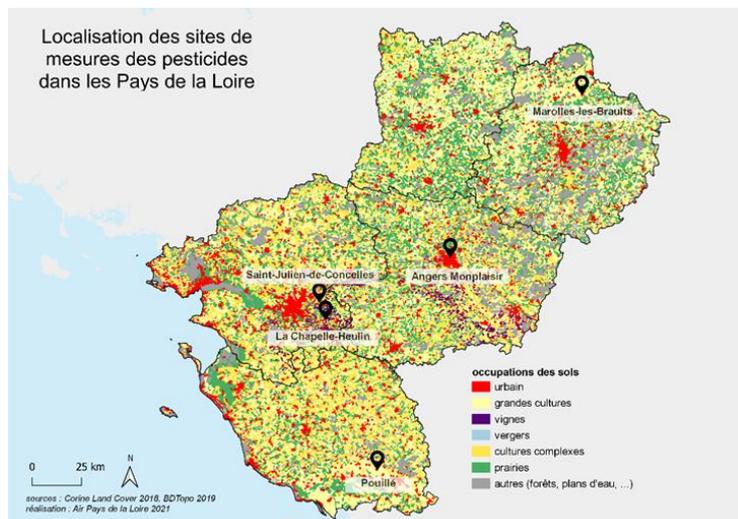


Après un prélèvement de 7 jours à l'aide d'un collecteur moyen débit (partisol 1 m³/h ; cf. photo suivante), l'échantillon est envoyé en laboratoire (IANESCO Chimie) pour extraction et analyse selon la norme AFNOR (ISO XPX 43-059). L'extraction est commune pour le filtre et la mousse de chaque prélèvement. 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

Localisation des sites de mesure

Le suivi régional des pesticides dans l'air a été initié lors de la campagne nationale sur 3 sites (Angers - Monplaisir, Saint-Julien de Concelles et Pouillé). Ces sites ont été sélectionnés par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air sur proposition d'Air Pays de la Loire en considérant, à l'échelle de la Métropole, leur localisation géographique et leur typologie. Le dispositif a ensuite été densifié par deux autres sites, Marolles-les-Braults, en zone de polyculture-élevage dans le nord de la région puis la Chapelle-Heulin en zone viticole. Compte tenu des niveaux plus faibles enregistrés sur le site de Saint-Julien de Concelles, de sa proximité au site de la Chapelle-Heulin et dans un contexte de restriction budgétaire, le suivi régional en 2022 s'est focalisé sur les sites de Pouillé, Marolles-les-Braults et la Chapelle-Heulin. Le suivi sur le site d'Angers a été poursuivi dans le cadre de la surveillance nationale.



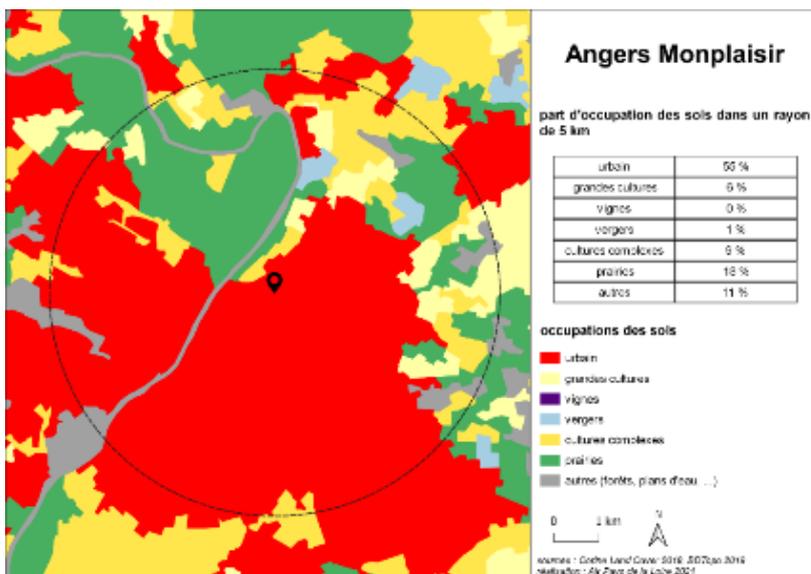
Le schéma suivant présente l'évolution du dispositif au cours du temps.



- Surveillance régionale (DREAL, DRAAF, ARS, Air PL)
- Surveillance nationale (MTE / ANSES)

L'objectif étant d'appréhender l'exposition de la population générale à la présence de pesticides dans l'air, les sites de mesure devaient être localisés en zones habitées à une distance minimale de 200 m de la parcelle traitée la plus proche.

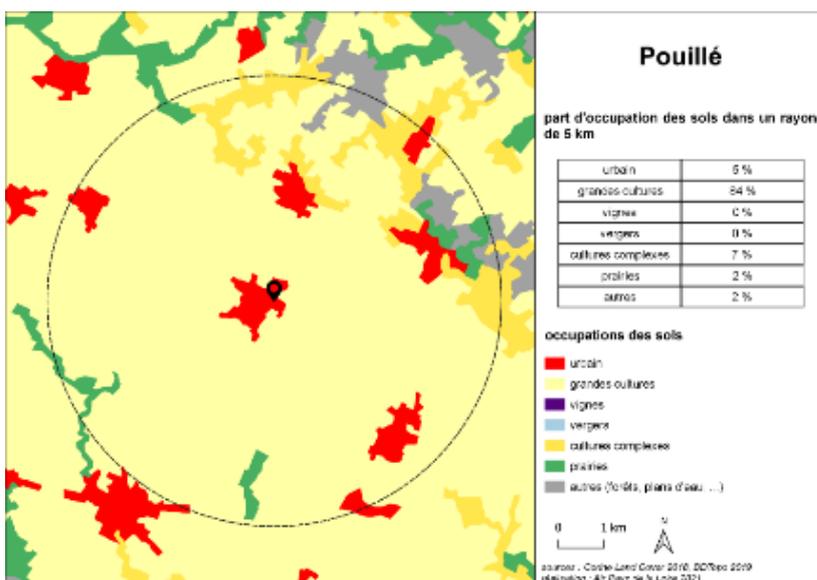
Les cartes suivantes font un focus sur l'occupation des sols sur chaque site dans l'environnement proche (rayon de 5 km).



Le site d'Angers a été installé au niveau de l'école Paul Valéry dans le quartier Monplaisir dans le nord de la commune présentant une forte densité de population.

L'environnement proche se caractérise par un tissu urbain prépondérant. Ce site avait déjà été mis en œuvre en 2007. Un impact faible mais visible des traitements arboricoles et viticoles sur le quartier Monplaisir avait alors été mis en évidence.

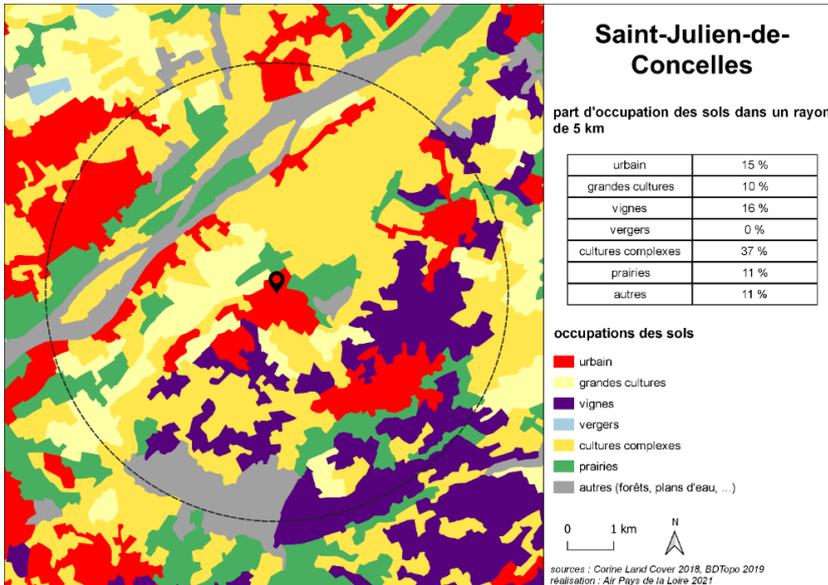
En 2021, les 76 molécules analysées représentaient 24 % de la totalité des substances achetées dans un secteur de 24 km autour du site et 40 % si l'on exclut les substances non analysables selon les normes comme, le glyphosate, le soufre, l'huile de vaseline, le fosétyl-aluminium, le mancozèbe, l'hydroxyde de cuivre qui sont largement vendues dans le secteur d'Angers.



Le collecteur a été installé au niveau de l'espace vert de la résidence des Tournesols dans le bourg de Pouillé.

Son environnement proche se caractérise par une large présence de grandes cultures qui représente plus de 80 % de l'occupation des sols.

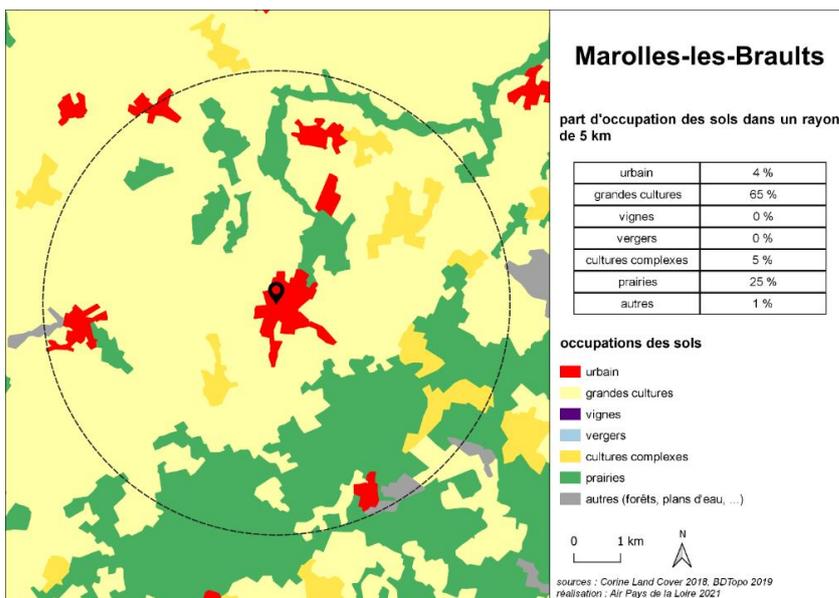
Les 76 molécules analysées représentent 40 % de la totalité des substances vendues achetées dans le secteur de Pouillé en 2021 et 60 % si l'on ne tient pas compte des substances non analysables selon les normes comme, le glyphosate, le mancozèbe, le soufre et l'huile de vaseline, qui sont largement vendues dans le secteur.



Le préleveur a été installé sur un emplacement situé au niveau de l'espace vert en arrière de la chaufferie centrale bois, rue de basse rivière.

L'environnement proche se caractérise par la présence de « cultures complexes » au sens de Corinne Land Cover qui intègre le maraîchage.

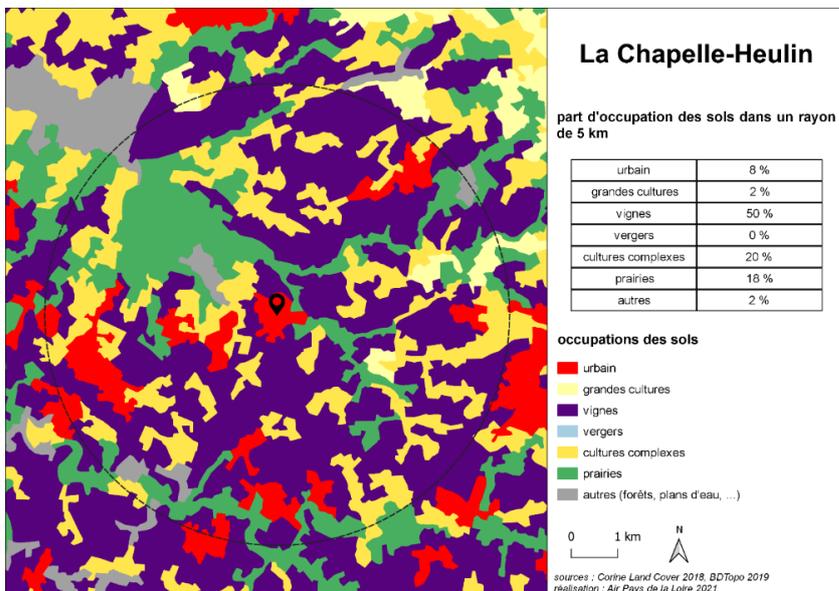
Il est à noter la présence également de vignes notamment au sud du site. Les 76 molécules analysées représentent 7 % de la totalité des molécules achetées dans le secteur de Saint-Julien de Concelles en 2021 et 30 % si l'on ne tient pas compte des substances non analysables selon les normes comme, le soufre, le fosetyl-aluminium, le glyphosate, le métirame, le mancozebe, le cuivre sous ses différentes formes, l'huile de vaseline, le kaolin, qui sont largement achetées dans le secteur.



Le collecteur a été installé au niveau de l'espace vert place Coutard dans le bourg de Marolles-les-Braults.

L'environnement proche du site se définit par une majorité de grandes cultures particulièrement au nord et la présence, dans une moindre mesure, de prairies au sud.

Les 76 molécules analysées représentent 44 % de la totalité des substances vendues achetées en 2021 dans le secteur de Marolles-les-Braults et 59 % si l'on ne tient pas compte des substances non analysables selon les normes comme le glyphosate, le soufre, qui sont largement vendues dans le secteur.



Le préleveur a été installé au niveau d'un emplacement situé dans l'ancien jardin du locatif de la poste, place Jean Beauquin en centre-bourg.

Son environnement proche se caractérise par une forte présence de vignes.

Les 76 molécules analysées représentent 6 % de la totalité des molécules vendues achetées en 2021 dans le secteur de la Chapelle-Heulin et 28 % si l'on ne tient pas compte des substances non analysables selon les normes comme, le soufre, le fosétyl-aluminium, le glyphosate, le métirame, le cuivre sous ses différentes formes, l'huile de vaseline, le kaolin, qui sont largement vendues dans le secteur.

Les périodes de mesure

Date de début de mesure

La campagne de mesure nationale a débuté mi-juin 2018 sur trois sites (Angers-Monplaisir, Pouillé, Saint-Julien de Concelles). Le suivi s'est ensuite poursuivi sur ces trois sites en intégrant le site de Marolles-les-Braults à partir de juillet 2019 puis le site de la Chapelle-Heulin à partir de mai 2020.

Le tableau suivant récapitule les dates de début de mesure en fonction des sites considérés :

Sites de mesure	Date de début des mesures	Date de fin
Angers-Monplaisir	25/06/2018	12/12/2022
Pouillé	25/06/2018	13/12/2022
Marolles-les-Braults	01/07/2019	12/12/2022
La Chapelle-Heulin	12/05/2020	12/12/2022
St Julien de Concelles	25/06/2018	13/12/21

Les résultats enregistrés sur le site de Saint-Julien de Concelles sont disponibles et interprétés dans le rapport faisant le bilan jusqu'en décembre 2021⁷

Stratégie temporelle

La stratégie temporelle d'échantillonnage a suivi la recommandation de l'Anses de réaliser les prélèvements sur l'ensemble de l'année avec la possibilité de modifier la fréquence de prélèvement en fonction des périodes de l'année et notamment lors des périodes de traitement, périodes propices à la présence de pesticides dans l'air.

Dans la mesure du possible, les mesures ont été synchronisées entre les différents sites pour une meilleure comparaison inter sites et rationaliser les temps d'intervention sur le terrain.

Les calendriers suivants présentent pour chaque site de mesure les périodes de prélèvement mentionnées en violet.

Angers Monplaisir



7 <https://www.airpl.org/rapport/surveillance-des-pesticides-dans-l-air-ambiant-en-pays-de-la-loire>

La Chapelle-Heulin

Calendrier 2018			Calendrier 2019			Calendrier 2020		
Janvier 2018	Février 2018	Mars 2018	Janvier 2019	Février 2019	Mars 2019	Janvier 2020	Février 2020	Mars 2020
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

Calendrier 2021			Calendrier 2022			Calendrier 2023		
Janvier 2021	Février 2021	Mars 2021	Janvier 2022	Février 2022	Mars 2022	Janvier 2023	Février 2023	Mars 2023
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

Saint-Julien-de-Concelles

Calendrier 2018			Calendrier 2019			Calendrier 2020		
Janvier 2018	Février 2018	Mars 2018	Janvier 2019	Février 2019	Mars 2019	Janvier 2020	Février 2020	Mars 2020
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

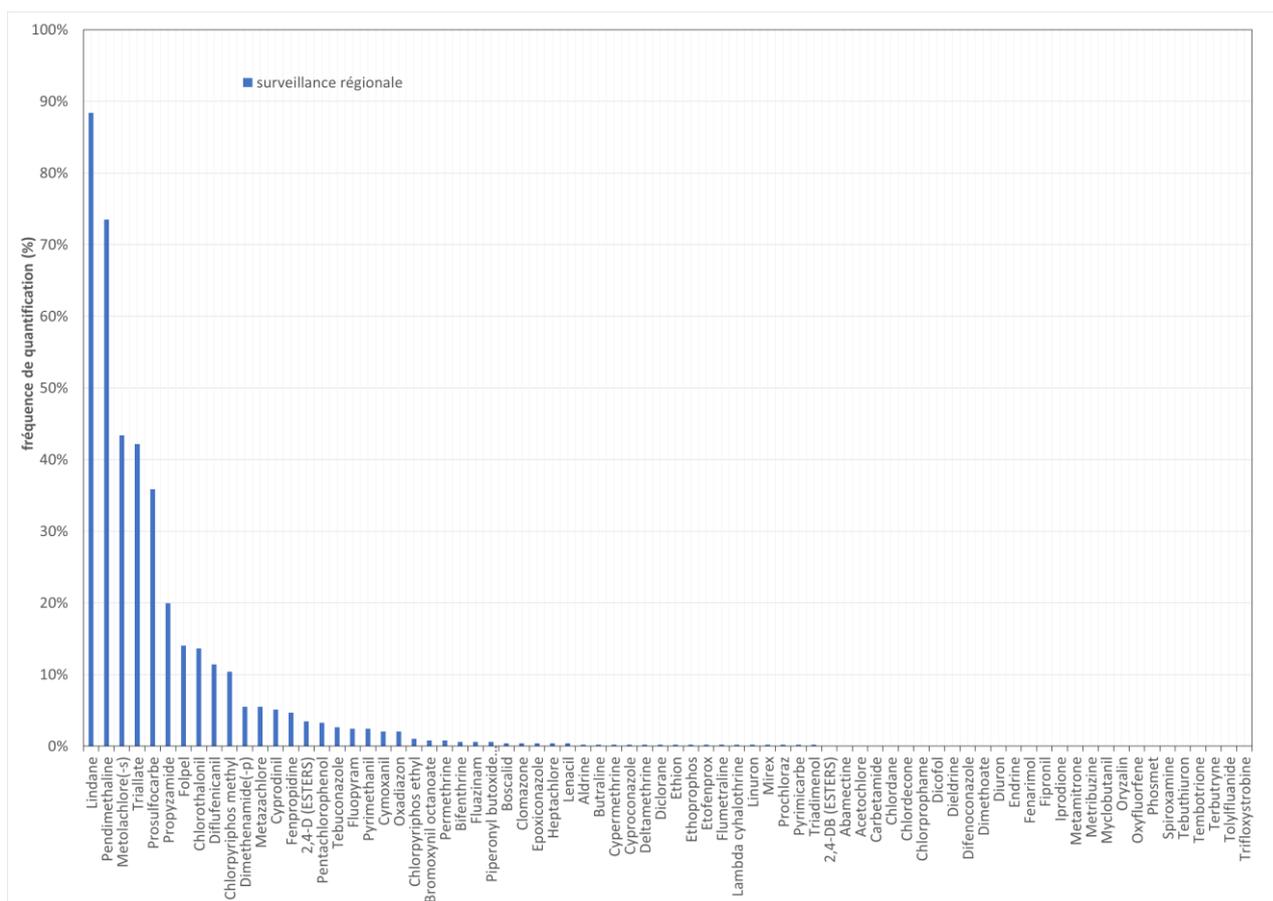
Les résultats

Les molécules quantifiées et les concentrations moyennes rencontrées

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

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

Fréquence de quantification



Fréquence de quantification des 76 molécules tous sites confondus

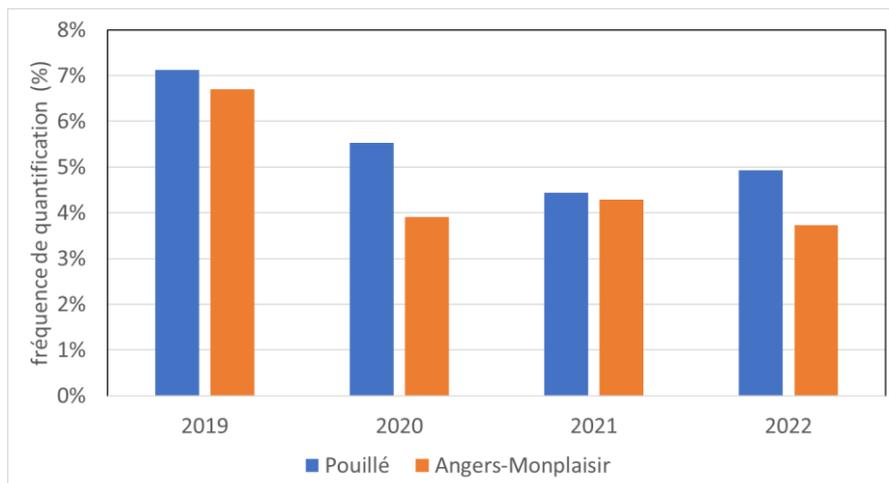
L'intégration de l'année 2022 confirme globalement les conclusions déjà observées en 2020 et 2021. Sur les 76 substances actives recherchées sur les 4 sites, 48 ont été quantifiées au moins une fois. La fréquence de quantification est très variable d'une substance à l'autre. On peut distinguer des molécules fréquemment détectées (fréquences supérieures à 30 %). Ce sont le lindane, la pendiméthaline, le S-métolachlore, le triallate et le prosulfocarbe. Le lindane a été quantifié dans près de 90 % des échantillons.

Le chlorothalonil, le diflufenicanil, le chlorpyriphos-méthyl, le folpel et le propyzamide ont été quantifiés moins fréquemment (fréquence de quantification comprise entre 10 % et 30 %).

Les autres molécules ont été quantifiées dans des proportions inférieures à 10 %.

Grâce au suivi réalisé depuis plus de 4 ans, nous pouvons étudier l'évolution interannuelle de la fréquence de quantification des molécules recherchées. Dans ce cadre, nous considérerons les mesures réalisées durant une année entière soit celles réalisées sur les sites d'Angers, Pouillé de 2019 à 2022.

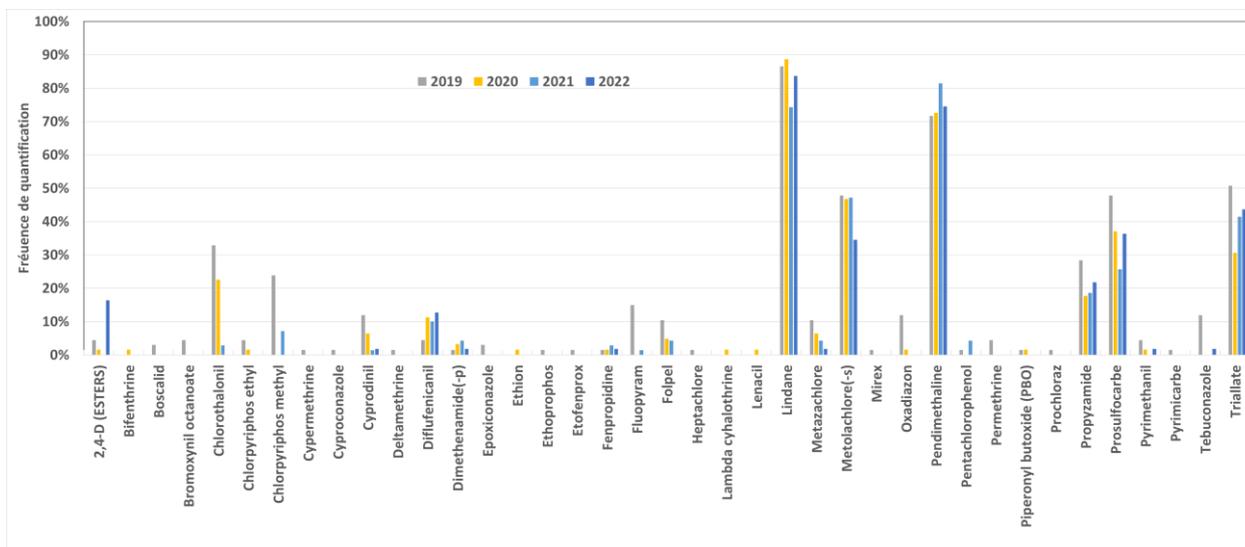
Le graphique suivant montre l'évolution des fréquences de quantification de 2019 à 2022 toutes molécules confondues.



Évolution interannuelle des fréquences de quantification sur les sites de Pouillé et Angers toutes molécules confondues.

Nous observons une baisse de la fréquence de quantification toutes molécules confondues entre 2019 à et 2020 puis une stabilisation de 2020 à 2021. Cette évolution est à rapprocher avec les différentes actions visant à limiter l'utilisation des pesticides. Pour préciser cette évolution globale, il est intéressant de s'intéresser à l'évolution interannuelle des fréquences de quantification des différentes molécules analysées qui peut rendre compte d'éventuelles baisses / arrêt dans l'utilisation de certaines molécules.

Le graphique suivant montre la fréquence de quantification des différentes substances actives respectivement en 2019, 2020, 2021 et 2022 sur les 2 sites pris dans leur globalité.



Évolution interannuelle des fréquences de quantification des différentes molécules recherchées sur les sites de Pouillé et d'Angers (pour une meilleure lisibilité seules les molécules ayant été quantifiées sont reportées).

Pour le lindane, la pendiméthaline, le S-métolachlore, le triallate, le propyzamide, aucune tendance dans la fréquence interannuelle de quantification n'est observable.

En revanche, pour certaines molécules nous observons une baisse dans la fréquence de quantification.

- La tendance observée pour le chlorothalonil (fongicide utilisé sur de nombreuses cultures : blé, seigle, tomate, orge, pommes de terre, etc.) fin 2021 se confirme en 2022. Cette molécule qui était quantifiée dans plus de 20 % des prélèvements en 2019 et 2020 ne l'était quasiment plus en 2021 (3 %) et plus du tout en 2022. Toutes les spécialités contenant du chlorothalonil ne sont plus vendues, ni distribuées à partir de février 2020. Leur utilisation restait possible jusqu'au 20 mai 2020 ;
- La tendance observée pour le cyprodinil (fongicide) fin 2021 se confirme également en 2022. Il a vu sa fréquence de quantification chuté entre 2019 (fréquence de quantification de 12 %) à 6 % en 2020 et moins de 2 % en 2021 et 2022. Cette baisse suggère une diminution continue de sa fréquence d'utilisation ;

- Le tébuconazole (fongicide) peu quantifié en 2019 (12 %) ne l'est quasiment plus en 2020, 2021 et 2022 (fréquence de quantification moyenne inférieure à 1 % entre 2020 et 2022) ;
- Le chlorpyrifos-méthyl (insecticide) a également vu sa fréquence de quantification baisser à partir de 2020. Après une forte réduction du nombre de cultures-cibles au niveau national le 5 décembre 2018, la substance a perdu son autorisation comme substance active phytosanitaire le 31 janvier 2020 au niveau européen ;
- La fréquence de quantification du folpel (fongicide anti mildiou notamment) est également orientée à la baisse depuis 2019 avec une valeur d'environ 10 % en 2019, 4 % en 2020 et 2021 et aucune quantification en 2022 sur les 2 sites considérés ;
- Pour le prosulfocarbe (herbicide de grandes cultures), la tendance à la baisse observée fin 2021 avec une fréquence de quantification dans l'air qui a régulièrement diminuée entre 2019 et 2021 (47 % en 2019, 37 % en 2020 et 26 % en 2021) n'est pas confirmée en 2022. La fréquence de quantification pour l'année 2022 atteint en effet le niveau de celui de 2020. Depuis octobre 2018, afin de limiter la contamination des cultures non cibles pour les applications d'automne, l'Anses a durci les règles d'utilisation de cet herbicide.

Enfin, à contrario, certaines molécules voient leurs fréquences de quantification augmenter de 2019 à 2022. C'est le cas de l'herbicide 2,-4 D Ester qui vu sa fréquence de quantification inférieure à 5 % entre 2019 et 2021 augmenter à près de 17 % en 2022. Le diflufénicanil (herbicide de grandes cultures notamment) a également vu sa fréquence de quantification augmenter de 5 % en 2019 à plus de 10 % à partir de 2020.

Globalement une baisse de la fréquence de quantification toutes molécules confondues est constatée.

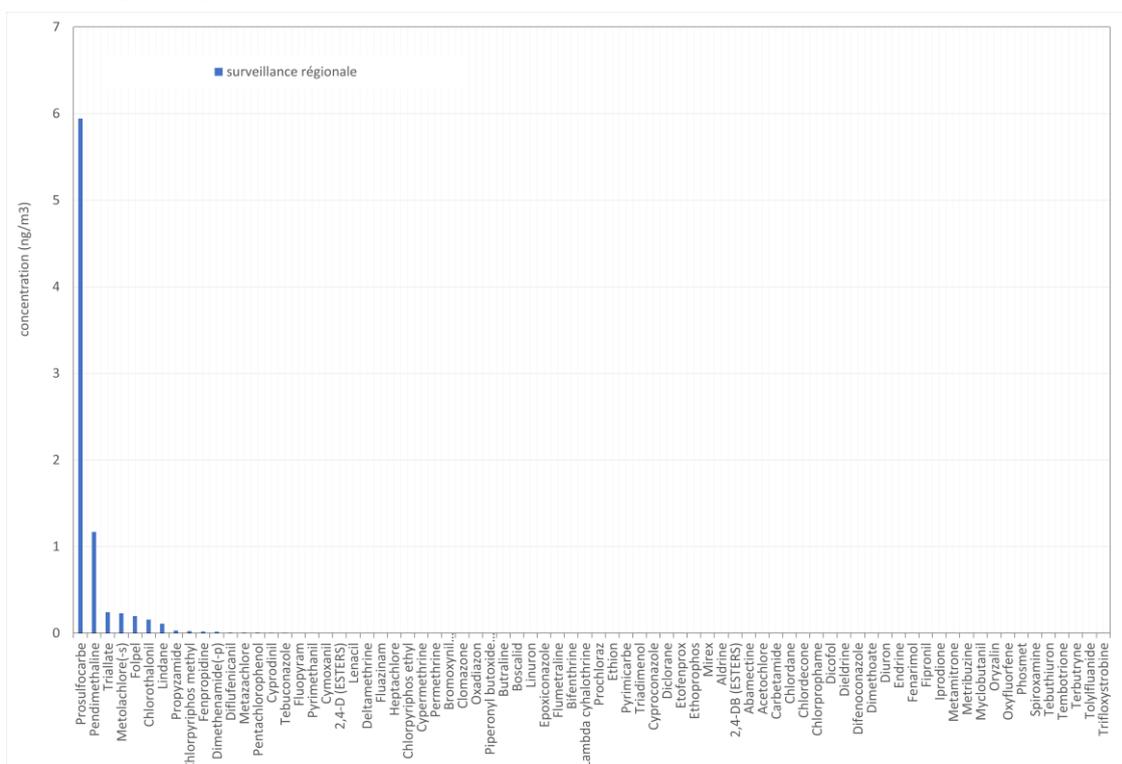
Cette évolution est très dépendante de la molécule considérée. Aucune baisse, pour les herbicides comme la pendiméthaline, le S-métolachlore, le triallate et le propyzamide n'est observée depuis 2019. Le lindane (molécule interdite depuis 1998) voit également sa fréquence de quantification stable depuis 2019 ([cf. paragraphe sur le focus de certaines molécules](#)).

En revanche plusieurs fongicides comme le folpel, le chlorothalonil, le tébuconazole, le cyprodinil ont vu leur fréquence de quantification diminuer depuis 2019. C'est le cas également pour l'insecticide chlorpyrifos-méthyl. Des conditions météorologiques (été sec) moins propices à l'utilisation de fongicides et d'insecticides (été sec) peuvent être avancées pour expliquer cette tendance.

À contrario certains herbicides comme le 2,4 D Ester, le diflufénicanil ont vu leur fréquence de quantification augmenter. Ces molécules pourraient être plus fréquemment utilisées en substitution de certaines molécules qui ont vu leur usage réduit.

Concentration moyenne

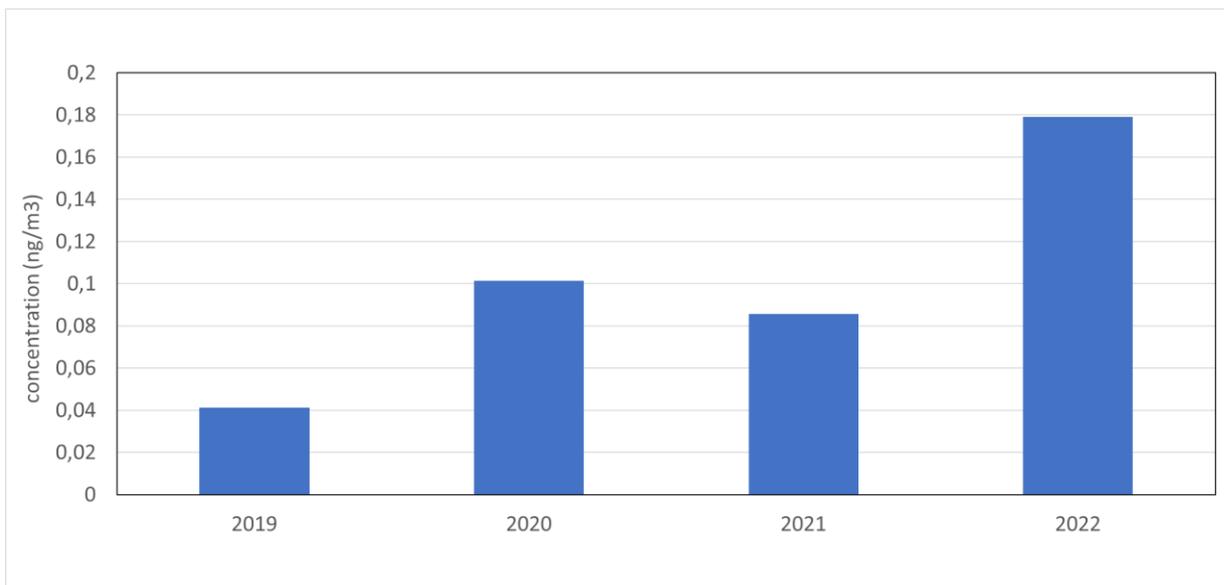
Le graphique suivant montre, pour chaque substance active, la moyenne enregistrée sur l'intégralité du suivi sur les 4 sites de mesure.



Concentrations moyennes tous sites confondus de 2018 à 2022

Les molécules les plus abondantes dans l'air tous sites confondus correspondent à des herbicides notamment de grandes cultures (particulièrement le prosulfocarbe et dans une moindre mesure la pendiméthaline, le triallate et le S-métolachlore). Le fongicide le plus présent correspond au folpel. Bien que très fréquemment quantifié, le lindane présente une concentration moyenne tous sites confondus d'environ 0.10 ng/m³.

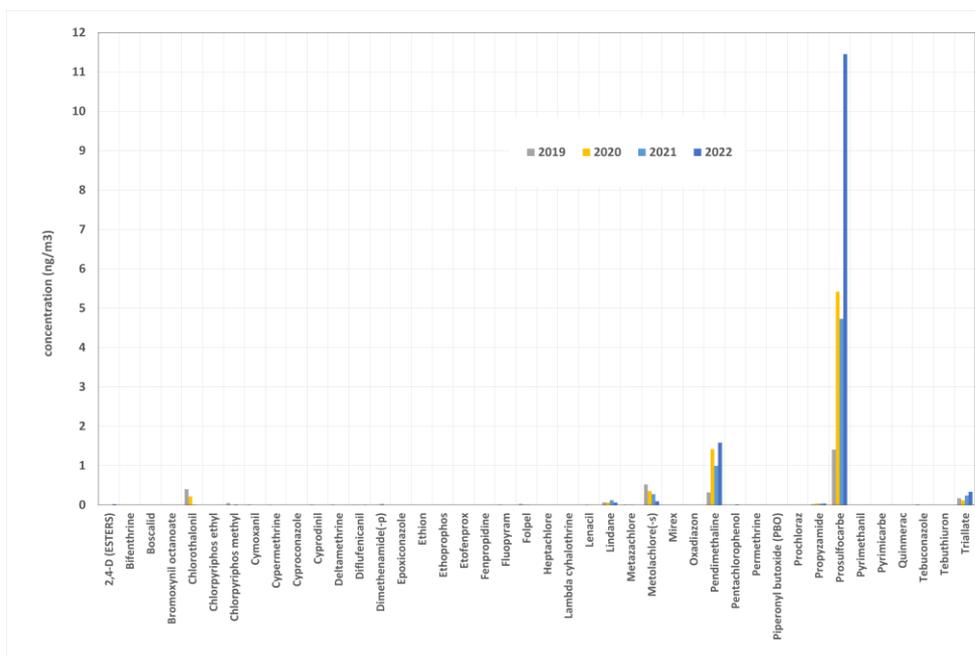
Le suivi réalisé depuis 2018 permet d'étudier l'évolution interannuelle des concentrations moyennes. Pour ce faire, seuls les résultats obtenus durant une année entière sont considérés soit ceux des sites d'Angers, Pouillé de 2019 à 2022.



Évolution interannuelle des concentrations annuelles sur les sites de Pouillé et Angers toutes molécules confondues

Nous observons une augmentation des concentrations toutes molécules confondues de 2019 à 2022. Pour préciser cette évolution globale, il est intéressant de s'intéresser à l'évolution interannuelle des concentrations moyennes pour les molécules analysées.

Le graphique suivant montre la concentration moyenne pour chaque substance active respectivement en 2019, 2020, 2021 et 2022 sur les 2 sites pris dans leur globalité.



Évolution interannuelle des concentrations moyennes pour chaque molécule recherchée sur les sites de Pouillé et d'Angers.

Nous constatons une augmentation des concentrations en prosulfocarbe de 1.4 ng/m³ en 2019 à 11.4 ng/m³ en 2022. Cette augmentation entraîne celle enregistrée tous polluants confondus car cette molécule est la plus présente dans l'air (concentration sur les 4 années près de 5 fois plus élevée que la pendiméthaline qui est la seconde molécule la plus abondante dans l'air). Cette augmentation suggère une utilisation plus intense de cet herbicide lors de ses périodes de traitement (cf. paragraphe sur le focus sur certaines molécules).

Une augmentation des concentrations annuelles en triallate est également constatée (0.17 ng/m³) en 2019 à 0.34 ng/m³) en 2022.

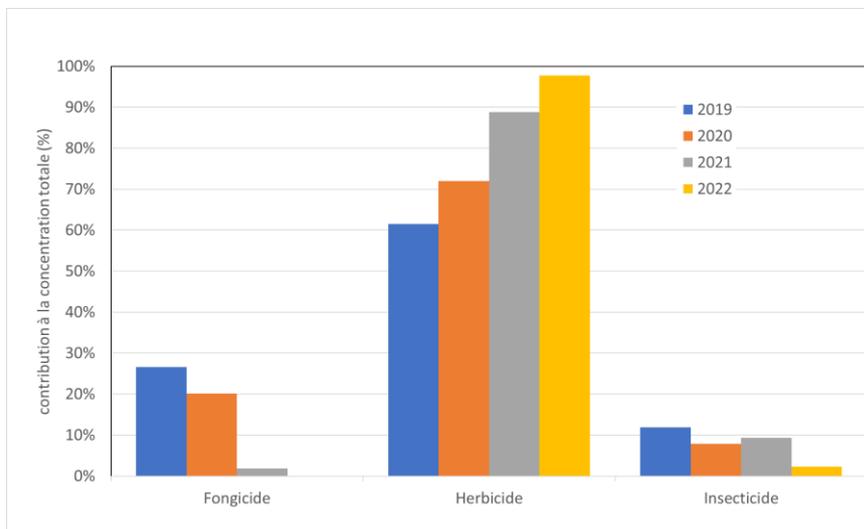
La pendiméthaline a vu sa concentration annuelle augmenter à partir de 2020.

À contrario, une baisse continue de la concentration annuelle en S-métolachlore est observée entre 2019 (0.5 ng/m³) et 2022 (0.10 ng/m³) et du chlorothalonil qui n'est plus quantifié en 2022 suggérant une diminution de leur utilisation.

Contribution des différentes familles de pesticides à la concentration totale

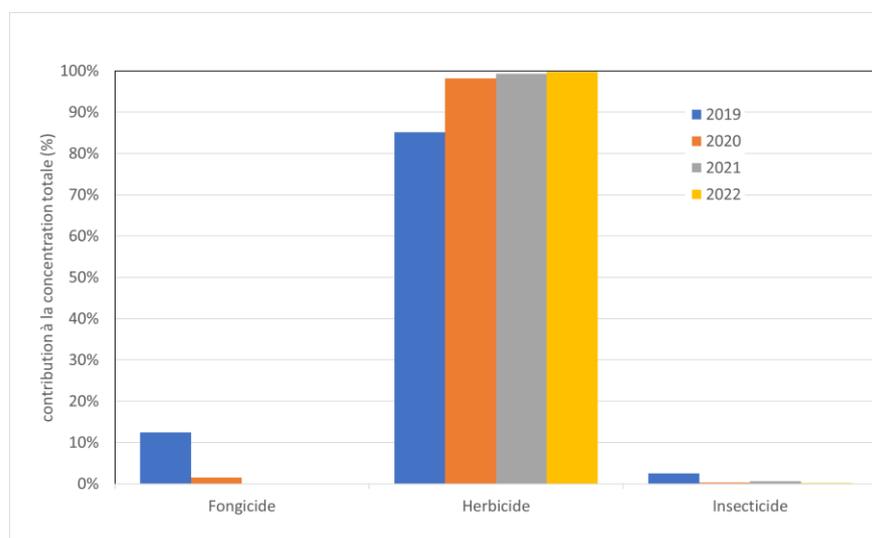
Les graphiques suivants montrent pour chaque site de mesure l'évolution temporelle de la contribution des différentes familles de pesticides (fongicides, insecticides, herbicides) à la concentration totale.

Angers Monplaisir



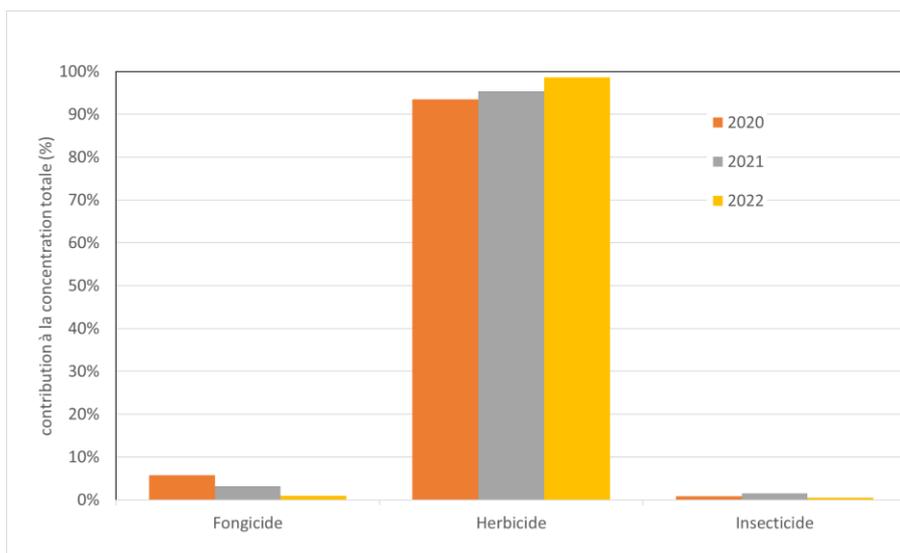
Contribution du type de pesticides à la concentration totale sur le site d'Angers

À Pouillé



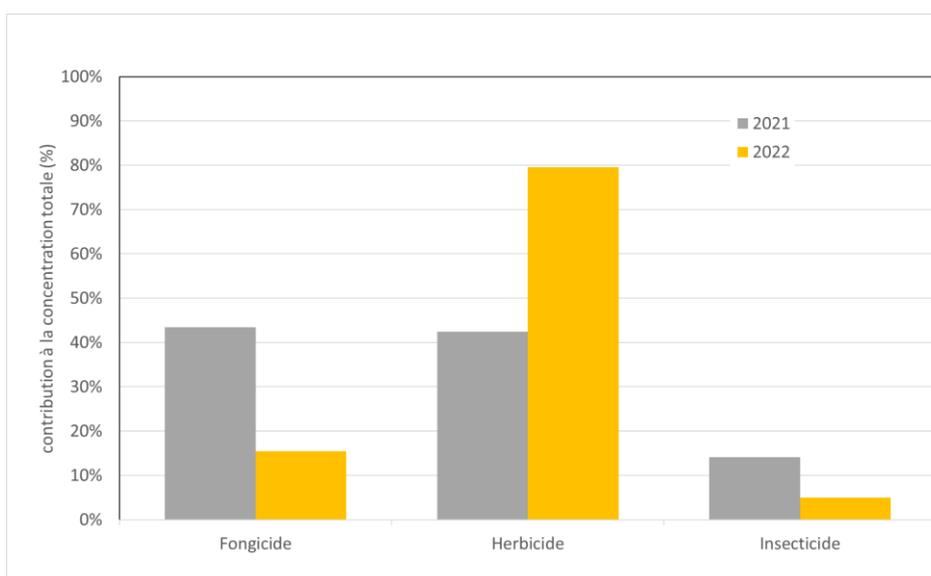
Contribution du type de pesticides à la concentration totale sur le site d'Angers

À Marolles-les-Braults



Contribution du type de pesticides à la concentration totale sur le site de Marolles-les-Braults

À la Chapelle-Heulin



Contribution du type de pesticides à la concentration totale sur le site de la Chapelle-Heulin

Sur l'ensemble des sites, la contribution du type de pesticides se caractérise par :

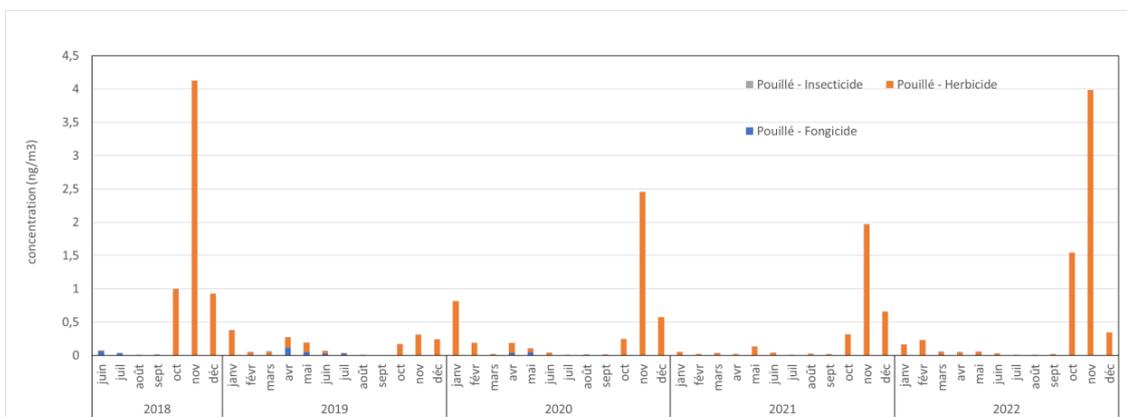
- Une part prépondérante des herbicides (prosulfocarbe, pendiméthaline, triallate et S-métolachlore) à la contribution totale et particulièrement sur les sites de grandes cultures ;
- Une part des fongicides (folpel et chlorothalonil particulièrement) plus importante sur le site viticole de la Chapelle-Heulin par comparaison aux autres sites ;
- Une très faible contribution des insecticides ;
- Une augmentation de la part des herbicides dans l'air au fil des années au détriment des fongicides et des insecticides.

Ces résultats sont à mettre en relation avec l'évolution des principaux herbicides (prosulfocarbe, pendiméthaline) et des fongicides (folpel, chlorothalonil). Un focus sur ces molécules est réalisé dans la suite du document.

Évolution temporelle des concentrations

Les graphiques suivants montrent pour chaque site de mesure l'évolution mensuelle des concentrations en pesticides en distinguant leurs différents types d'actions (herbicides, fongicides, insecticides).

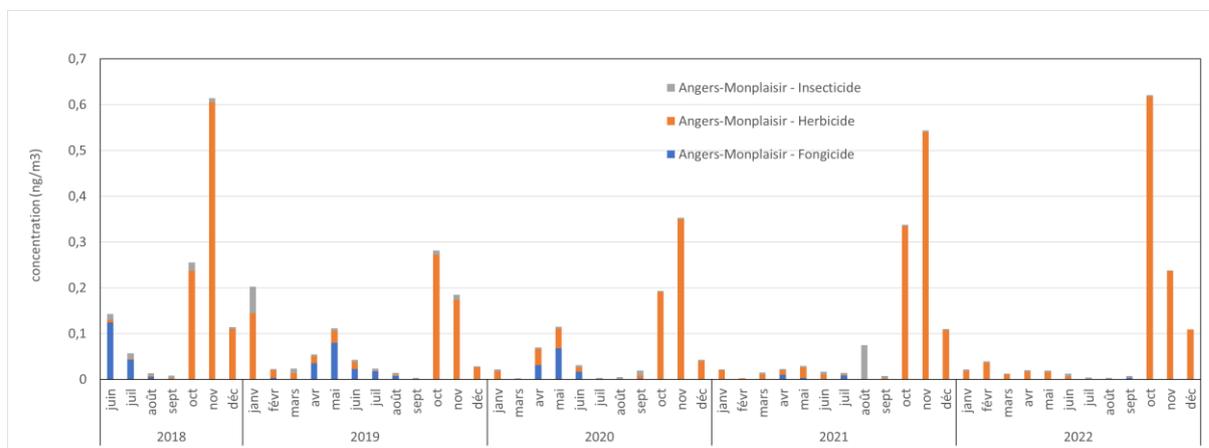
À Pouillé



Évolution mensuelle des concentrations en fongicides, herbicides et insecticides sur le site de Pouillé

Sur le site de Pouillé, l'évolution temporelle se caractérise par des niveaux les plus élevés en herbicides durant l'automne et le début de l'hiver (mi-octobre à début décembre) en lien avec les traitements préparatoires aux cultures d'hiver. Il est à noter que, durant l'automne 2019, les niveaux ont été significativement plus faibles que durant les automnes 2018, 2020, 2021 et 2022. Ces différences sont essentiellement liées à l'évolution temporelle des concentrations en prosulfocarbe plus faibles à l'automne 2019 ([cf. partie focus](#)).

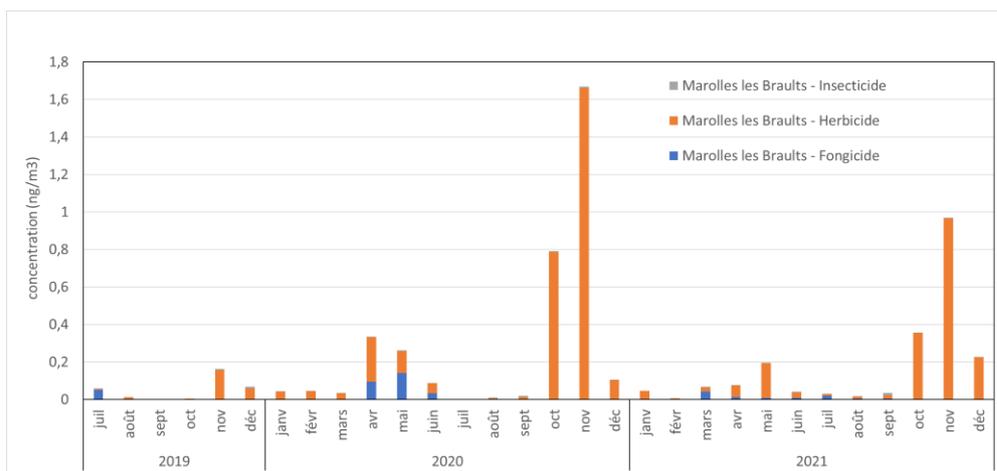
À Angers



Évolution mensuelle des concentrations en pesticides sur le site d'Angers

L'évolution au sein de l'année se caractérise par une présence accrue de pesticides dans l'air à Angers durant l'automne (octobre à décembre) et particulièrement d'herbicides. On peut noter également une augmentation des concentrations en fongicides et dans une moindre mesure en herbicides au printemps (avril à juin) de 2018 à 2020. En 2021 et 2022, les fongicides et insecticides ne sont quasiment plus retrouvés dans l'air.

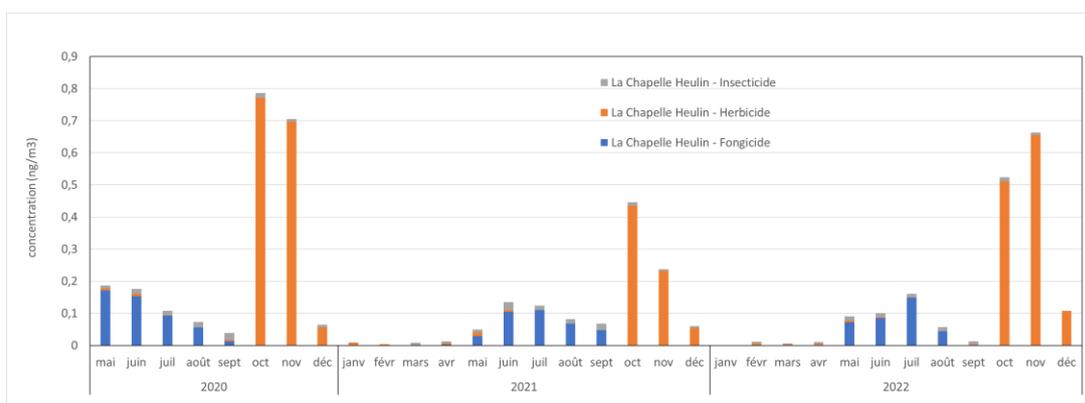
À Marolles-les-Braults



Évolution mensuelle des concentrations en pesticides sur le site de Marolles-les-Braults

L'évolution temporelle est conforme à celles déjà rencontrées sur les autres sites (concentration plus importante durant l'automne, présence de fongicides le printemps). À noter que les niveaux de l'automne 2019 sont plus faibles que ceux des automnes 2020 et 2021. Cette différence a été également observée sur le site de Pouillé.

À la Chapelle-Heulin



Évolution mensuelle des concentrations en pesticides sur le site de la Chapelle-Heulin

Nous retrouvons la même évolution temporelle avec la présence des concentrations les plus élevées en octobre et novembre liées à la présence d'herbicides dans l'air avec toutefois une tendance moins marquée entre les niveaux d'automne et de printemps. Les fongicides se retrouvent sur une période plus longue printemps-été (juin à août) par rapport aux sites de grandes cultures notamment.

Focus sur certaines molécules

Dans cette partie, un focus sur différentes substances actives est réalisé en termes notamment d'évolution temporelle. Le choix se porte sur :

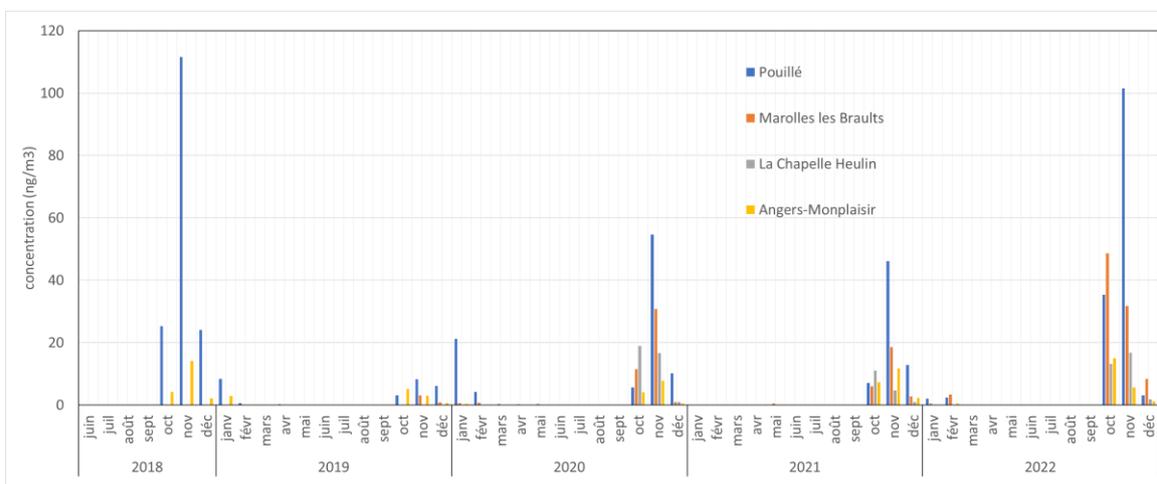
- Le prosulfocarbe, la pendiméthaline, le triallate et le S-métolachlore, les 4 herbicides les plus fréquemment quantifiés dans l'air ;
- Le folpel, le fongicide le plus abondant dans l'air ;
- Le lindane, la molécule la plus fréquemment quantifiée sur l'ensemble des sites de mesure.

Le prosulfocarbe

Le prosulfocarbe est un herbicide racinaire homologué sur grandes cultures (blé dur d'hiver, blé tendre d'hiver, orge d'hiver, seigle d'hiver, pommes de terre, carottes, oignons, certaines plantes à parfum, aromatiques, médicinales et condimentaires). Cette molécule est sensible à la dérive et à la volatilisation après pulvérisation (cf. annexe 2). Elle peut alors être transférée sur des cultures dites non cibles, situées aux alentours du champ traité. De ce fait, l'Anses a durci ses règles d'utilisation.

En effet, depuis octobre 2018, afin de limiter la contamination des cultures non cibles pour les applications d'automne, les règles suivantes s'appliquent. Si des cultures non cibles sont situées à moins de 500 m de la parcelle traitée, il est interdit d'appliquer le produit avant la récolte de ces cultures. Si les cultures non ciblées sont situées à plus de 500 m et à moins de 1 km de la parcelle traitée, il ne faut pas appliquer le produit avant la récolte de la culture ou, en cas d'impossibilité, appliquer le produit uniquement le matin avant 9 h ou le soir après 18 h, en conditions de température faible et d'hygrométrie élevée.

Le graphique suivant montre l'évolution temporelle des concentrations mensuelles en prosulfocarbe sur l'ensemble des sites.

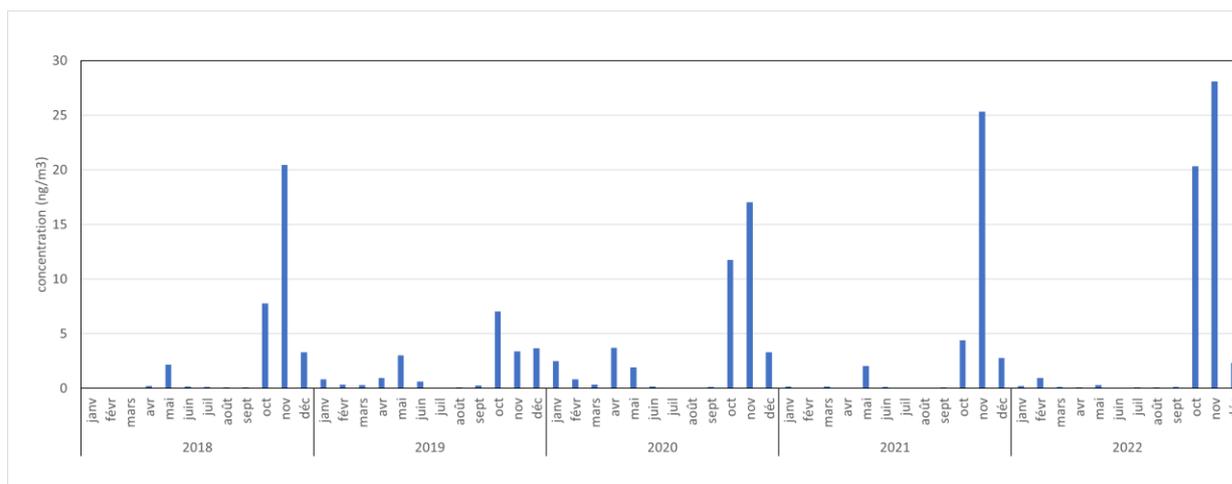


Évolution mensuelle des concentrations en prosulfocarbe

Le prosulfocarbe est présent exclusivement en fin d'année et début d'année et particulièrement à l'automne (mi-octobre à décembre) en lien avec le désherbage des céréales d'hiver. Les niveaux à l'automne 2019 sont particulièrement faibles par comparaison aux automnes 2018, 2020, 2021 et 2022.

En 2019, les applications de prosulfocarbe à l'automne ont été fortement réduites voire non réalisées, en raison de conditions météorologiques très défavorables à son application : pluies abondantes en novembre 2019. Ces observations ont également été observées en Nouvelle-Aquitaine⁸ et plus largement en France. En effet, grâce à la base nationale PHYTATMO qui intègre l'ensemble des mesures de pesticides réalisées par les AASQA, les résultats obtenus en Pays de la Loire peuvent être mis en perspective avec ceux enregistrés dans d'autres régions.

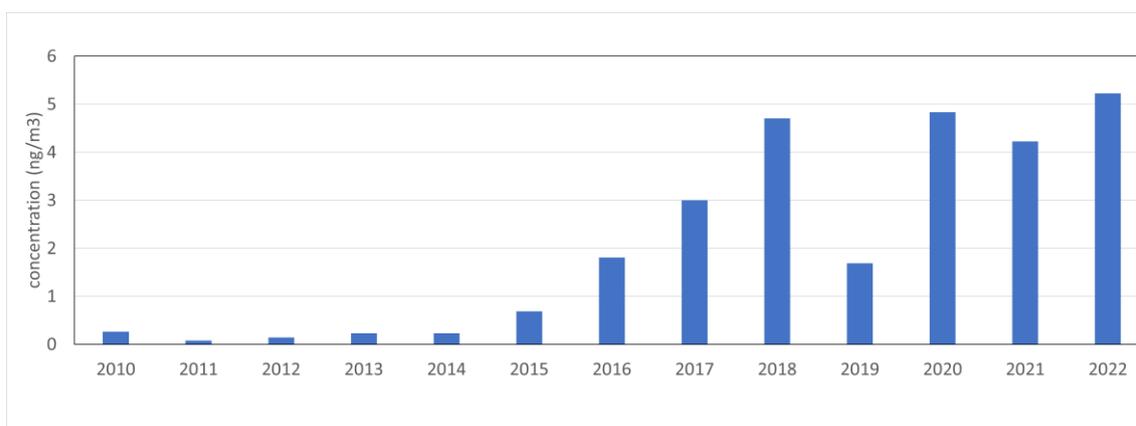
Le graphique suivant montre l'évolution temporelle des concentrations en prosulfocarbe enregistrées sur l'ensemble des sites de typologie grandes cultures en France de 2018 à 2022.



Évolution mensuelle des concentrations en prosulfocarbe sur l'ensemble des sites de typologie grandes cultures en France (source PhytAtmo)

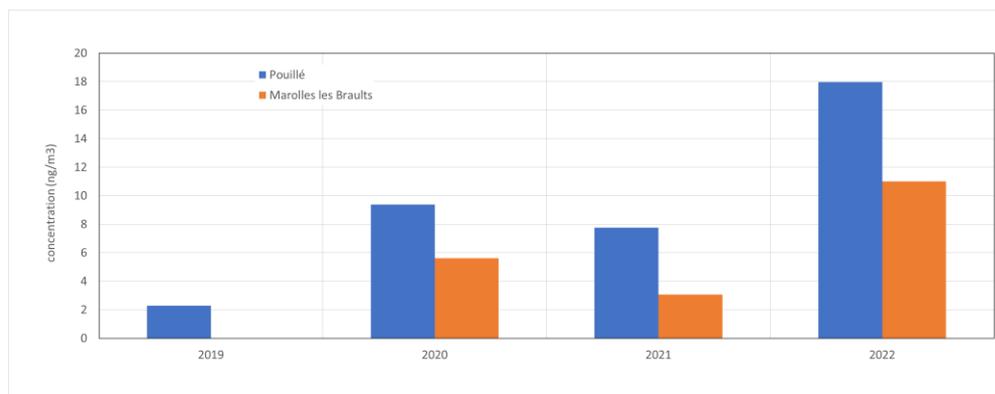
Nous retrouvons la même évolution temporelle des concentrations mensuelles en prosulfocarbe et notamment la baisse des concentrations durant l'automne 2019 par comparaison aux automnes des autres années. Ceci suggère des conditions météorologiques généralisées sur la France durant l'automne 2019 qui n'ont pas permis l'application de prosulfocarbe. La présence de prosulfocarbe en janvier 2020 sur les sites de grandes cultures en concentrations plus élevées que les autres mois de janvier suggère un décalage dans les traitements.

En termes d'évolution interannuelle, une augmentation des concentrations moyennes enregistrées sur les sites de grandes cultures (cf. graphique suivant) est observée depuis 2015. La baisse enregistrée en 2019 est liée à sa faible utilisation durant l'automne 2019 en lien avec les conditions météorologiques.



Évolution des concentrations annuelles en prosulfocarbe en France sur les sites de grandes cultures (source PhytAtmo)

L'évolution enregistrée sur les sites de Pouillé et Marolles-les-Braults (cf. graphique suivant) est cohérente avec celle observée au niveau national.

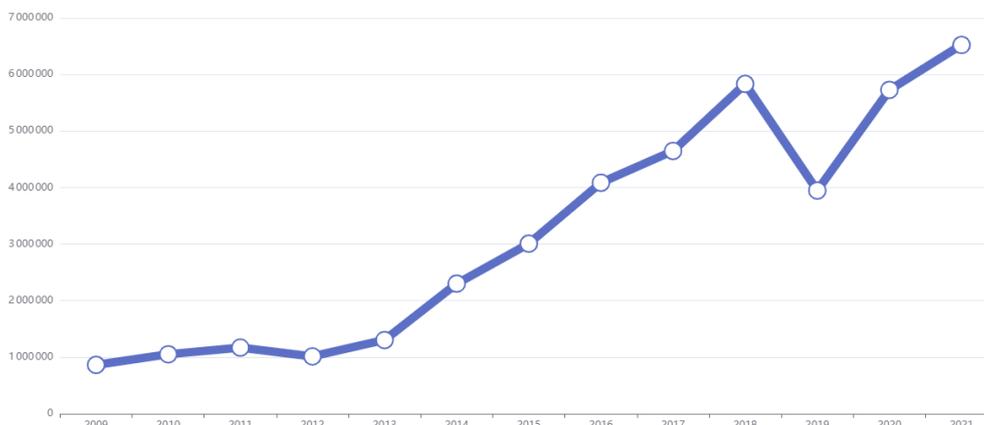


Évolution des concentrations annuelles en prosulfocarbe à Pouillé et Marolles-les-Braults

La hausse des concentrations en prosulfocarbe depuis une dizaine d'années est liée à son utilisation de plus en plus importante sur le territoire français (cf. graphique suivant).

NB : La variation dans les quantités vendues pour 2018 et 2019 est liée à une anticipation des achats en 2018 du fait d'une augmentation de la redevance pollutions diffuses au 1^{er} janvier 2019. Dans les faits, l'utilisation 2018 était inférieure aux ventes (DRAAF communication personnelle).

France entière, quantités totales vendues en kg



Quantité de prosulfocarbe vendues (en kg) en France de 2009 à 2021 (source Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires <https://ssm-ecologie.shinyapps.io/BNVD2021/?home>)

La concentration moyenne enregistrée à Pouillé de 2020 à 2022 (11.5 ng/m³) est près de deux fois plus élevée que celle enregistrée à Marolles-les-Braults durant la même période (6.5 ng/m³). L'environnement immédiat du site de Pouillé se caractérise par un pourcentage de grandes cultures (84 %) plus élevé que celui de Marolles-les-Braults (65 %). Par ailleurs selon la BNVD, il a été vendu près de 4 fois plus de prosulfocarbe dans le secteur de Pouillé que dans le secteur de Marolles-les-Braults en 2019 suggérant une utilisation plus importante de cet herbicide dans le secteur de Pouillé. Ces observations peuvent expliquer les niveaux de prosulfocarbe plus élevés à Pouillé. La concentration moyenne à Pouillé est près de deux fois plus élevée que celle observée sur les autres sites ruraux de typologie grandes cultures. A Marolles-les-Braults, le niveau moyen est proche de celui des autres sites français (cf. tableau suivant).

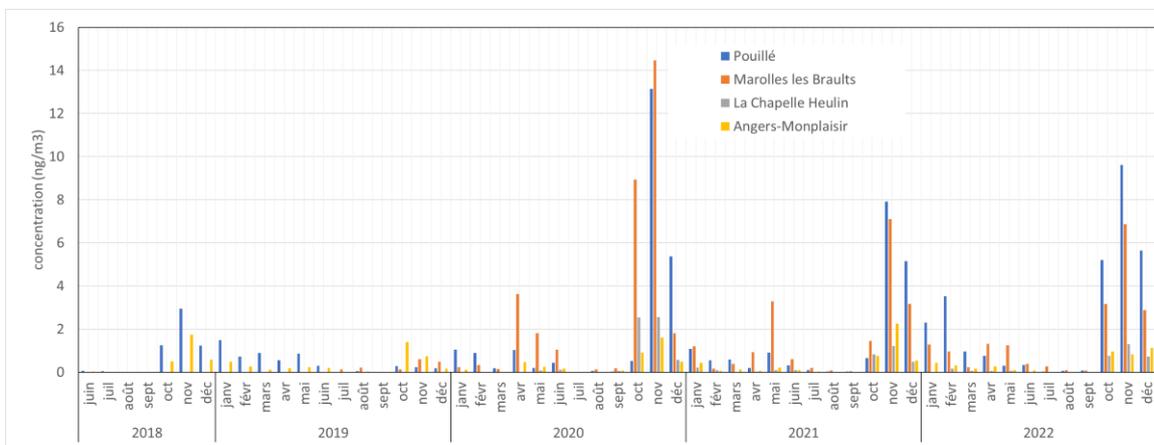
Site	Concentration moyenne
Pouillé	11.5 ng/m ³
Marolles-les-Braults	6.5 ng/m ³
Sites ruraux de grandes cultures -France	6.7 ng/m ³

Concentrations moyennes en prosulfocarbe enregistrées respectivement à Pouillé, Marolles-les-Braults et sur les autres sites ruraux de grandes cultures français durant la même période (2020 à 2022).

La pendiméthaline

La pendiméthaline est un herbicide à assez longue persistance d'action nécessitant une humidité du sol pour une bonne efficacité. Elle est utilisée pour la protection de nombreuses cultures :

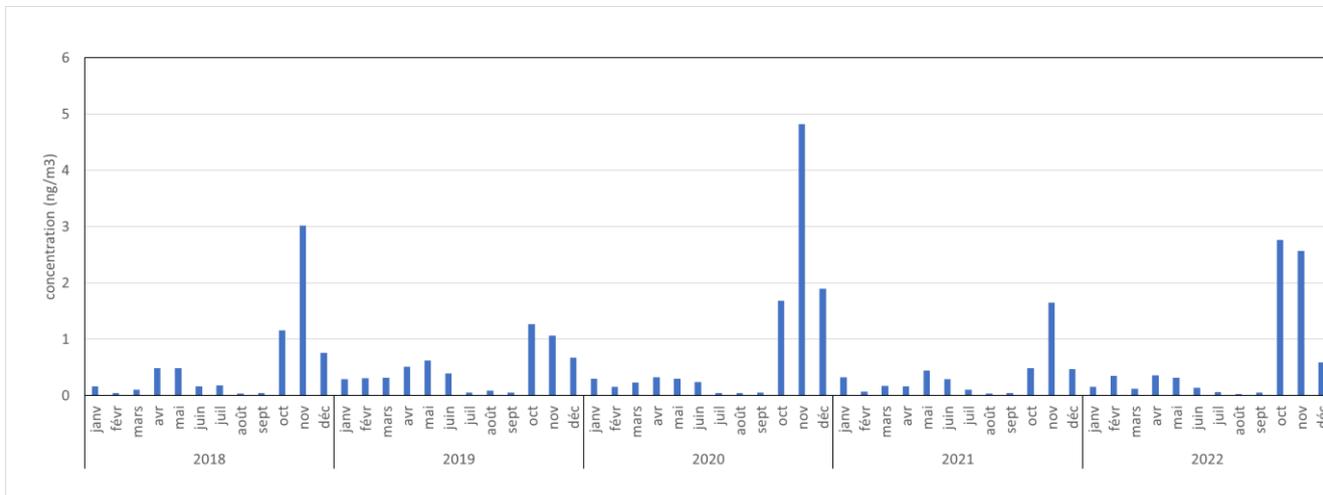
- Grandes cultures : blés dur et tendre d'hiver, orge d'hiver, seigle d'hiver, féverole et orge de printemps, colza, tournesol ;
- Cultures légumières : ail, échalotte, carottes, poireaux, tomate, pois ... ;
- Cultures fruitières : pommiers, poiriers ;
- Cultures ornementales ;
- Viticulture.



Évolution mensuelle des concentrations en pendiméthaline sur l'ensemble des sites de mesure

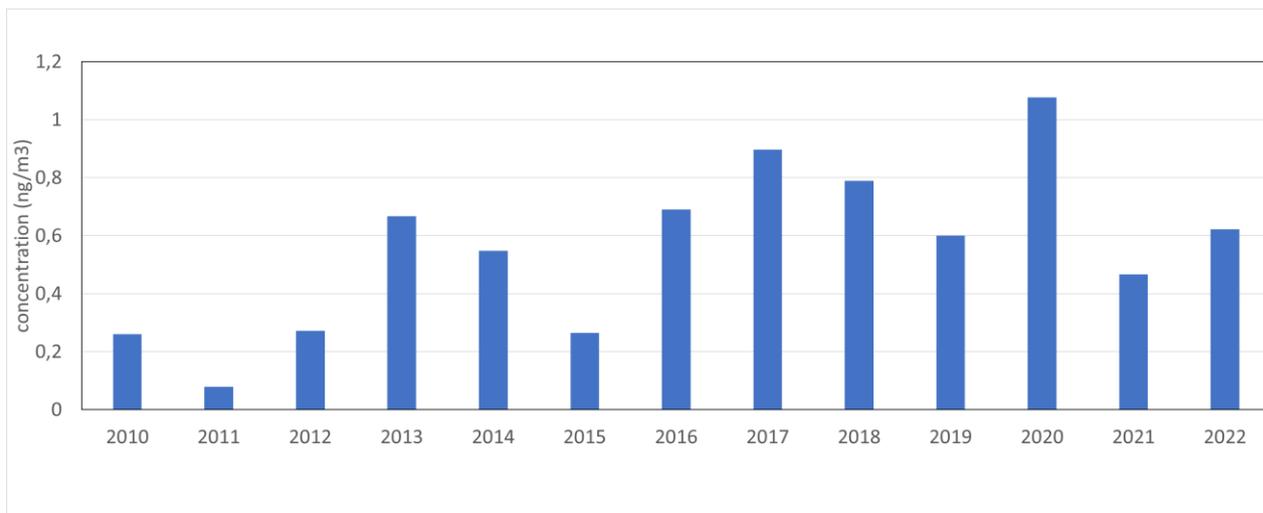
L'évolution temporelle se caractérise par des concentrations plus élevées à l'automne (octobre – décembre) et, contrairement au prosulfocarbe, également au printemps (avril - juin).

Son utilisation sur une plus grande variété de cultures et des cultures de printemps peut expliquer cette différence. Cette évolution au sein de l'année est cohérente avec celle observée en France (cf. graphique suivant).



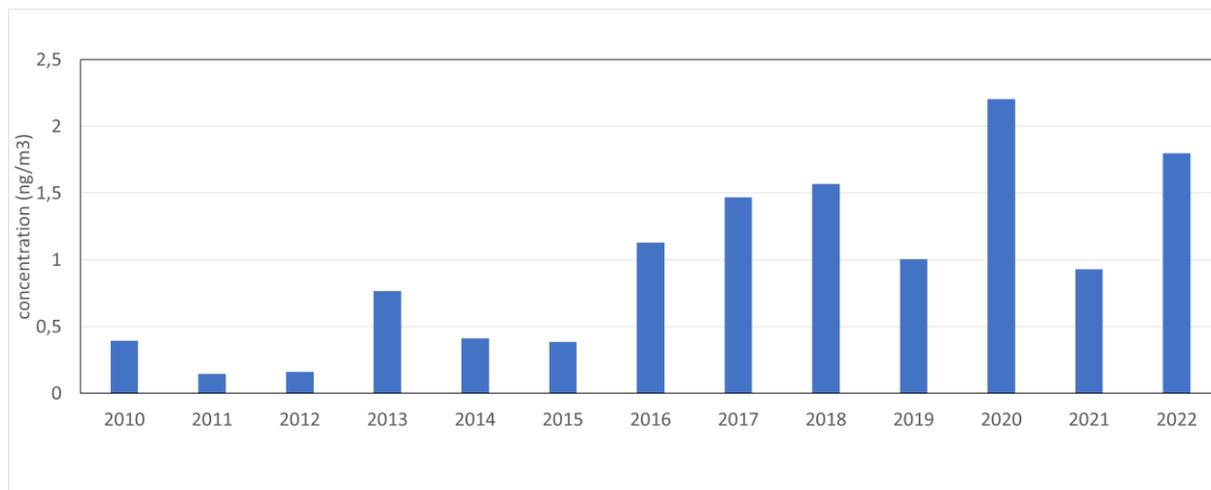
Évolution mensuelle des concentrations en pendiméthaline en France (sites grandes cultures, viticoles, maraîchage, arboricoles) source base PhytAtmo

En termes d'évolution interannuelle, une augmentation des concentrations moyennes enregistrées sur l'ensemble des sites de mesure en France (cf. graphique suivant) est observée depuis 2010.



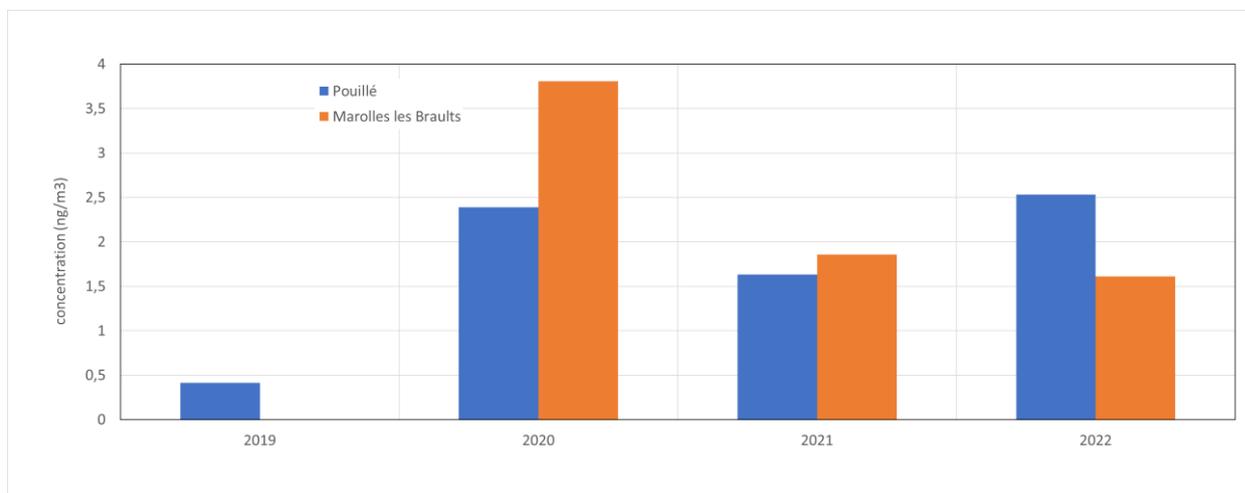
Évolution des concentrations annuelles en pendiméthaline en France (sites grandes cultures, viticoles, maraîchage, arboricoles) source base PhytAtmo

Cette augmentation est plus nette si l'on considère uniquement les sites de typologie grandes cultures (cf. graphique suivant).



Évolution des concentrations annuelles en pendiméthaline en France (sites grandes cultures) source base PhytAtmo

L'évolution constatée sur les sites de Pouillé (2019 à 2022) et de Marolles-les-Braults (2020-2022) est en accord avec celle observée sur les autres sites de grandes cultures de France avec notamment des niveaux plus élevés en 2020.

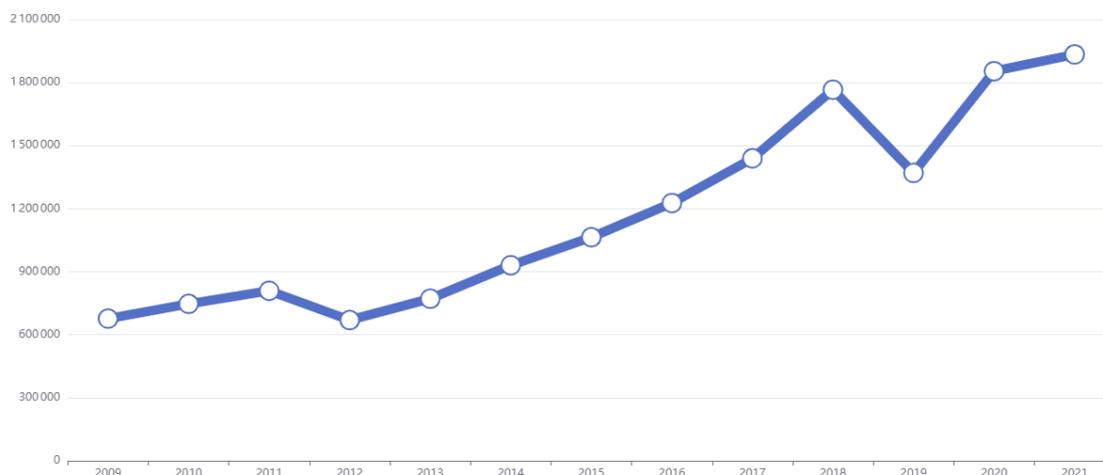


Évolution des concentrations annuelles en pendiméthaline sur les sites de Pouillé et de Marolles-les-Braults

Cette évolution des concentrations en pendiméthaline est à rapprocher de son utilisation de plus en plus importante depuis 10 ans (cf. graphique suivant).

NB : la variation dans les quantités vendues pour 2018 et 2019 est liée à une anticipation des achats en 2018 du fait d'une augmentation de la redevance pollutions diffuses au 1^{er} janvier 2019. Dans les faits, l'utilisation 2018 était inférieure aux ventes (DRAAF communication personnelle).

France entière, quantités totales vendues en kg



Quantités de pendiméthaline vendues (en kg) en France de 2009 à 2021 (source Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires <https://ssm-ecologie.shinyapps.io/BNVD2021/?home>)

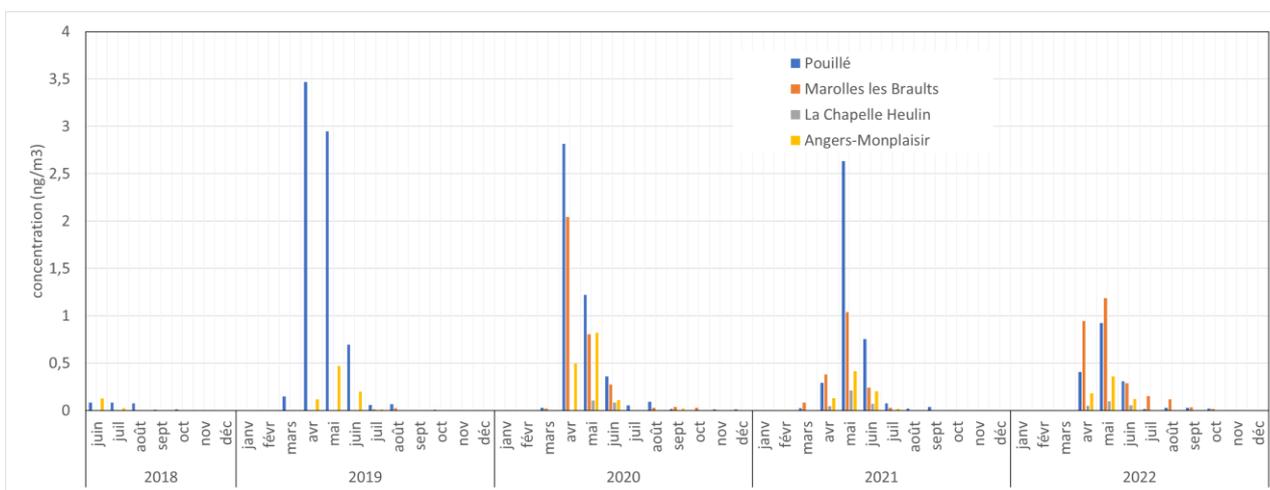
Les concentrations moyennes enregistrées sur les sites de Pouillé et de Marolles-les-Braults sont proches et 1.5 plus élevées que celles enregistrées sur les autres sites ruraux de grandes cultures (cf. tableau suivant).

Site	Concentration moyenne
Pouillé	2.2 ng/m ³
Marolles-les-Braults	2.5 ng/m ³
Sites ruraux de grandes cultures - France	1.5 ng/m ³

Concentrations moyennes en pendiméthaline enregistrées respectivement à Pouillé, Marolles-les-Braults et sur les autres sites ruraux de grandes cultures français durant la même période (2020 à 2022)

Le S-métolachlore

Le S-métolachlore est un herbicide utilisé sur de nombreuses types de cultures, grandes cultures (maïs betterave, millet, soja, tournesol) ; cultures légumières (haricots, pois), cultures porte graine (courgette, potiron, coloquinte). Il peut être utilisé du pré-semis à la post-levée précoce.

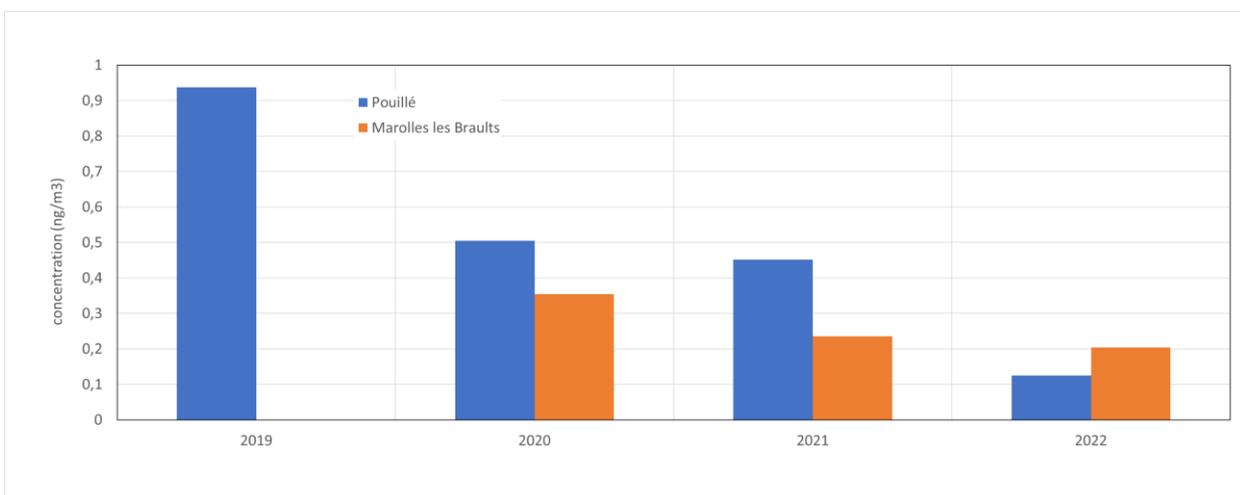


Évolution mensuelle des concentrations en S-métolachlore sur l'ensemble des sites de mesure

Le S-métolachlore se retrouve dans l'air durant le printemps (avril à juin) en lien avec les traitements des cultures de printemps. Il est particulièrement présent sur les sites de Pouillé, Marolles-les-Braults puis dans une moindre mesure sur le site d'Angers. Il est très peu présent sur le site de La Chapelle-Heulin.

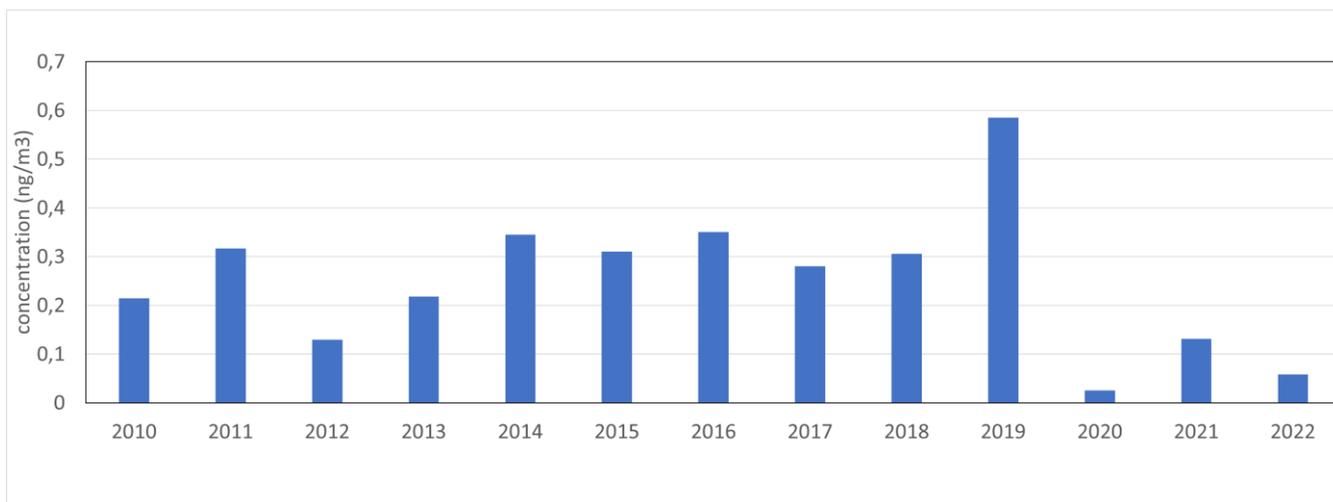
Les quantités vendues et par extrapolation utilisées est un des paramètres expliquant cette hiérarchisation. Dans le secteur de Pouillé il est vendu selon la Base Nationale des Ventes Distributeurs (BNVD) plus de 6,6 tonnes en 2019, 4 tonnes dans le secteur de Marolles-les-Braults, 3,8 tonnes dans le secteur d'Angers. Dans le secteur de la Chapelle-Heulin, il est vendu moins de 700 kg de S-métolachlore.

L'évolution constatée sur les sites de Pouillé (2019 à 2022) et de Marolles-les-Braults (2020-2022) montre une baisse continue des moyennes en S-métolachlore sur les 4 dernières années (cf. graphique suivant).



Évolution annuelle des concentrations en S-métolachlore sur les sites de Pouillé et de Marolles-les-Braults

Une tendance similaire à la baisse des concentrations en S-métolachlore est également visible depuis 2019 sur les autres sites de grandes cultures de France (cf. graphique suivant).



Évolution des concentrations annuelles en S-métolachlore sur les sites de grandes cultures en France (source base PhytAtmo)

Les concentrations atmosphériques en S-métolachlore sont restées relativement stables entre 2010 et 2018. Une hausse de la teneur moyenne est enregistrée en 2019 suivie d'une baisse à partir de cette année.

L'évolution des quantités vendues de S-métolachlore en France (cf. graphique suivant) est relativement stable depuis 2009 par comparaison à celles des ventes de prosulfocarbe et pendiméthaline. Une augmentation des ventes se produit à partir de 2013 avec un pic de vente en 2018 suivie d'une baisse en 2019.

France entière, quantités totales vendues en kg



Quantités de S-métolachlore vendues (en kg) en France de 2009 à 2021 (source Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires <https://ssm-ecologie.shinyapps.io/BNVD2021/?home>)

Il existe donc un décalage d'une année entre le pic de vente qui se produit en 2018 et la hausse des concentrations dans l'air qui est enregistrée une année plus tard en 2019. La constitution de stock par les utilisateurs en 2018 peut être avancée pour expliquer ce décalage d'un an entre quantité vendue et présence dans l'air.

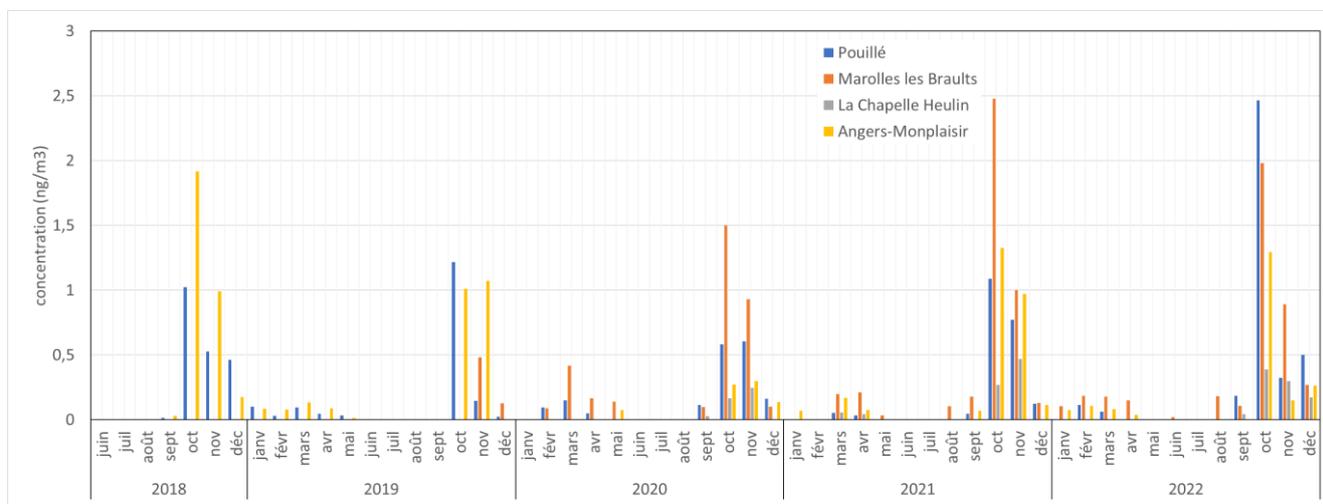
Les concentrations moyennes enregistrées sur les sites de Pouillé et de Marolles-les-Braults sont respectivement 3.7 et 2.7 plus élevées que celles enregistrées sur les autres sites ruraux de grandes cultures (cf. tableau suivant). La concentration moyenne à Pouillé est près de 40 % plus élevée que celle enregistrée à Marolles-les-Braults.

Site	Concentration moyenne
Pouillé	0.37 ng/m ³
Marolles-les-Braults	0.27 ng/m ³
Sites ruraux de grandes cultures - France	0.10 ng/m ³

Concentrations moyennes en S-métolachlore enregistrées respectivement à Pouillé, Marolles-les-Braults et sur les autres sites ruraux de grandes cultures français durant la même période (2020 à 2022)

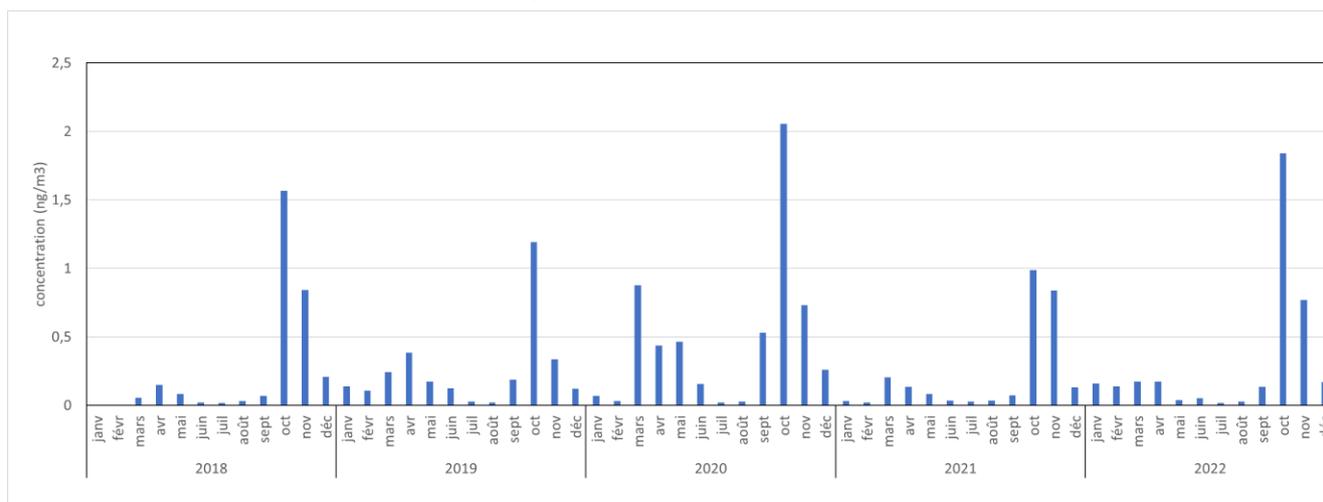
Le triallate

Le triallate est un herbicide de pré sèmi. Il détruit les graminées adventices au moment de leur germination (folle avoine, ray-grass, vulpin). Il est utilisé sur les grandes cultures (betterave fourragère, betterave industrielle, colza, lin, luzerne, orge pois protéagineux, tournesol) et également en cultures légumières (épinards, pois de conserve). Il se retrouve principalement dans l'air à l'automne et au printemps (cf. graphique suivant) en lien avec la préparation des cultures d'hiver et de printemps.



Évolution mensuelle des concentrations en triallate sur l'ensemble des sites de mesure

Cette évolution au sein de l'année enregistrée sur l'ensemble des sites des Pays de la Loire est synchronisée avec celle observée sur les autres sites de France (cf. graphique suivant).



Évolution mensuelle des concentrations triallate en France (sites grandes cultures, maraîchage) source base PhytAtmo

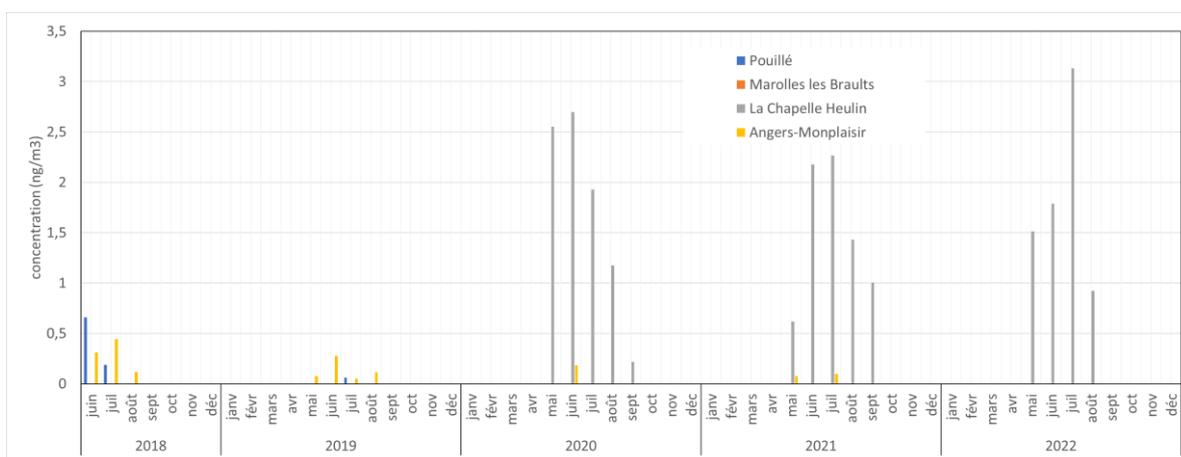
Compte tenu de son utilisation (grandes cultures particulièrement), cet herbicide présente des concentrations moyennes plus élevées sur les sites de grandes cultures par comparaison aux sites viticoles (cf. tableau suivant). La comparaison des mesures effectuées en Pays de la Loire par rapport aux autres régions montre des niveaux à Pouillé et Marolles-les-Braults plus élevés par rapport aux autres sites de grandes cultures. Le niveau moyen à la Chapelle, inférieur à 0.10 ng/m³, est proche de celui observé sur les autres sites viticoles.

Site	Concentration moyenne
Pouillé	0.32 ng/m ³
Marolles-les-Braults	0.47 ng/m ³
Angers	0.24 ng/m ³
La Chapelle-Heulin	0.07 ng/m ³
Sites ruraux de grandes cultures - France	0.28 ng/m ³
Sites ruraux viticoles - France	0.12 ng/m ³

Concentrations moyennes en triallate de 2021 à 2022 enregistrées respectivement en Pays de la Loire et sur les autres sites ruraux de grandes cultures français et viticoles durant la même période

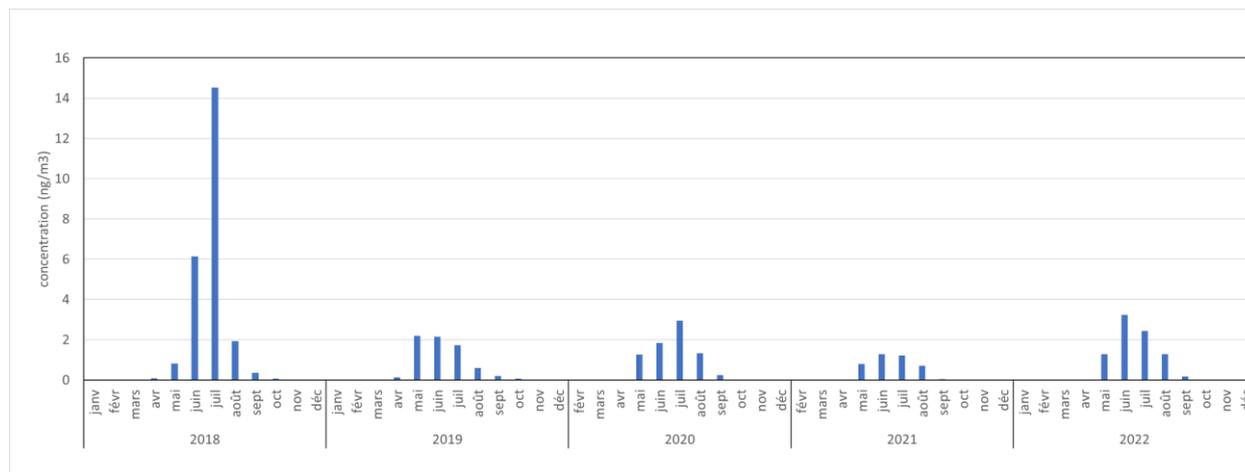
Le folpel

Le folpel est un fongicide actif sur un grand nombre de champignons parasites. Il est utilisé essentiellement en vignes contre le mildiou, l'excorticose et le rougeot parasitaire. Il a également une action intéressante contre la pourriture grise, l'Oïdium et le Black Rot.



Évolution mensuelle des concentrations en folpel sur l'ensemble des sites de mesure

Le folpel se retrouve dans l'air uniquement durant le printemps et l'été (mai à septembre) particulièrement sur le site viticole de la Chapelle-Heulin. Sur les sites de grandes cultures de Pouillé et Marolles-les-Braults, il n'est quasiment pas quantifié dans l'air. Cette évolution temporelle se retrouve sur l'ensemble des sites viticoles (cf. graphique suivant).



Évolution mensuelle des concentrations en folpel sur les sites ruraux viticoles en France (source base PhytAtmo)

La présence de niveaux plus élevés en juin et juillet 2018 sur les sites viticoles des autres régions a été également constatée sur le site de Saint-Julien de Concelles en lien avec une forte pression du mildiou à cette période due à des conditions météorologiques particulièrement pluvieuses propices à la prolifération de ce champignon⁹. Hormis en 2018, les niveaux de folpel enregistrée durant le printemps et l'été sont stables les années suivantes à la Chapelle-Heulin et sur les autres sites viticoles.

La concentration moyenne sur les années 2021 et 2022 à la Chapelle-Heulin est proche de celle calculée sur les autres sites viticoles durant ces deux mêmes années (cf. tableau suivant).

Site	Concentration moyenne
La Chapelle Heulin	0.87ng/m ³
Sites ruraux viticoles - France	0.84 ng/m ³

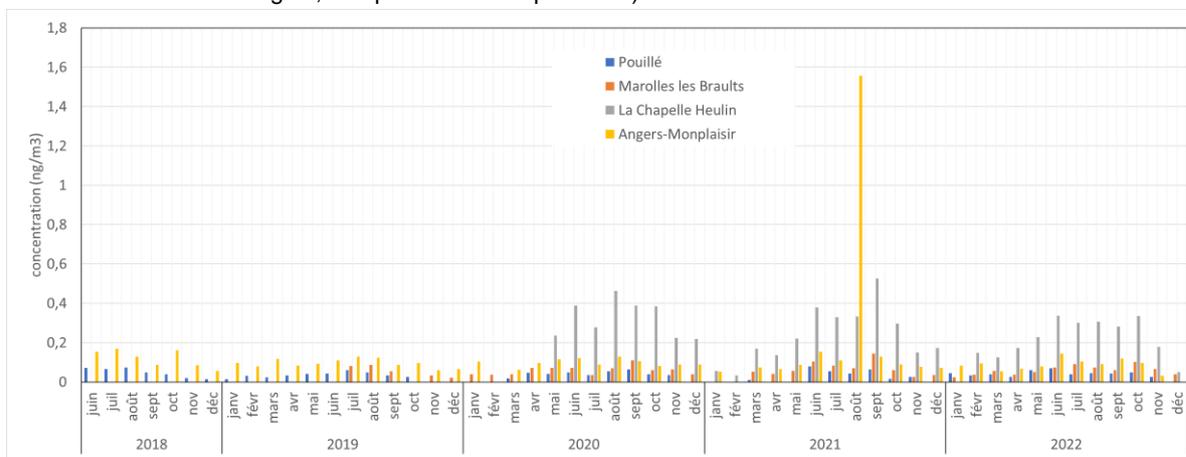
Concentrations moyennes en folpel enregistrées respectivement à la Chapelle-Heulin et sur les autres sites ruraux viticoles durant la même période (2021 à 2022)

9 <https://www.airpl.org/rapport/surveillance-des-pesticides-dans-l-air-ambiant-en-pays-de-la-loire>

Le lindane

Le lindane était un insecticide organochloré commercialisé depuis 1938. Son utilisation en agriculture est interdite en France depuis 1998. Doté d'un très large spectre d'activité insecticide, le lindane avait de nombreuses applications :

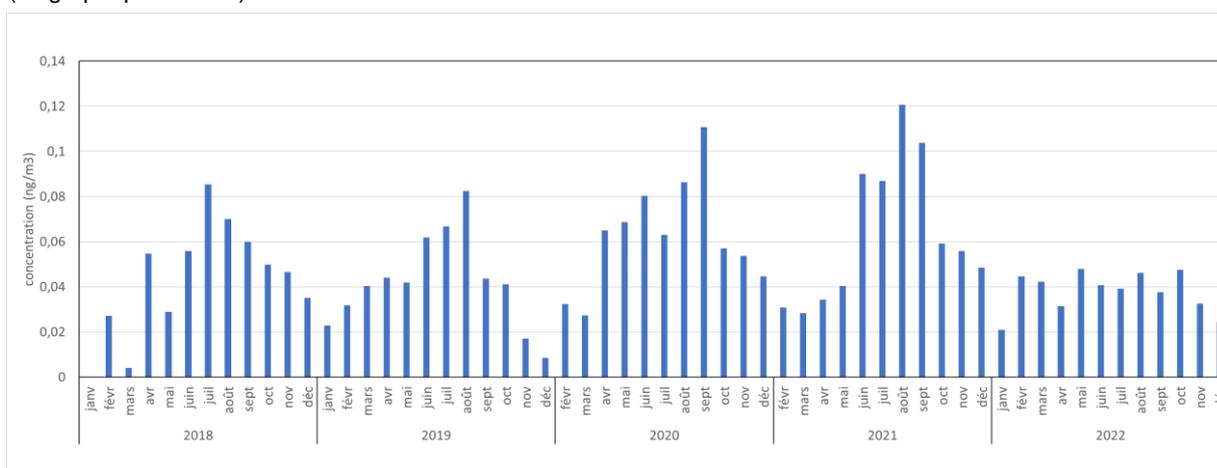
- En agriculture pour le traitement des sols (maïs, betteraves), des semences (céréales, colza...) et des feuilles (arboriculture, horticulture, maraîchage, cultures fourragères...),
- Dans la protection des bois, (grumes, charpentes...),
- En médecine vétérinaire et en santé publique comme traitement antiparasitaire du bétail et des animaux de compagnie (puces, tiques...) et usage domestique (lutte contre les mouches, punaises, tiques, traitement de la gale, des poux et autres parasites).



Évolution mensuelle des concentrations en lindane sur l'ensemble des sites de mesure

Bien que son utilisation soit interdite depuis 1998, le lindane est quantifié tout au long de l'année sur l'ensemble des sites de mesure. Les niveaux plus importants à la Chapelle-Heulin suggèrent une autre source d'émission spécifique sur ce site. Les concentrations élevées lors des 3 premières semaines d'août mesurées à Angers suggèrent une émission parasite ponctuelle à proximité du capteur. La présence de pentachlorophénol dans ces mêmes 3 échantillons suggère des émissions liées à des travaux de charpente car ces 2 produits interdits en agriculture ont été utilisés pour le traitement du bois.

L'évolution temporelle montre une évolution saisonnière avec des niveaux estivaux plus élevés qu'en hiver. Ce phénomène n'est pas spécifique aux Pays de la Loire mais est observé sur l'ensemble des sites de France (cf. graphique suivant)



Évolution mensuelle des concentrations en lindane sur la globalité des sites de mesure en France (source PhyAtmo)

Une explication de la présence de lindane dans l'air serait une re-volatilisation à partir des sols anciennement traités.

Afin de comparer les niveaux de lindane en Pays de la Loire par rapport aux autres sites français, le site d'Angers n'a pas été retenu sachant qu'une pointe parasite a été détectée en août 2021. Les niveaux enregistrés sur les sites de Pouillé et de Marolles-Les-Braults sont cohérents avec ceux enregistrés sur les autres sites de grandes cultures. En revanche le site de la Chapelle-Heulin présente un niveau en lindane plus élevé par comparaison aux autres sites viticoles. Cette différence conforte l'hypothèse d'une source d'émission spécifique sur ce site.

Site	Concentration moyenne
Pouillé -	0,06 ng/m ³
Marolles les Braults	0,03 ng/m ³
Sites grandes cultures France	0,04 ng/m ³
La Chapelle Heulin	0,25 ng/m ³
Sites viticoles en France	0,05 ng/m ³

Concentration moyenne en lindane

Conclusions

La poursuite du suivi régional des pesticides dans l'air dans la région a permis de confirmer les résultats des années précédentes soit :

- Une prédominance des herbicides avec notamment la présence du prosulfocarbe et dans une moindre mesure de pendiméthaline, S-métolachlore et triallate par rapport aux fongicides (folpel particulièrement) et insecticides ;
- Des niveaux plus élevés en octobre novembre par la présence d'herbicides dans l'air en lien avec les traitements préparatoires aux cultures d'hiver et dans une moindre mesure au printemps en lien avec la présence d'herbicides liés aux traitements de cultures printanières et aux fongicides qui se retrouvent essentiellement au printemps (mai-juin).

Parallèlement grâce à cette année supplémentaire de mesure, l'étude de l'évolution interannuelle de la présence des pesticides a permis de mettre en évidence les résultats suivants.

Globalement **une baisse de la fréquence de quantification toutes molécules confondues est constatée**. Cette évolution est très dépendante de la molécule considérée.

- Aucune baisse, pour les herbicides comme la pendiméthaline, le S-métolachlore, le triallate et le propyzamide n'est observée depuis 2019. Le lindane (molécule interdite depuis 1998) voit également sa fréquence de quantification stable depuis 2019 en lien avec une possible re-volatilisation à partir des sols anciennement traités.
- En revanche plusieurs fongicides comme le folpel, le chlorothalonil, le tébuconazole, le cyprodinil ont vu leur fréquence de quantification diminuer depuis 2019. Deux raisons peuvent être avancées pour expliquer cette baisse de la fréquence de quantification : des conditions météorologiques moins propices à l'utilisation de ces molécules et des substances davantage concernées par les retraits d'autorisation du fait de leur toxicité. C'est le cas également pour l'insecticide chlorpyrifos-méthyl.
- A contrario certains herbicides comme le 2.4 D Ester, le diflufenicanil ont vu leur fréquence de quantification augmenter. Ces molécules pourraient être plus fréquemment utilisées en substitution de certaines molécules qui ont vu leur usage réduit.

La **concentration moyenne tous pesticides confondus a augmenté depuis 2019** en lien avec l'augmentation de la concentration annuelle de la molécule majoritaire dans l'air ambiant le prosulfocarbe (herbicide). Une augmentation des concentrations annuelles pour d'autres herbicides (triallate pendiméthaline) est également constatée. Une explication possible est le recul de l'élevage dans la région qui entraîne une diminution des surfaces en prairies, remplacées par la culture de céréales ou du maïs. A contrario, une baisse continue de la concentration annuelle en S-métolachlore est observée entre 2019 et 2022.

Au final, une augmentation de la proportion des herbicides au détriment des fongicides et insecticides dans l'air est enregistrée depuis 4 ans.

La mise en perspective des résultats enregistrés en Pays de la Loire avec ceux d'autres régions a permis de conforter les éléments suivants :

- L'augmentation des concentrations en prosulfocarbe et en pendiméthaline enregistrée depuis 4 ans est généralisée sur les sites de grandes cultures en France et apparaît depuis 2010. Elle est liée à une utilisation croissante en France de ces deux herbicides depuis une dizaine d'années.
- La baisse des concentrations annuelles en S-métolachlore constatée à partir de 2019 sur les sites de Pouillé et de Marolles-les-Braults est également observée sur les autres sites de grandes cultures de France ; les niveaux en S-métolachlore étant restés relativement stables entre 2010 et 2018.

Enfin, la mise en perspective des teneurs moyennes enregistrées sur les sites des Pays de la Loire avec celles enregistrées sur des sites de même typologie en France montre :

- Un niveau moyen en prosulfocarbe à Pouillé près de deux fois plus élevé que celui enregistré sur les autres sites de grandes cultures en France ;
- Des concentrations moyennes en pendiméthaline enregistrées sur les sites de Pouillé et de Marolles-les-Braults proches et 1.5 plus élevées que celles enregistrées sur les autres sites ruraux de grandes cultures ;
- Des moyennes en S-métolachlore enregistrées sur les sites de Pouillé et de Marolles-les-Braults respectivement 3.7 et 2.7 plus élevées que celles enregistrées sur les autres sites ruraux de grandes cultures ;
- Un niveau moyen en folpel sur le site viticole de la Chapelle-Heulin proche de celui enregistré sur les autres sites viticoles.

Perspectives

Le suivi continu mis en œuvre depuis 2018 a permis de mettre en évidence notamment des évolutions sur les concentrations annuelles en lien avec les pratiques de traitement et les conditions météorologiques. En 2024, Air Pays de la Loire recommande de relancer le suivi régional sur plusieurs sites qui permet d'une part de fournir des informations sur l'exposition des populations - particulièrement en zones rurales sur des sites qui présentent des concentrations en certaines molécules plus élevées que la moyenne - et d'autre part de consolider les conclusions sur l'influence des actions de réduction d'utilisation des pesticides sur les concentrations dans l'air ambiant.

Mesures à Sainte-Pazanne

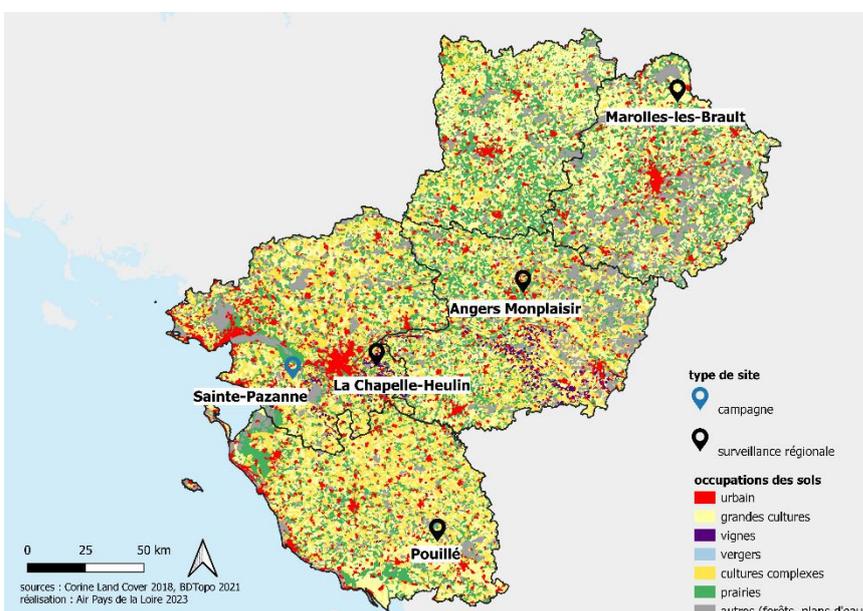
Le dispositif de mesures

76 molécules collectées et analysées

Afin de mettre en perspective les résultats à Sainte-Pazanne avec ceux obtenus sur les sites du dispositif régional, les substances actives analysées correspondent à celles analysées dans le cadre de la surveillance régionale soit 76 substances actives selon les mêmes techniques de collecte et d'analyse conformes aux normes AFNOR.

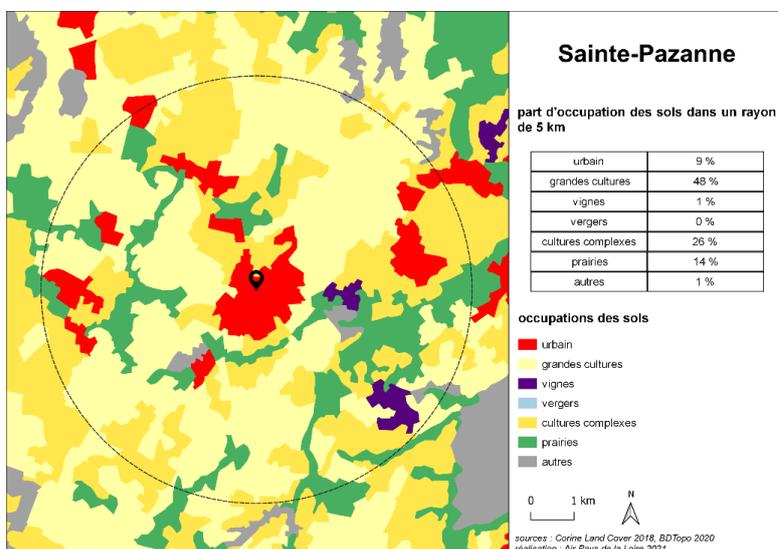
Localisation du site de mesure

L'objectif étant d'appréhender l'exposition de la population à la présence de pesticides dans l'air, le site de mesure devait être localisé en zones habitées à une distance minimale de 200 m de la parcelle traitée la plus proche conformément aux préconisations nationales. Le préleveur a été installé au niveau d'un emplacement (2m x 2m) rue du Vigneau situé à proximité du bâtiment utilisé par l'association « aéroplane » dans le bourg de Sainte-Pazanne (cf. carte suivante).



Localisation du site de mesure des pesticides dans l'air à Sainte-Pazanne

La carte suivante fait un focus sur l'occupation des sols dans l'environnement proche (rayon de 5 km) du site de mesure.



Dans un rayon de 5 km autour du site, l'environnement se caractérise par une prépondérance de grandes cultures qui représente près de la moitié de l'occupation des sols.

Les périodes de mesure

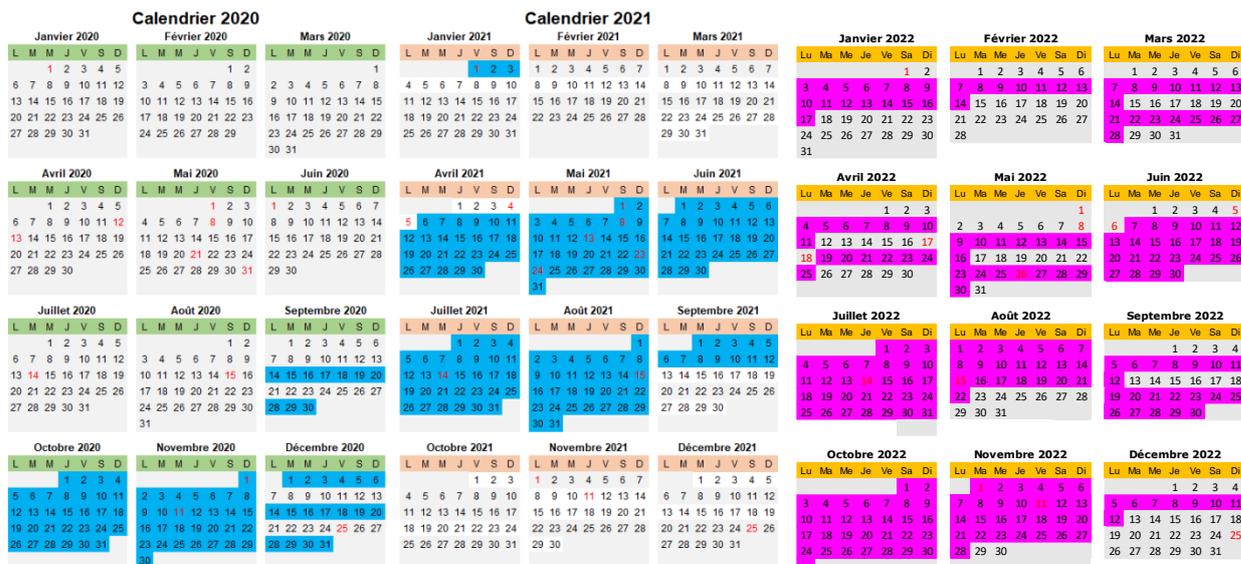
Date de début de mesure

La 1^{re} campagne de mesure a débuté en septembre 2020 pour se terminer début septembre 2021. Cette étude a fait l'objet d'un rapport d'étude disponible sous www.airpl.org¹⁰. Afin de conforter ces premiers résultats, une seconde campagne de mesure a été mise en œuvre de janvier à décembre 2022.

Stratégie temporelle

La stratégie d'échantillonnage temporel a suivi la recommandation de l'Anses de réaliser les prélèvements sur l'ensemble de l'année avec la possibilité de modifier la fréquence de prélèvement en fonction des périodes de l'année et notamment lors des périodes de traitement, périodes propices à la présence de pesticides dans l'air.

Les calendriers suivants présentent les périodes de prélèvement (en bleu pour la première campagne et en violet pour la seconde).

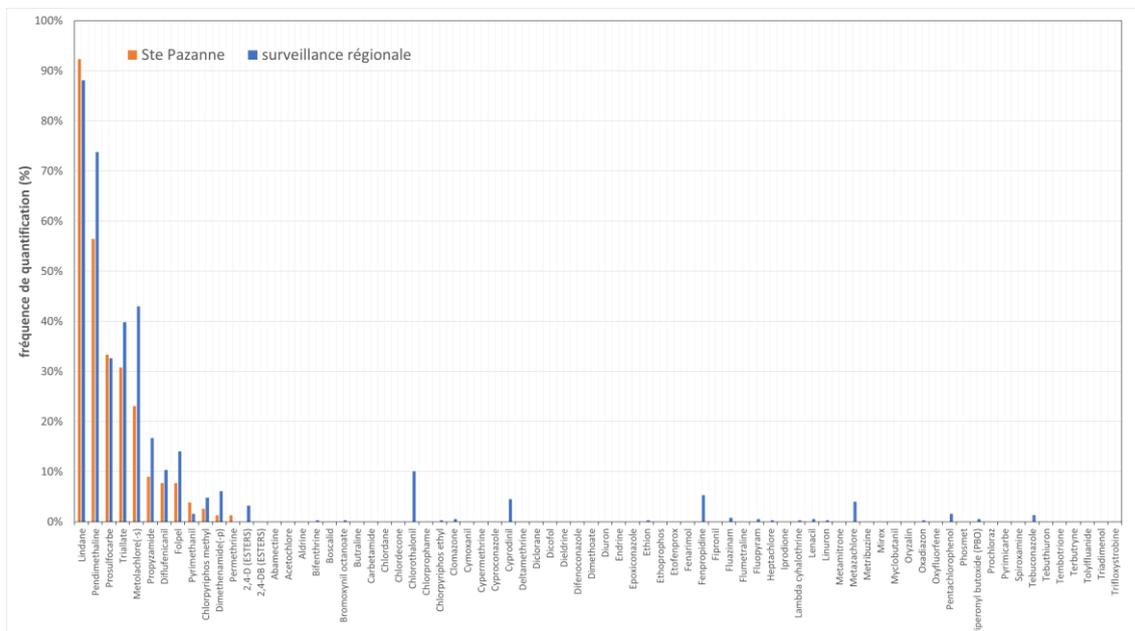


¹⁰ <https://www.airpl.org/rapport/surveillance-des-pesticides-dans-l-air-ambiant-a-sainte-pazanne-resultats-septembre-2020-decembre-2021>

Les résultats

Les molécules quantifiées et les concentrations moyennes rencontrées

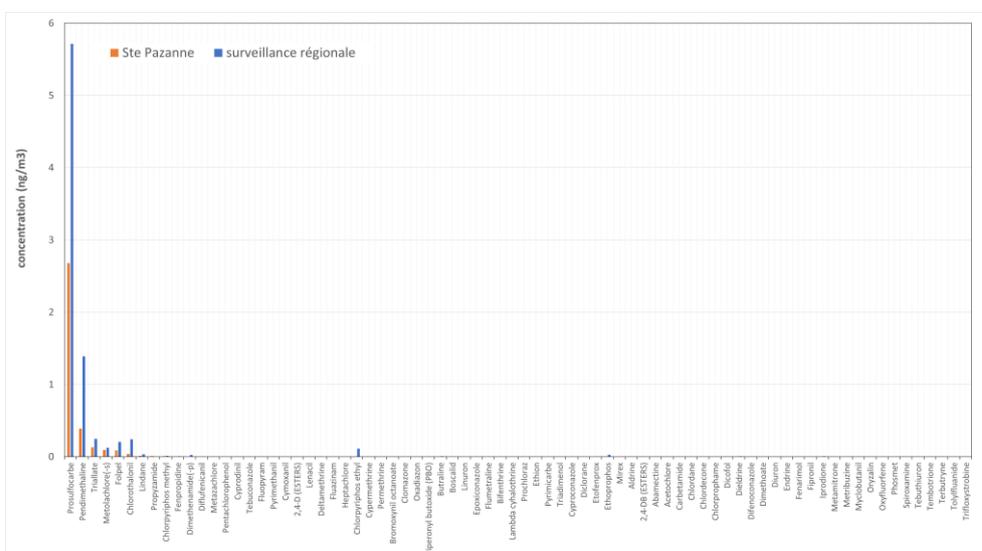
Les deux graphiques suivants présentent la fréquence de quantification et les niveaux moyens enregistrés pour les 76 substances mesurées dans l'air à Sainte-Pazanne. Une comparaison avec les résultats de la surveillance régionale tous sites confondus est également reportée.



Fréquence de quantification des 76 molécules

Sur les 76 substances actives recherchées, 12 ont été quantifiées au moins une fois. À titre de comparaison, durant la même période, 31 molécules ont été détectées sur au moins un site de mesure dédié à la surveillance régionale. Le lindane (ancien insecticide utilisé), la pendiméthaline, le profloucarbe, le S-métolachlore, le triallate (herbicides de grandes cultures), sont les molécules les plus fréquemment quantifiées. Les autres molécules ont été quantifiées dans des proportions plus faibles inférieures à 10 %. D'une façon globale, cette hiérarchisation est conforme à celle enregistrée sur les différents sites de mesure dédiés à la surveillance régionale.

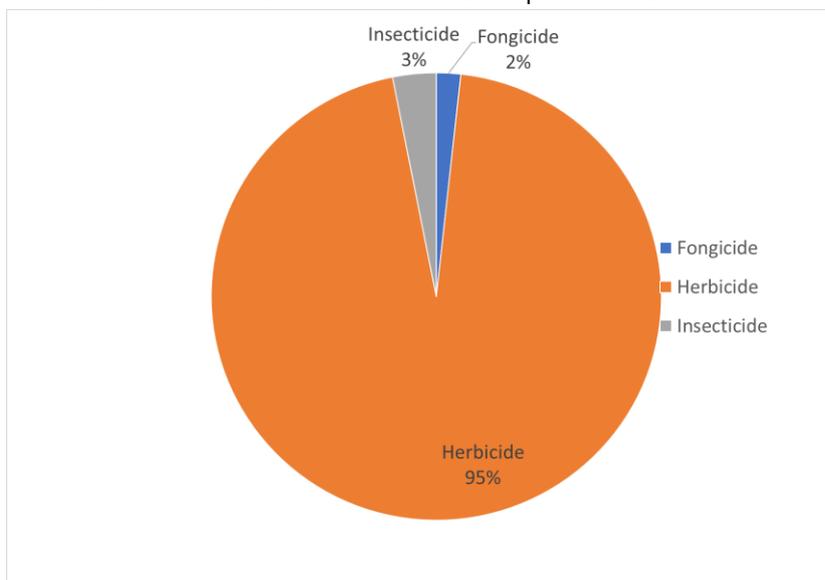
En termes de niveaux de concentrations, la hiérarchisation des substances les plus abondamment retrouvées dans l'air est similaire à celle observée sur les sites dédiés à la surveillance régionale (cf. graphique suivant). Le profloucarbe présente la concentration moyenne la plus élevée (2.6 ng/m³). Bien que plus fréquemment quantifiée, la pendiméthaline présente une concentration moyenne de 0.39 ng/m³. Les autres molécules présentent des concentrations moyennes inférieures à 0,10 ng/m³.



Concentrations moyennes enregistrées à Sainte Pazanne

Contribution des différents types de pesticides à la concentration totale

Le graphique suivant montre la contribution des différents types de pesticides (fongicides, insecticides, herbicides) à la concentration totale et la contribution de chaque molécule à la concentration totale des molécules étudiées.



Contribution du type de pesticides à la concentration totale à Sainte-Pazanne

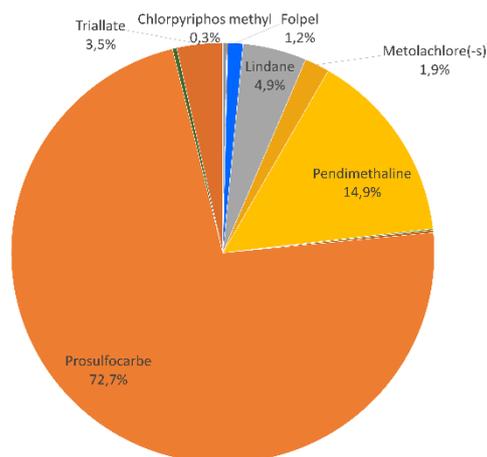
À Sainte-Pazanne, les herbicides dans l'air ambiant représentent 95 % de la concentration en pesticides ; les fongicides et insecticides respectivement moins de 5 % de la contribution totale.

Cette répartition se rapproche de celles observées sur les sites de grandes cultures (Pouillé, Marolles-les-Braults) de la surveillance régionale.

Concernant les molécules prépondérantes (cf. graphique suivant), nous retrouvons essentiellement des herbicides de grandes cultures (prosulfocarbe, pendiméthaline, S-métolachlore, triallate). Rappelons ici que l'environnement proche du site se caractérise par une prépondérance de grandes cultures qui représente près de la moitié de l'occupation des sols dans un rayon de 5 km autour du site.

Le folpel (fongicide anti-mildiou utilisé notamment en vignes) est le fongicide le plus représenté tandis que le lindane est l'insecticide le plus présent. À noter que l'utilisation du lindane n'est plus autorisée depuis 1998.

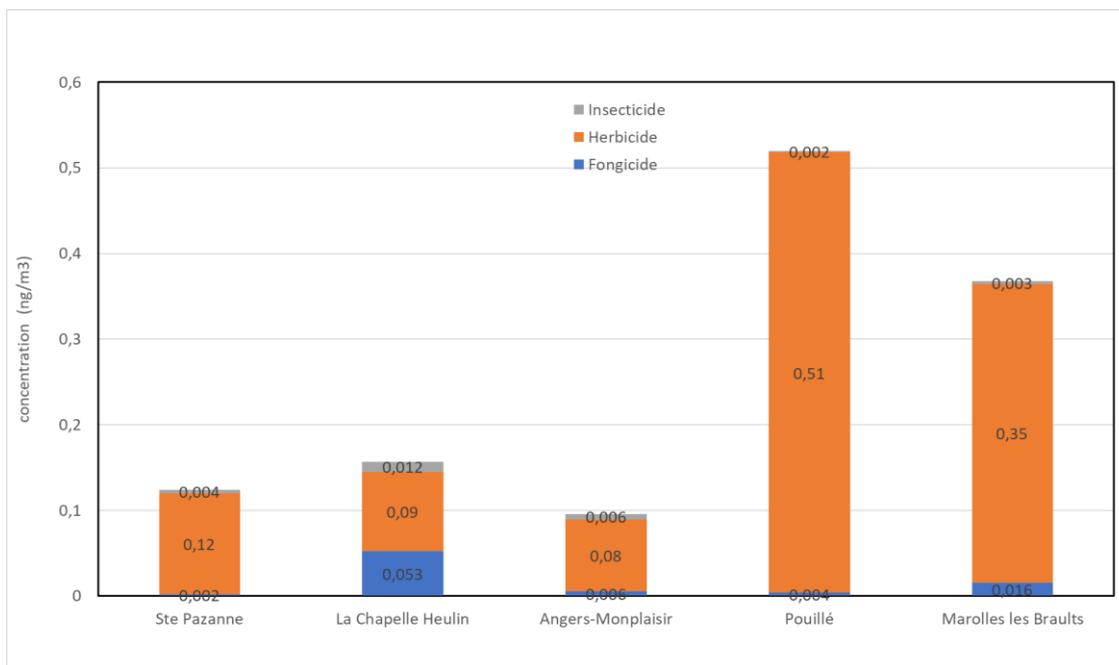
Cette distribution se rapproche de celles enregistrées sur les sites de grandes cultures (Pouillé et Marolles-les-Braults), la présence de folpel étant plus importante sur le site viticole de la Chapelle-Heulin.



Contribution des pesticides à la concentration totale à Sainte-Pazanne (les teintes de couleurs représentées sont en relation avec le type d'action soit teintes d'orange pour les herbicides ; bleues pour les fongicides, grises pour les insecticides)

Comparaison intersites

Le graphique suivant montre les concentrations moyennes par type de pesticides enregistrées sur les différents sites de mesure.

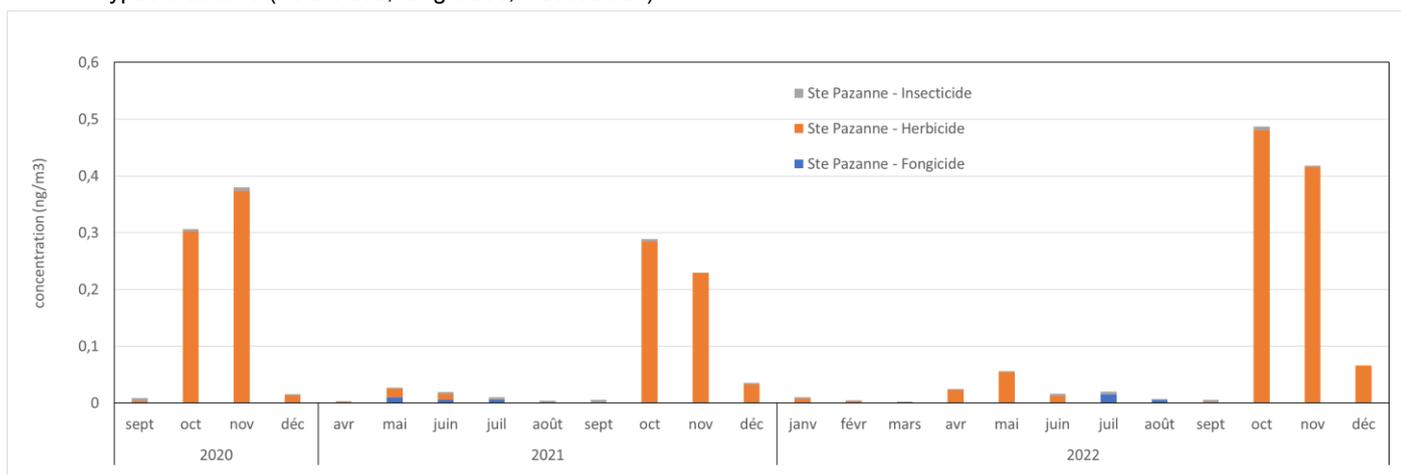


Concentration moyenne par type de pesticides à Sainte-Pazanne comparée à celles enregistrées sur les 4 sites de la surveillance

À Sainte-Pazanne, la concentration moyenne en pesticides se situe entre celles des sites La Chapelle-Heulin et d'Angers. La concentration demeure inférieure d'un facteur 4 à celles enregistrées sur les sites de grandes cultures de Marolles-les-Braults et de Pouillé.

Évolution temporelle des concentrations

Le graphique suivant montre l'évolution mensuelle des concentrations en pesticides en distinguant leurs différents types d'actions (herbicides, fongicides, insecticides).



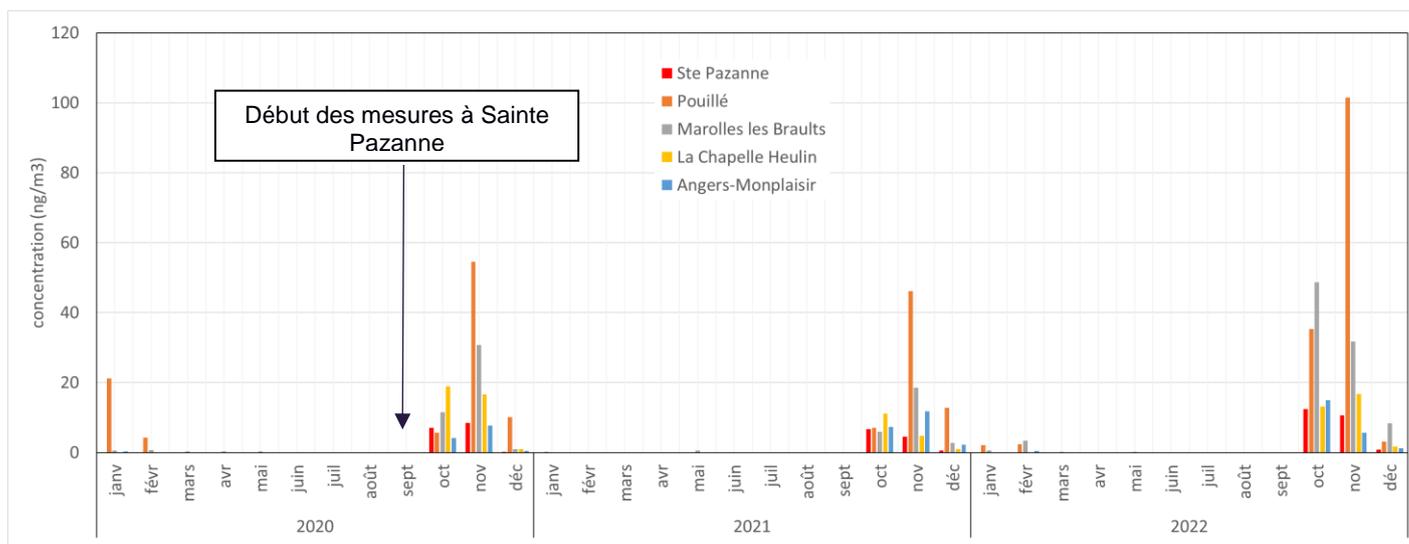
Évolution mensuelle des concentrations en fongicides, herbicides et insecticides à Sainte-Pazanne

L'évolution temporelle se caractérise par des niveaux les plus élevés en herbicides durant l'automne (octobre à novembre) en lien avec les traitements préparatoires aux cultures d'hiver. Dans une moindre mesure, la présence de pesticides dans l'air est également enregistrée au printemps en lien avec des traitements herbicides sur les cultures de printemps et de fongicides durant l'été (notamment par le folpel).

Cette évolution temporelle est conforme à celles enregistrées dans le cadre de la surveillance régionale.

Focus sur certaines molécules

Le prosulfocarbe

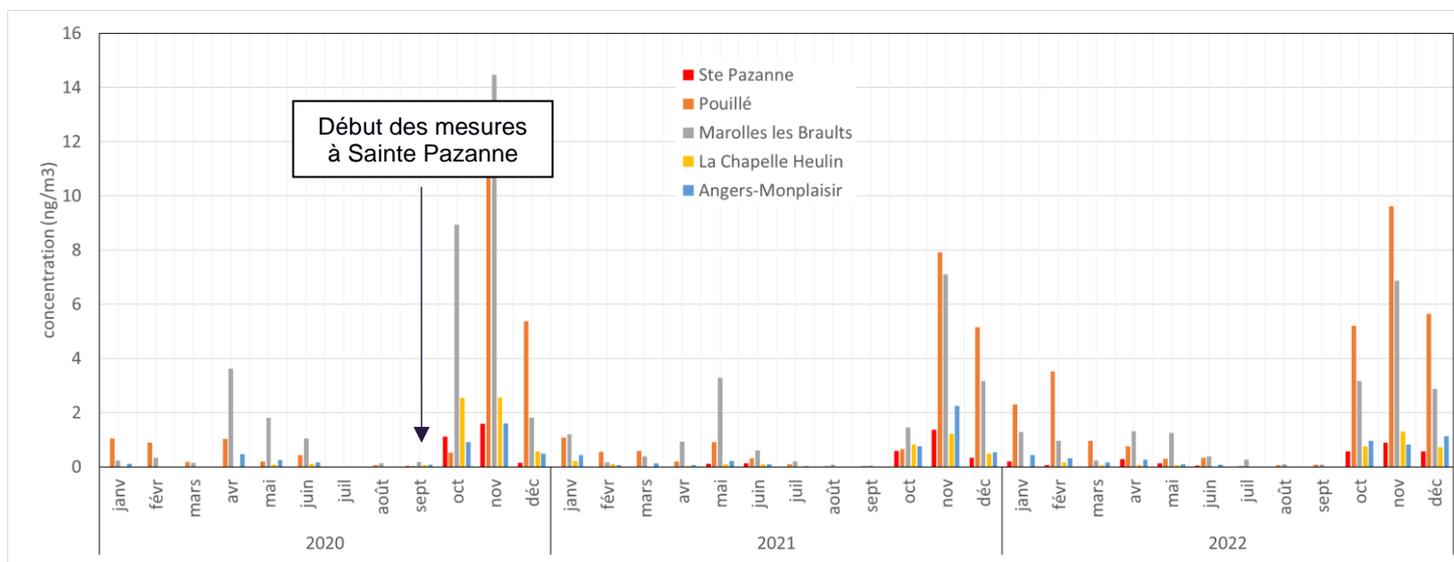


Évolution mensuelle des concentrations en prosulfocarbe sur l'ensemble des sites de mesure

Le prosulfocarbe est présent exclusivement en fin d'année particulièrement à l'automne (octobre-décembre) en lien avec le désherbage des céréales d'hiver. Cette évolution est synchrone avec celles observées sur les sites de surveillance.

La concentration moyenne à Sainte-Pazanne (2.7 ng/m^3) est 2 à 4 fois plus faible que celles enregistrées sur les sites de grandes cultures de Marolles-les-Braults (6.4 ng/m^3) et Pouillé (11.5 ng/m^3). Elle est comparable à celle enregistrée à la Chapelle-Heulin (2.2 ng/m^3) et supérieure à celle d'Angers (1.7 ng/m^3).

La pendiméthaline



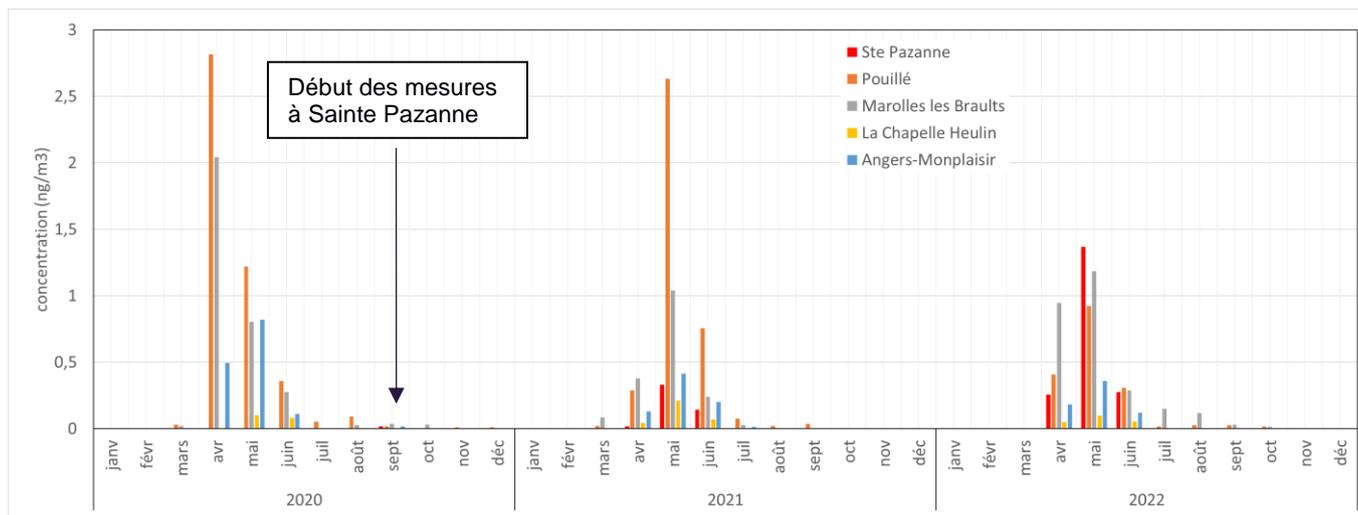
Évolution mensuelle des concentrations en pendiméthaline

L'évolution temporelle se caractérise par des concentrations plus élevées à l'automne (octobre-décembre) et, contrairement au prosulfocarbe, également au printemps (avril-juin). Cette évolution au sein de l'année est conforme à celles observées sur les sites de la surveillance régionale.

Son utilisation sur une plus grande variété de cultures et des cultures de printemps peut expliquer cette différence par rapport au prosulfocarbe.

La concentration moyenne à Sainte-Pazanne (0.39 ng/m^3) est sensiblement équivalente à celle mesurée à la Chapelle-Heulin (0.32 ng/m^3) et supérieure à celle enregistrée à Angers (0.27 ng/m^3). Elle demeure plus de 5 fois plus faible que celles mesurées à Pouillé et Marolles-les-Braults.

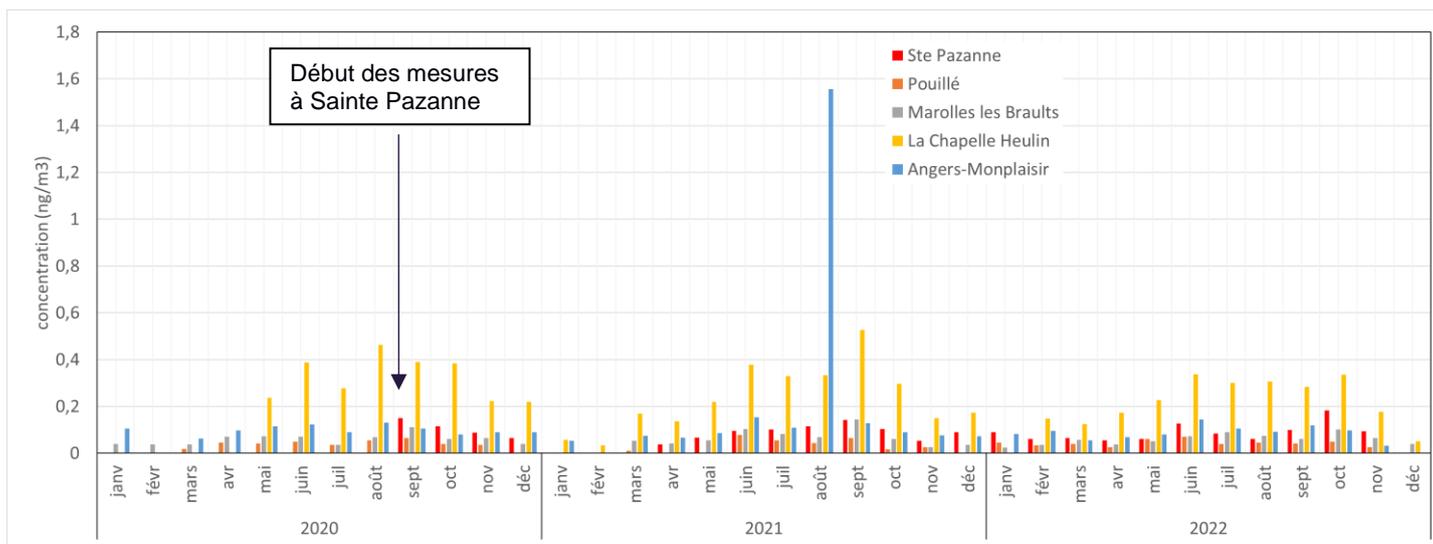
Le S-métolachlore



Évolution mensuelle des concentrations en S-métolachlore

À Sainte-Pazanne comme sur les autres sites, le S-métolachlore se retrouve dans l'air durant le printemps (avril à juin) en lien avec les traitements des cultures de printemps. La concentration moyenne à Sainte-Pazanne (0.10 ng/m^3) est proche de celle enregistrée à Angers (0.08 ng/m^3) et 3 et 2 fois plus faible que celles observées respectivement à Pouillé (0.29 ng/m^3) et à Marolles les Braults (0.22 ng/m^3).

Le lindane



Évolution mensuelle des concentrations en lindane sur l'ensemble des sites de mesure

À Sainte-Pazanne, les niveaux enregistrés (inférieurs à 0.1 ng/m^3) et leur évolution temporelle sont conformes à ceux rencontrés sur les sites d'Angers et de Marolles-les-Braults.

Conclusions

Les mesures complémentaires à la première campagne de mesure (septembre 2020 - août 2021) ont permis de conforter les conclusions suivantes.

Le nombre de molécules quantifiées dans l'air de Sainte-Pazanne (12) est plus faible que celui enregistré sur les sites dédiés à la surveillance régionale (31) durant le même période.

La concentration moyenne tous pesticides confondus est comprise entre celles enregistrées à Angers et à la Chapelle-Heulin et près de 4 fois plus faible que celles enregistrées sur les sites de grandes cultures.

Les herbicides représentent 95 % de la concentration totale en pesticides, une proportion comparable à celles observées sur les sites de grandes cultures de la surveillance régionale.

Enfin l'évolution des concentrations à Sainte-Pazanne est cohérente avec celles constatées sur les autres sites avec des teneurs plus élevées en octobre et novembre et dans une moindre mesure durant le printemps en lien avec les traitements de préparation des cultures d'hiver et de printemps.

Perspectives

À Sainte-Pazanne, compte tenu des résultats obtenus (concentration plus faible que sur les sites ruraux dédiés à la surveillance régionale, cohérence dans les molécules détectées et dans leur évolution au sein de l'année par rapport aux mesures effectuées dans le cadre de la surveillance régionale), Air Pays de la Loire ne recommande pas une pérennisation des mesures.

Annexes

- annexe 1 : Air Pays de la Loire
- annexe 2 : sources et puits des produits phytosanitaires dans l'atmosphère

Annexe 1 – Air Pays de la Loire

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé par le Ministère de l'Environnement pour assurer la **surveillance de la qualité de l'air de la région des Pays de la Loire** 24h/24 et 7j/7.

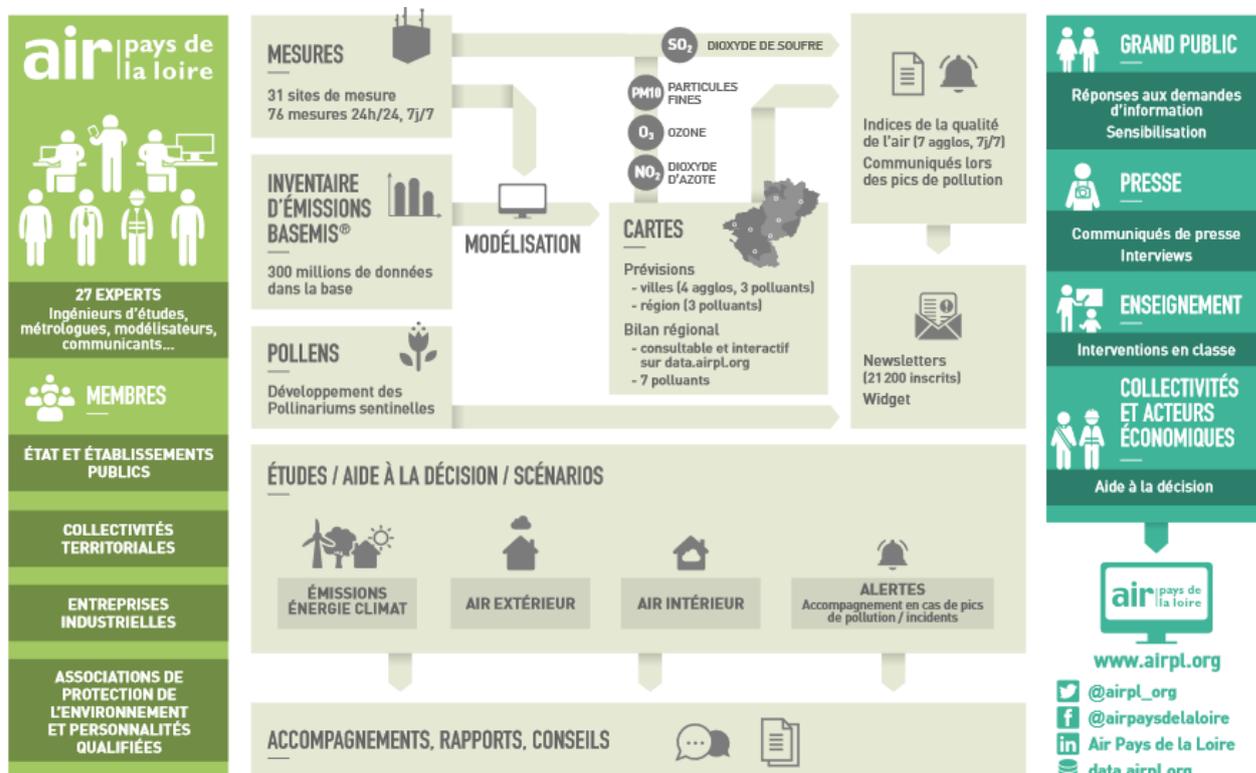
Air Pays de la Loire met quotidiennement à disposition de tous des informations sur la qualité de l'air :

- sur www.airpl.org : mesures en temps réel, prévisions régionales et urbaines, rapports d'études, actualités...
- via des newsletters gratuites : indices de qualité de l'air du jour et du lendemain, alertes pollution et alertes pollens ;
- sur Twitter (@airpl_org) et Facebook (Air Pays de la Loire)

Ses domaines d'expertise portent sur :

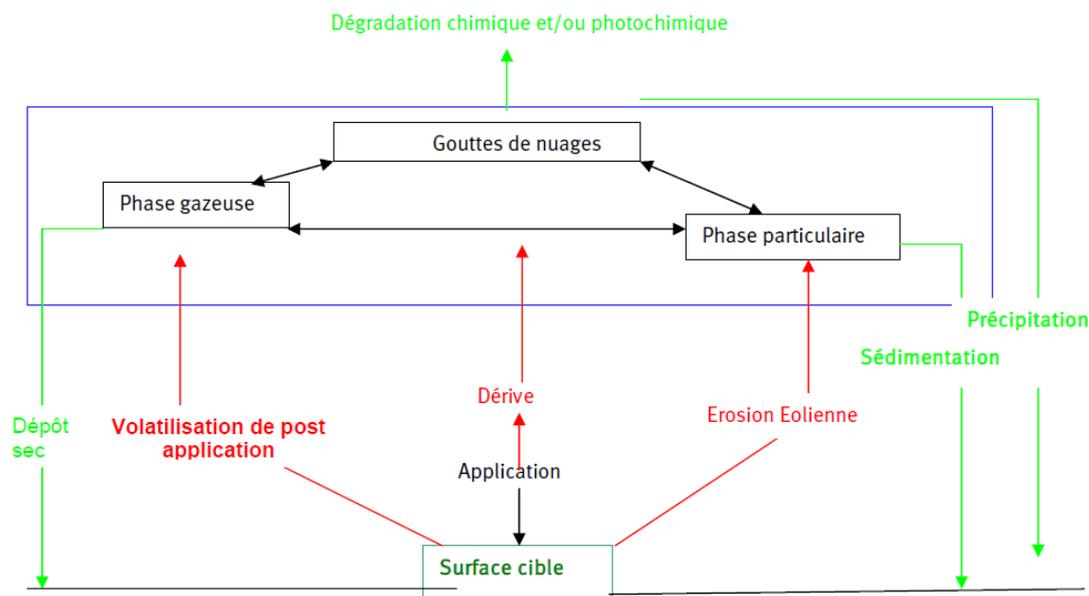
- **qualité de l'air extérieur** : mesures en temps réel, prévisions de qualité de l'air, cartographies, études autour d'industries, dans des zones agricoles...
- **qualité de l'air intérieur** : mesures dans des établissements recevant du public, appui aux collectivités dans les constructions de bâtiments, études spécifiques...
- **émissions, énergie, climat** : inventaire régional des émissions de polluants, gaz à effet de serre et des données énergétiques (BASEMIS®), aide à la décision pour les collectivités (plans climat air énergie territoriaux)...
- **pollens** : diffusion en temps réel des résultats sur la région.

Organisé sous forme pluri-partenaire, Air Pays de la Loire réunit quatre groupes de partenaires : l'Etat, des collectivités territoriales, des industriels et des associations de protection de l'environnement et de défense des consommateurs.



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.

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} .

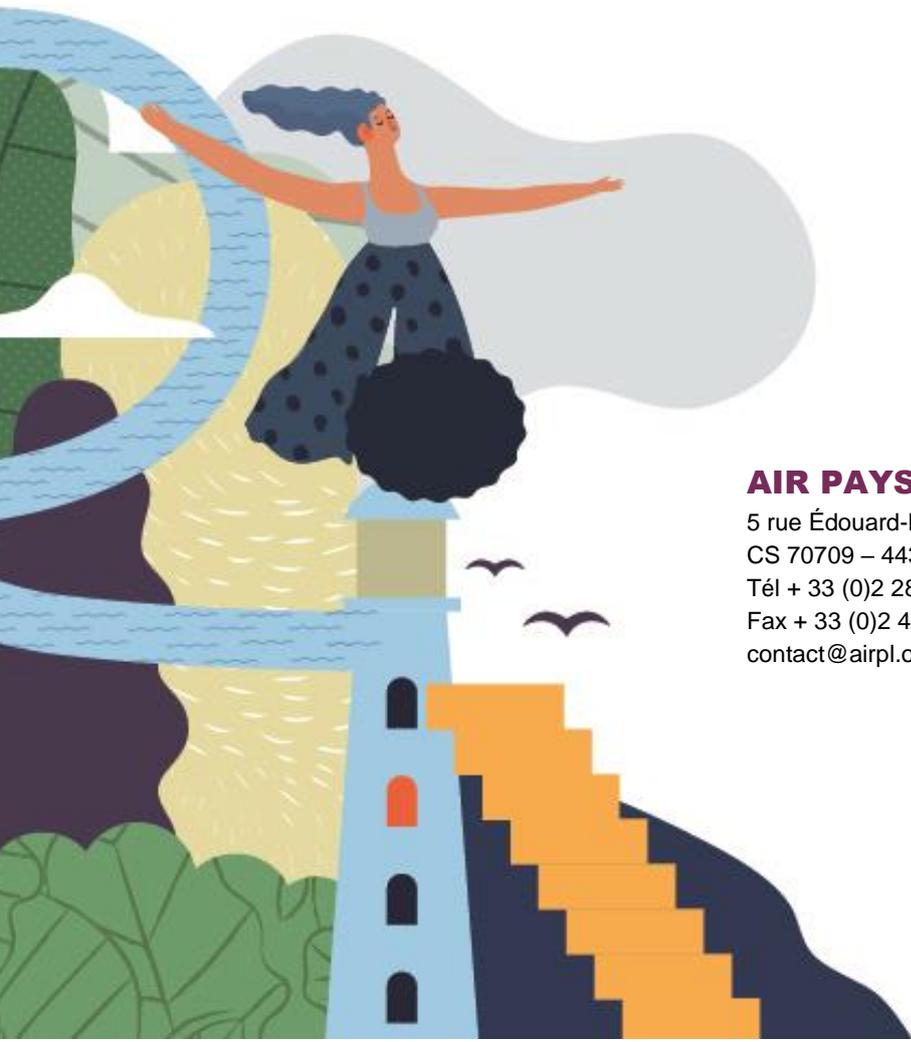
L'érosion éolienne

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).



AIR PAYS 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

air | pays de
la loire
www.airpl.org