



Les pesticides dans l'air

Bilan annuel 2021

Période de mesure : janvier à décembre 2021

Sites : Kergoff (22), Mordelles et Rennes Pays-Bas (35)

Version du 26/07/2022

Etude réalisée par Air Breizh grâce à la participation financière de la région Bretagne, de la métropole Rennaise et du Ministère de la Transition Ecologique

Avertissements

Les informations contenues dans ce rapport traduisent la mesure d'un ensemble d'éléments à un instant et un lieu donné, caractérisé par des conditions climatiques propres.

Air Breizh ne saurait être tenu pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation des informations faites par un tiers.

Conditions de diffusion

Air Breizh est l'organisme agréé de surveillance de la qualité de l'air dans la région Bretagne, au titre de l'article L221-3 du Code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 1^{er} août 2016 pris par le Ministère de l'Environnement portant renouvellement de l'agrément de l'association.

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

Air Breizh réserve un droit d'accès au public à l'ensemble des résultats de mesures et rapports d'études selon plusieurs modalités : document papier, mise en ligne sur son site internet www.airbreizh.asso.fr, résumé dans ses publications, ...

Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Air Breizh.

Air Breizh ne peut, en aucune façon, être tenu responsable des interprétations et travaux utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Breizh n'aura pas donné d'accord préalable.

Organisation interne – contrôle qualité

Projet : Mesures des pesticides dans l'air à Mordelles (35)
Campagnes de 2019 et 2020

Version (date)	Modifications	Auteur	Validation
Version du 26/07/2022	Création	O. CESBRON (ingénieur d'étude)	G. Lefeuvre (Directeur) O. Le Bihan (Responsable du service études)

SOMMAIRE

Table des matières

Avertissements	2
Conditions de diffusion	2
Organisation interne – contrôle qualité	2
SOMMAIRE.....	3
I. Contexte.....	6
II. Les pesticides	8
II1. Définitions	8
II2. Présence et devenir des pesticides dans l'air	8
II3. Réglementation concernant l'usage des pesticides.....	10
II4. Réglementation concernant la surveillance de la qualité de l'air.....	12
II5. Les pesticides en Bretagne	13
III. Le dispositif de mesure en 2021	16
III1. Les sites de mesure	16
III2. La stratégie d'échantillonnage	19
IV. Conditions meteorologiques.....	24
IV1. Direction et vitesse des vents	24
IV2. L'humidité relative	25
IV3. Les précipitations	26
IV4. Synthèse des conditions météorologiques 2021 sur les deux secteurs :	27
V. Résultats et interprétation des mesures	29
V1. Résultats de la surveillance 2021	29
V2. Comparaison à l'historique des mesures	46
VI. Conclusion.....	52
Annexe I : Présentation d'Air Breizh	55

Index des Figures

Figure 1 : Devenir des pesticides dans l'environnement [Mesure des pesticides dans l'atmosphère, LCSQA, 2000]	9
Figure 2 : Evolution des quantités totales de substances actives par type d'usages ⁸	15
Figure 3 : Répartition des quantités de pesticides achetées par fonction de 2015 à 2020 ⁹	15
Figure 4 : Répartition des pesticides classées CMR achetées de 2015 à 2020 ⁹	15
Figure 5 : Site de Mordelles – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms.....	17
Figure 6 : Site de Kergoff – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms.....	17
Figure 7 : Site de Pays-Bas – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms.....	18
Figure 8 : Site péri-urbain de Mordelles.....	19
Figure 9 : Site rural de Kergoff.....	19
Figure 10 : Site urbain Rennes Pays-Bas.....	19
Figure 11 : Synthèse limites analytiques	21
Figure 12 : Répartition des substances selon leur usage	23
Figure 13 : Rose des vents à Rennes St Jacques en 2021(Météo France).....	24
Figure 14 : Rose des vents à Plouguenast en 2021(Météo France).....	24
Figure 15 : Evolution humidité relative mensuelle en 2021	25
Figure 16 : Evolution mensuelle des précipitations en 2021 [Données Météo France].....	26
Figure 17 : Comparaison des précipitations mensuelles 2019 et 2021 (données Météo France).....	27
Figure 18 : Nombre de molécules détectées sur les trois sites (nombre prélèvements/an) en 2021	30
Figure 19 : Fréquence de détection des pesticides pour le site de Mordelles (%)	33
Figure 20 : Fréquence de détection des pesticides pour le site de Rennes Pays-Bas (%).....	33
Figure 21 : Fréquence de détection des pesticides pour le site de Kergoff (%).....	34
Figure 22 : Fréquences de détection des pesticides – cumul pour les 3 sites.....	35
Figure 23 : Cumul hebdomadaire moyen (à gauche) et maximal (à droite) des concentrations en pesticides sur les trois sites en 2021	37
Figure 24 : Evolution des cumuls hebdomadaires par type d'usage pour le site de Kergoff en 2021	37
Figure 25 : Evolution des cumuls hebdomadaires par type d'usage pour le site de Mordelles en 2021	38
Figure 26 : Evolution des cumuls hebdomadaires par type d'usage pour le site de Rennes Pays-Bas en 2021	38
Figure 27 : Concentration hebdomadaire moyenne par substance active de type fongicides	39
Figure 28 : Concentrations hebdomadaires par site pour les substances de type Fongicides en 2021	40
Figure 29 : Concentrations hebdomadaires moyennes par substance active de type herbicides.....	41
Figure 30 : Concentrations hebdomadaires par site pour les substances de type Herbicides en 2021	42
Figure 31 : Profils temporels des concentrations hebdomadaires pour les herbicides les plus détectés sur le site de Kergoff en 2021.....	43

Figure 32 : Concentration hebdomadaire moyenne par substance active de type insecticides	45
Figure 33 : Concentrations hebdomadaires par site pour les substances de type Insecticides en 2021	46
Figure 34 : Comparaison interannuelle du nombre de molécules détectées	47
Figure 35 : Comparaison interannuelle des niveaux de pesticides par type d'action	47
Figure 36 : Evolution interannuelle des pesticides de type 'herbicides'	48
Figure 37 : Evolution interannuelle des pesticides de type 'fongicides'	48
Figure 38 : Evolution interannuelle des pesticides de type 'insecticides'	49
Figure 39 : Evolution interannuelle des cumuls hebdomadaires du prosulfocarbe – Mordelles (zoom sur le 2 nd semestre)	50
Figure 40 : Evolution interannuelle des cumuls hebdomadaires de la pendiméthaline – Mordelles	50
Figure 41 : Evolution interannuelle des cumuls hebdomadaires du triallate – Mordelles	51

Index des tableaux

Tableau 1 : Historique des campagnes de mesures réalisées par Air Breizh depuis 2002	13
Tableau 2 : Caractéristiques des prélèvements	20
Tableau 3 : Représentativité des prélèvements sur l'année	20
Tableau 4 : Stratégie d'échantillonnage sur l'année	21
Tableau 5 : Molécules analysées dans les échantillons	23
Tableau 6 : Répartition des substances en fonction de leur fréquence de détection	32
Tableau 7 : Détection des substances interdites d'utilisation	36

I. CONTEXTE

Les pesticides ne font pas partie à ce jour de la liste des polluants réglementés dans l'air ambiant (Code de l'environnement R221-1). De ce fait, leur mesure n'est pas intégrée au dispositif de surveillance en continu des Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'air (AASQA).

Pour améliorer les connaissances sur la présence des pesticides dans l'air, Air Breizh mène chaque année depuis 2005 des campagnes ponctuelles de quelques semaines à quelques mois, dans différents contextes tels que l'éloignement du capteur aux parcelles agricoles, les profils agricoles (maraîchage, grandes cultures, etc.).

En 2018/2019, une Campagne Nationale Exploratoire¹ de mesure des résidus de Pesticides dans l'air ambiant (CNEP) a été menée sur l'ensemble du territoire français (métropole et DROM) dans le but d'établir un état de la présence des pesticides dans l'air. Cette campagne était pilotée par l'ANSES, l'INERIS et les AASQA. Parmi les 50 sites investigués, trois se trouvaient en Bretagne. Les mesures ont été réalisées de juin 2018 à juin 2019.

Cette étude nationale a notamment permis de définir un protocole de mesure harmonisé des pesticides dans l'air qui est désormais retenu comme la méthode de référence. Les résultats ont par ailleurs contribué à consolider les données produites par les AASQA chaque année et renforcer l'intérêt de poursuivre ces mesures dans l'air pour alimenter les réflexions en matière de réduction des usages de pesticides (plan Ecophyto) ou d'impact sanitaire.

Après deux années de suivis partiels en 2019 et 2020², **Air Breizh a souhaité étendre les couvertures temporelle et spatiale des mesures en 2021** en cohérence avec la **stratégie régionale de surveillance des pesticides**³ publiée début 2021 qui prévoit un développement suivant trois axes principaux :

- La mesure : mise en place d'un programme pérenne de surveillance des pesticides en Bretagne. Ce programme pourrait commencer avec 3 points : un site rural (de fond ou de proximité), un site urbain de fond et un site péri-urbain de fond.
- L'inventaire des émissions : basé sur les usages de pesticides ;
- La modélisation : intégrer un programme national de modélisation de la pollution par les pesticides pour identifier l'exposition des populations

C'est dans le cadre de l'axe 'mesures' qu'Air Breizh a sollicité l'appui financier de plusieurs partenaires ce qui a permis d'assurer la surveillance sur trois sites de configurations différentes en 2021 :

- Le site rural de Kergoff (22) en centre-Bretagne,
- Le site historique péri-urbain de Mordelles (35), près de Rennes,
- Le site urbain de Rennes Pays-Bas, situé dans un quartier résidentiel au Sud de Rennes (station de mesure réglementaire).

Pour les deux premiers sites, les mesures ont été réalisées tout au long de l'année 2021.

¹ Résultats disponibles en suivant le lien suivant : <https://www.airbreizh.asso.fr/publication/surveillance-des-pesticides-resultats-de-la-campagne-nationale-exploratoire-des-pesticides-dans-lair-anses-ineris-atmo-france/>

² Résultats disponibles en suivant le lien suivant : <https://www.airbreizh.asso.fr/publication/resultats-des-mesures-de-pesticides-a-mordelles-35-campagnes-automnales-2019-et-2020/>

³ <https://www.airbreizh.asso.fr/publication/une-strategie-de-surveillance-des-pesticides-en-bretagne/>



Suivi des pesticides dans l'air en 2021

Pour le site de Rennes Pays-Bas, les prélèvements ont été concentrés sur les deux périodes d'application majoritaire des produits phytosanitaires (printemps et automne). Il s'agit ici de premières investigations en configuration urbaine à Rennes dans le but de préparer une action de surveillance sur le long terme en réflexion avec la métropole.

Les résultats de ces campagnes sont détaillés dans ce rapport. Ils sont également comparés à ceux des années précédentes.

II. LES PESTICIDES

II1. Définitions

Un pesticide est un terme générique, dérivé du mot anglais pest (« ravageurs »). Il désigne les substances actives ou les préparations utilisées pour la prévention, le contrôle ou l'élimination d'organismes indésirables, qu'il s'agisse de plantes, d'animaux (insectes, acariens, mollusques, etc.), de champignons ou de bactéries.

Le terme « pesticide » est souvent associé aux produits utilisés en agriculture pour lutter contre les adventices (« mauvaises herbes ») ou protéger les cultures des nuisibles comme les insectes ravageurs ou les organismes responsables de maladies tels que les champignons. Ce terme regroupe ainsi différents types de produits utilisés pour des usages très variés dans un cadre professionnel ou dans notre environnement quotidien.

Les pesticides regroupent ainsi les **produits phytopharmaceutiques** (PPP) ou produits phytosanitaires (pour la protection des plantes), les **produits biocides** (pour l'élimination d'organismes nuisibles comme les insectes ou les rongeurs ou pour la production du bois) ainsi que les **produits antiparasitaires** utilisés chez l'animal, comme les antipuces⁴.

Il existe plus de 1 000 substances actives très hétérogènes notamment vis-à-vis de leurs propriétés physico-chimiques : volatilité, solubilité, rémanence, etc. Ces propriétés influencent leur dispersion dans les différents compartiments environnementaux. Dans l'air ambiant, les substances actives les plus volatiles sont les plus communément observées.

Les pesticides sont le plus souvent classés en trois catégories suivant l'espèce qu'ils combattent et leur activité :

- les **herbicides** contre les mauvaises herbes,
- les **fongicides** contre les champignons,
- les **insecticides** contre les insectes.

Cette classification a été retenue pour l'interprétation des résultats de cette surveillance.

II2. Présence et devenir des pesticides dans l'air

En usage agricole, les produits phytosanitaires sont le plus souvent appliqués par pulvérisation sur les plantes et le sol ou peuvent faire l'objet d'une incorporation directe dans le sol sous forme de microgranulés au moment du semis (d'autres molécules peuvent être présentes en enrobage des semences).

En milieu urbain, ils sont généralement appliqués lors du traitement des voiries ou d'usages particuliers tels que l'entretien des arbres, plantes et jardins ou la protection contre les insectes. Cependant, la loi Labbé modifiée par l'article 68 de la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte a interdit l'usage des produits phytosanitaires par l'État, les collectivités locales et établissements publics pour l'entretien des espaces verts, promenades, forêts,

⁴ Source : Ministère de la Solidarité et de la Santé

et les voiries. De plus, cette même loi a également interdit la vente, l'usage et le stockage des produits phytosanitaires de synthèse pour les particuliers depuis le 1^{er} janvier 2019 (cf. partie II.3.).

Les transferts de phytosanitaires dans l'air peuvent s'effectuer de trois manières différentes :

- par **dérive** au moment des applications,
- par **volatilisation** à partir des sols et plantes traités,
- par **érosion éolienne** sous forme adsorbée (fixée) sur les poussières de sols traités.

Lorsqu'il y a un transfert, celui-ci peut être immédiat ou durer jusqu'à quelques semaines après l'application. Les concentrations dans l'air sont de l'ordre de quelques nanogrammes à quelques dizaines de nanogrammes par mètre cube.

Comme pour beaucoup de polluants de l'air, les masses d'air peuvent transporter ces substances sur de longues distances selon la stabilité du produit. L'élimination des substances actives présentes dans l'atmosphère peut se faire de deux manières :

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

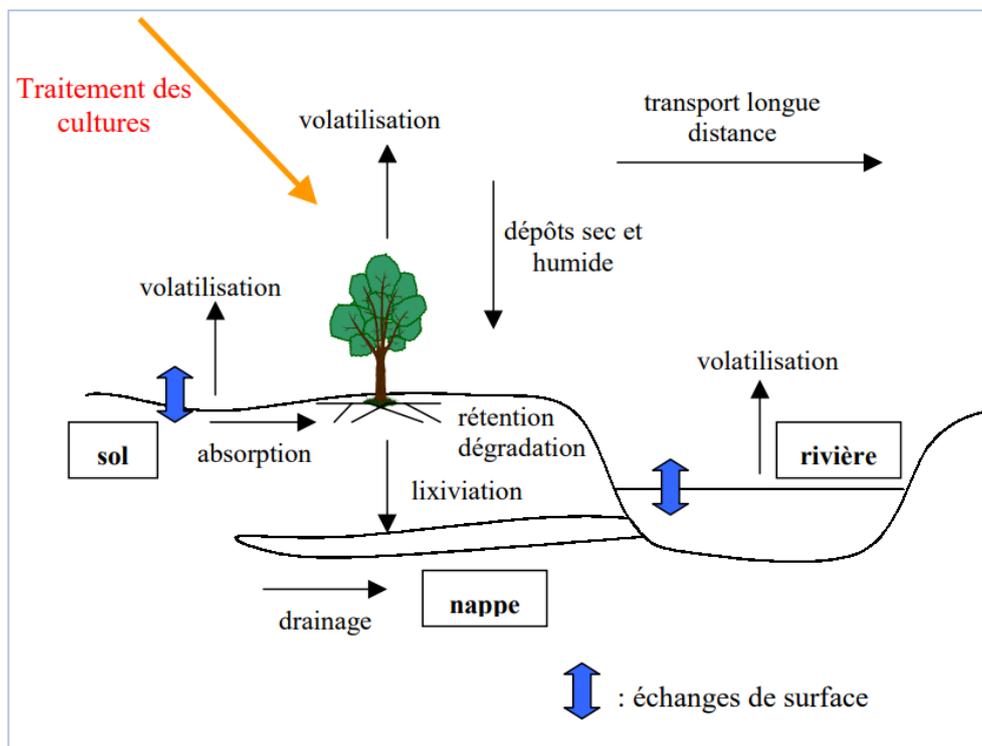


Figure 1 : Devenir des pesticides dans l'environnement [Mesure des pesticides dans l'atmosphère, LCSQA, 2000]

La **dérive** est la fraction de la pulvérisation qui n'atteint pas le sol ou la culture et qui est mise en suspension par le vent et les courants d'air. Les gouttelettes de petites tailles sont soumises plus facilement à la dérive et au vent tandis que celles de grandes tailles vont atteindre plus facilement la cible.

La **volatilisation** post-application a lieu à partir des sols ou de la végétation traitée et peut se prolonger pendant des semaines. Pour certaines molécules, elle semble être plus importante que la dérive. Le taux de volatilisation post-application est plus important dans la journée. La volatilisation post-application se manifeste généralement par des processus d'évaporation, de sublimation et de désorption. Elle dépend notamment des propriétés physico-chimiques des pesticides, des conditions météorologiques (température, humidité, ...), des propriétés du sol voire du taux de végétation⁵.

L'érosion éolienne, comme son nom l'indique, correspond au transfert des pesticides depuis le sol vers l'atmosphère sous l'action du vent.

Dans l'atmosphère, les pesticides se retrouvent sous phase gazeuse, aqueuse ou particulaire pour un même composé, dans l'air, la pluie et les brouillards. Leur devenir dans l'environnement est très influencé par cette distribution vapeur/particule dirigée par la constante de Henry et les conditions météorologiques⁶.

A ce titre, Air Breizh a participé au projet Repp'air⁷ porté par la Chambre d'agriculture Grand-Est de 2017 à 2020 et réunissant 26 partenaires, qui avait pour objectif d'améliorer les connaissances sur le transfert de pesticides dans l'air. Ce travail a permis de mettre en évidence des spécificités de transfert selon les substances tenant compte notamment de leurs propriétés chimiques.

II3. Réglementation concernant l'usage des pesticides

Quatre réglementations distinctes régissent l'utilisation des substances actives et des produits considérés comme pesticides⁸ en fonction de l'usage auquel ils sont destinés.

a) Produits phytopharmaceutiques

Les produits phytopharmaceutiques sont des préparations destinées à protéger les végétaux ou les cultures. Ils peuvent protéger les végétaux contre tous les organismes nuisibles ou prévenir leur action ; détruire ou freiner la croissance de végétaux indésirables. Ils sont utilisés principalement par les professionnels du secteur agricole, par les professionnels en charge de l'entretien des espaces verts et les jardiniers amateurs. Chaque préparation se compose d'une ou plusieurs substances actives, responsables des propriétés du produit phytopharmaceutique, et de co-formulants.

La mise sur le marché et le suivi des produits phytopharmaceutiques sont encadrés et harmonisés au niveau européen. **Le règlement (CE) n° 1107/2009 fixe les critères d'approbation des substances actives ainsi que la procédure de cette approbation.** Ainsi, sauf dérogation, aucune denrée ne peut être traitée en Europe avec un produit phytopharmaceutique contenant une substance active non approuvée.

⁵ Source : Les pesticides dans l'air - Bilan annuel 2020 (Atmo Nouvelle-Aquitaine, 2021)

⁶ Source : Pesticides dans l'air – bibliographie sur la modélisation (Atmo Auvergne Rhône-Alpes, 2017)

⁷ <https://grandest.chambre-agriculture.fr/agro-environnement/qualite-de-lair/reppair-suivi-des-produits-phytosanitaires-dans-lair/>

⁸ Source : Ministère de la Transition Ecologique

L'Anses est en charge de l'expertise et de l'appui scientifique et technique nécessaires à l'évaluation de ces produits, qu'il s'agisse des risques qu'ils présentent pour l'homme (personnes utilisant directement ces produits et population générale), les animaux et l'environnement, ou de leur efficacité.

L'Anses est également en charge des missions de délivrance, de modification et de retrait des autorisations de mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, dans un cadre réglementaire très précis au niveau communautaire comme national.

En complément de ses missions d'évaluation des risques et de délivrance des autorisations de mise sur le marché (AMM), l'Anses est en charge de la mise en œuvre du **dispositif de phytopharmacovigilance (PPV)**. Ce dispositif, unique en Europe, a été introduit par la loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt en octobre 2014. Il a pour objectif de surveiller les effets indésirables des produits phytopharmaceutiques disponibles sur le marché et concerne à la fois la contamination des milieux, l'exposition et les impacts sur les organismes vivants et les écosystèmes, ainsi que les phénomènes d'apparition de résistances.

Au-delà de la réglementation liée à l'autorisation des substances et à la mise en marché des produits phytopharmaceutiques, plusieurs autres dispositifs réglementaires encadrent leur utilisation.

Citons en premier lieu **la loi n° 2014-110 du 6 février 2014 (dite « Loi Labbé »)**, modifiée en 2015 par la loi de transition énergétique pour la croissance verte, désormais codifiés au L.253-7 du CRPM qui encadre l'utilisation des produits phytopharmaceutiques sur le territoire national et restreint l'utilisation de ces produits sur certaines surfaces non agricoles :

- en interdisant dès le 1er janvier 2017 de l'usage des produits phytopharmaceutiques par l'État, les collectivités locales et les établissements publics pour l'entretien des espaces verts, promenades, forêts et voiries. Seuls les produits de biocontrôle, les produits utilisables en agriculture biologique et les produits à faible risque demeurent autorisés ;
- en interdisant à partir du 1er janvier 2019, la vente des pesticides chimiques aux particuliers.

L'arrêté du 15 janvier 2021 complètera ce dispositif à partir du 1er juillet 2022 en interdisant l'usage des mêmes produits dans les propriétés privées, les copropriétés, les parcs et jardins privés, les résidences hôtelières, les campings, les jardins familiaux, les parcs d'attraction, les zones commerciales, les espaces verts et les zones de repos sur les lieux de travail, les aérodromes, les cimetières, les établissements d'enseignement et de santé, les établissements sociaux et médico-sociaux, les domiciles des assistants maternels, ainsi que les équipements sportifs non clôt.

b) Ecophyto : un plan d'action national

En France, un plan d'actions vise à réduire les risques et les effets de l'utilisation des pesticides sur l'homme et l'environnement. Il s'agit du **plan Ecophyto** qui s'inscrit dans le cadre de la **Directive européenne 2009/128** d'utilisation des produits phytopharmaceutiques.

L'enjeu de ce programme est de réduire le recours aux produits phytopharmaceutiques de 50% d'ici 2025, par de nombreux moyens dont l'amélioration des techniques d'application des produits phytopharmaceutiques et le développement de méthodes alternatives à l'utilisation de produits phytopharmaceutiques.

Après deux plans établis en 2008 (Ecophyto) puis 2015 (Ecophyto II), un nouveau programme dit « Plan Écophyto II+ »⁹ a été approuvé en 2022.

c) Substances et produits biocides

Les produits biocides sont des substances ou des mélanges destinés à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre, par une action autre qu'une simple action physique ou mécanique.

Il existe 22 types de produits biocides répartis en 4 groupes :

- les désinfectants (hygiène humaine ou animale, désinfection des surfaces, désinfection de l'eau potable...),
- les produits de protection (produits de protection du bois, des matériaux de construction,...),
- les produits de lutte contre les nuisibles (rodenticides, insecticides, répulsifs,...),
- les autres produits biocides (fluides utilisés pour l'embaumement, produits antialissure).

Les autorisations de mise sur le marché (AMM) délivrées par l'ANSES (détaillées précédemment) visent à ce que chaque produit biocide mis sur le marché soit véritablement efficace et que les risques qu'il présente pour l'homme, les animaux et l'environnement soient acceptables.

d) Antiparasitaires à usage humain ou vétérinaire

Certains antiparasitaires sont destinés au traitement des parasitoses externes humaines ou animales (animaux de compagnie et de rente). Les **directives 2004/27/CE et 2004/27/CE** instituent un cadre communautaire relatifs aux médicaments à usage humain ou vétérinaire dans lesquels certains produits antiparasitaires s'inscrivent.

II.4. Réglementation concernant la surveillance de la qualité de l'air

Contrairement à l'eau ou l'alimentation, **il n'existe pas de réglementation fixant des normes de qualité pour les produits phytosanitaires dans l'air** ni d'obligation de contrôle.

En 2014, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a été sollicitée par plusieurs ministères afin de contribuer à la définition des modalités d'une surveillance nationale des pesticides dans l'air ambiant.

L'Anses a publié en septembre 2017 un rapport d'expertise collective (Anses, 2017) proposant les modalités d'une surveillance nationale.

Entre juin 2018 et juin 2019, une **Campagne Nationale Exploratoire de mesure des résidus de Pesticides dans l'air ambiant (CNEP)**, pilotée par l'Anses, l'Ineris et Atmo France, a été réalisée dans le but de contribuer à l'amélioration des connaissances sur les résidus de pesticides présents dans l'air ambiant pour mieux évaluer l'exposition de fond de la population (LCSQA, 2020). De plus, ces

⁹ <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plan%20ecophyto%20II%2B.pdf>

résultats ont permis à l'Anses d'apporter des premiers éléments d'interprétation sanitaire (Anses, 2020).

En Bretagne, trois sites avaient contribué à cette surveillance nationale : Henvic (29), Lamballe (22) et Mordelles (35).

Cette surveillance nationale a été relancée en juillet 2021. Le site de Mordelles a été retenu pour ce suivi au niveau national.

II.5. Les pesticides en Bretagne

a) Historique des mesures

Depuis 2002, Air Breizh mène des campagnes de mesure sur le territoire breton dans différents contextes de productions agricoles (grandes cultures, élevage, maraîchage).

Tableau 1 : Historique des campagnes de mesures réalisées par Air Breizh depuis 2002

	Nbre de prélèvement hebdomadaire	Janvier		Février		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Août		Septembre		Octobre		Novembre		Décembre							
		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
2002	5	Bignan (56)																													
2003	10	Rennes (35)																													
2004	13	Le Rheu & Vezin le Coquet (35)																													
2005	12	Mordelles (35) & Pontivy (22)																													
2006	12	Mordelles (35)																													
2007	20	Mordelles (35)																													
2008	20	Mordelles (35)																													
2009	31	Mordelles (35)																													
2010	15	Mordelles (35)																													
2011	trvx	TRAVAILX SUR LE SITE DE MORDELLES																													
2012	6	Mordelles (35)																													
2013	7	Mordelles suite (35)																													
2014	11	Mordelles (35)																													
2015	26	Mordelles (35)																													
2016	0																														
2017	20	Bignan (56) - REPPAIR																													
2018	20	Bignan (56) - REPPAIR																													
2018	64	Campagne nationale ANSES (3 sites)																													
2019	20	Bignan (56) - REPPAIR																													
2019	52	Campagne nationale ANSES (3 sites)																													
2019	17	Mordelles (35)																													
2020	13	Mordelles (35)																													
2021	85	Kergoff (22) / Mordelles (35) / Rennes Pays Bas (35)																													
2021		Campagne nationale ANSES Mordelles (35)																													

Le site de **Mordelles**, commune située en périphérie de la ville de Rennes, a fait l'objet de prélèvements ponctuels depuis 2005. Cette continuité permet de suivre les évolutions interannuelles des niveaux dans l'air. Jusqu'en 2015, les campagnes de mesure ont principalement été réalisées en période printanière.

Les campagnes plus récentes, dont la campagne nationale CNEP de 2018/2019, ont été menées sur d'autres périodes de l'année et sur plusieurs sites en Bretagne.

De 2017 à 2020, Air Breizh a participé au projet national **RePP'AIR** « Réduction des Produits Phytosanitaires dans l'Air ». L'objectif de ce projet était d'affiner la compréhension des phénomènes impliqués dans les transferts de produits phytosanitaires vers le compartiment aérien, dans l'optique d'intégrer cette question dans le conseil auprès des agriculteurs. Il était porté par la Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est et a réuni plus 26 partenaires. Sept sites ont fait l'objet de prélèvement dans des contextes agricoles différents. Le site retenu pour les mesures en Bretagne se trouvait à Bignan (56), sous influence polyculture élevage. 20 prélèvements hebdomadaires par an ont été réalisés durant trois années successives.

Les prélèvements ont par ailleurs été poursuivis durant les seconds semestres 2019 et 2020 sur le site de Mordelles.

L'année 2021 présente le nombre de prélèvement annuel le plus important depuis le début des mesures en Bretagne.

b) Ventes de pesticides

La **Banque nationale des ventes** réalisées par les distributeurs des produits phytopharmaceutiques (BNV-D) est la banque de données compilant l'ensemble des ventes de produits phytopharmaceutiques des distributeurs. Elle a été créée par la loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA). Dans la BNV-D, les données de ventes au code commune Insee des distributeurs existent depuis 2009, celles par code postal acheteurs sont disponibles depuis 2015.

Les données pour l'année 2021 ne sont pas encore disponibles. Un état des lieux récent a été réalisé par le Ministère de la Transition Ecologique (mars 2022)¹⁰ pour l'année 2020 en comparaison des années précédentes.

Les conclusions de ce travail révèlent que les ventes de produits phytopharmaceutiques sont restées à des niveaux élevés au cours de la décennie 2010 (cf. figure 2). Parmi celles-ci, les ventes de substances actives n'entrant pas dans les usages de l'agriculture biologique ou dans le cadre du biocontrôle ont toutefois diminué (- 10 % entre 2009-2011 et 2018-2020).

Il en est de même pour les ventes de molécules classées comme les plus préoccupantes. La part des quantités de substances actives classées cancérigènes, mutagènes et reprotoxiques (CMR) est ainsi passée de 28 % à 12 % entre 2009 et 2020.

44 % des substances vendues sont des herbicides. La cartographie des ventes au niveau national reflète en large partie les spécialisations agricoles locales.

¹⁰ Source : État des lieux des ventes et des achats de produits phytopharmaceutiques en France en 2020 (MTE- mars 2022)

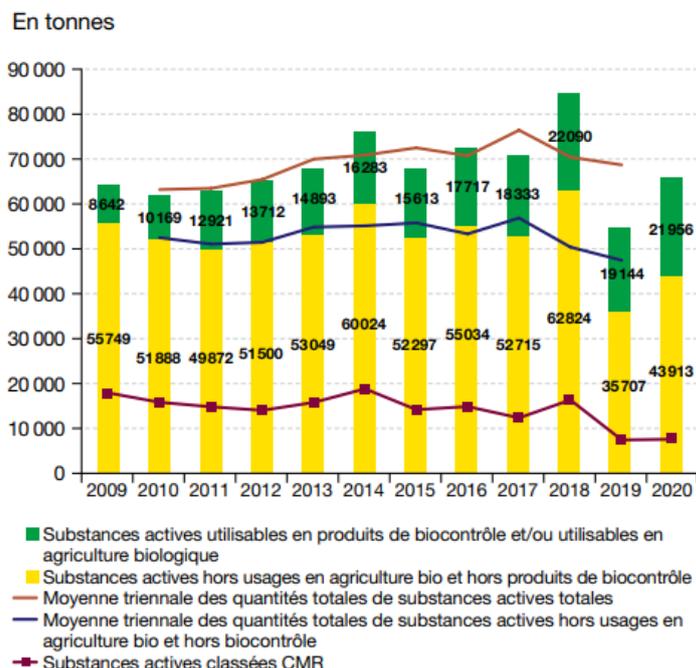


Figure 2 : Evolution des quantités totales de substances actives par type d'usages⁸

Les dernières données régionales datent également de l'année 2020¹¹.

La prédominance des herbicides parmi les substances achetées est également valable en Bretagne (59% des achats en 2020).

Les substances actives classées CMR sont en diminution dans la région : baisse d'un facteur 2.4 entre 2015 et 2020.

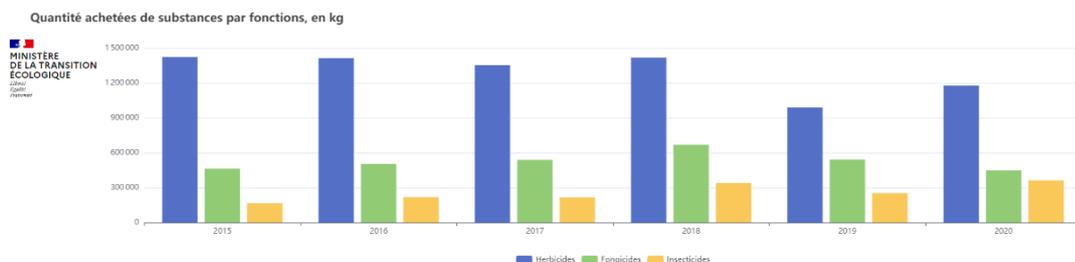


Figure 3 : Répartition des quantités de pesticides achetées par fonction de 2015 à 2020⁹

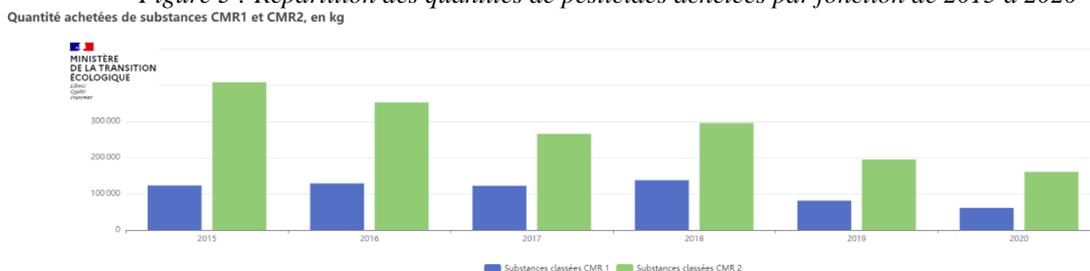


Figure 4 : Répartition des pesticides classées CMR achetées de 2015 à 2020⁹

¹¹ Source : <https://ssm-ecologie.shinyapps.io/PrototypeLeafletBNVD/>

III. LE DISPOSITIF DE MESURE EN 2021

La surveillance 2021 a été menée sur trois sites à raison de 18 à 37 prélèvements répartis sur l'année suivant le site.

III1. Les sites de mesure

Trois sites ont fait l'objet de prélèvement durant l'année 2021 permettant d'appréhender différents types d'exposition de la population selon l'éloignement des parcelles agricoles. Ils sont décrits dans les paragraphes suivants.

La classification de ces sites a été réalisée sur la base des critères retenus par le LCSQA lors de la campagne nationale CNEP en 2018/2019 à savoir :

- Le pourcentage de type de culture dans un rayon de 5 km (issu de la base Corine Land Cover) pour déterminer le profil agricole majoritaire ;
- Le nombre d'habitants (données INSEE) pour acter la typologie urbaine ou rurale ;
- La distance à la première parcelle. Dans le cas de la campagne nationale, l'objectif était de retenir des sites éloignés d'au moins 200 mètres des premières parcelles pour s'assurer de sélectionner des sites hors situation de proximité ou d'influence directe d'une seule culture.

a) Le site péri-urbain de Mordelles

Depuis 2005, des campagnes de prélèvement ponctuel sont réalisées sur le site du Centre technique municipal de Mordelles, 3 rue de la croix Ignon à Mordelles (35 310).

Il faisait partie des trois sites investigués en Bretagne dans le cadre de la campagne nationale en 2018/2019. Il a été maintenu lors de la reprise de la surveillance nationale à partir de juillet 2021.

Il s'agit d'un site **périurbain**¹², sous l'influence majoritaire d'une activité agricole de type '**grandes cultures**'. Voici l'occupation des sols dans un rayon de 5 kilomètres autour du site : 40% de grandes cultures, 30% de cultures complexes¹³ et 17% de zone urbanisée [Corine Land Cover 2018].

La parcelle cultivée la plus proche du point de prélèvement se trouve à **180 mètres**.

Le point de prélèvement se trouve au Nord-Est du centre-ville de Mordelles. La figure suivante montre la répartition des habitations et des cultures dans un rayon de 5 kilomètres autour du site.

¹² Densité de population dans un rayon de 1 km : 684 hab/km² [INSEE 2016], Mordelles : 7 479 habitants [INSEE 2019]

¹³ Mélange de différents types de cultures



Figure 5 : Site de Mordelles – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms

b) Le site rural de Kergoff

La **station rurale**¹⁴ nationale de Kergoff, située sur la commune de Merléac (22) fait partie de l'observatoire national de Mesure et d'Évaluation en zone Rurale de la pollution Atmosphérique à longue distance (MERA). Ce type de station est implanté (selon des critères stricts définis par le LCSQA et par EMEP) dans une zone éloignée des axes routiers, des activités industrielles et des zones urbaines afin de mesurer la pollution de fond en milieu rural.

Concernant le cas particulier des pesticides, la proximité du capteur aux parcelles agricoles sur ce point permettra d'appréhender les concentrations maximales auxquelles la population peut être exposée.

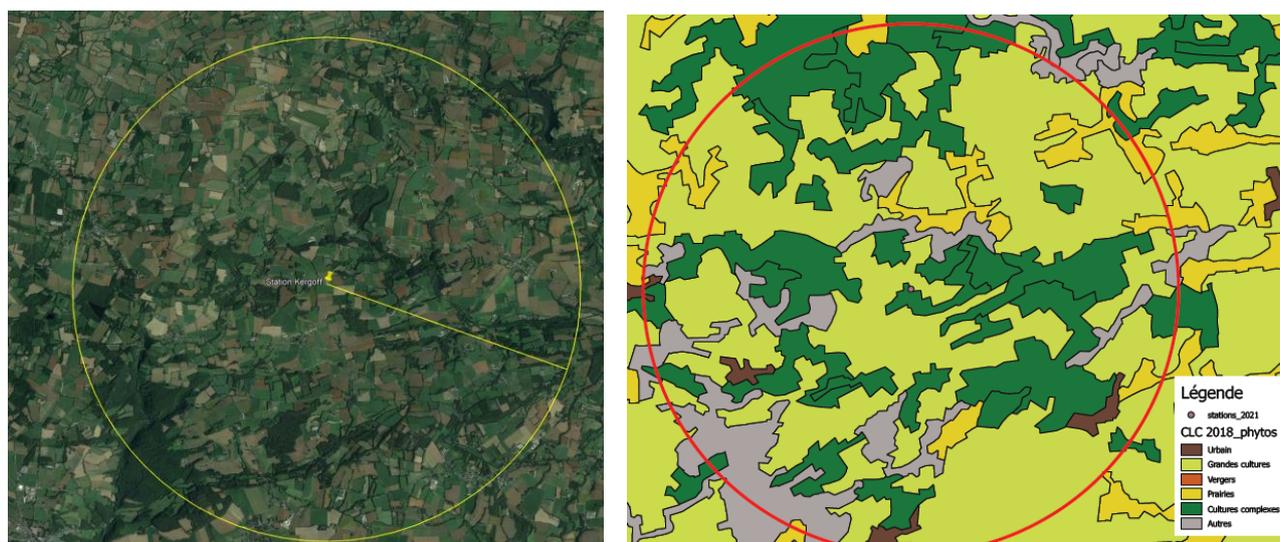


Figure 6 : Site de Kergoff – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms

¹⁴ Densité de population dans un rayon de 1 km² : 8 hab/km² [INSEE 2016]

La distance entre le capteur et la parcelle cultivée la plus proche est de **moins de 5 mètres**.
Il s'agit d'un site **rural** sous l'influence agricole majoritaire de type '**grandes cultures**'.

Voici l'occupation des sols dans un rayon de 5 kilomètres autour du site : 53% de grandes cultures, 30% de cultures complexes, 5% des prairies et 1% seulement de zone urbanisée [Corine Land Cover 2018]. Notons la présence de forêts et de zones naturelles au Sud-Ouest de la zone de rayon 5 kilomètres (11% 'autres').

c) Le site Urbain de Rennes Pays-Bas

Le site de Rennes Pays-Bas est un site **urbain**¹⁵, située au Sud de l'agglomération rennaise.

Au vu de l'occupation des sols, il s'agit d'un site dit de **fond**, sans activité agricole majoritaire. Voici l'occupation des sols dans un rayon de 5 kilomètres autour du site : 65% de zones urbanisées, 22% de cultures complexes et 10% de grandes cultures [Corine Land Cover 2018].

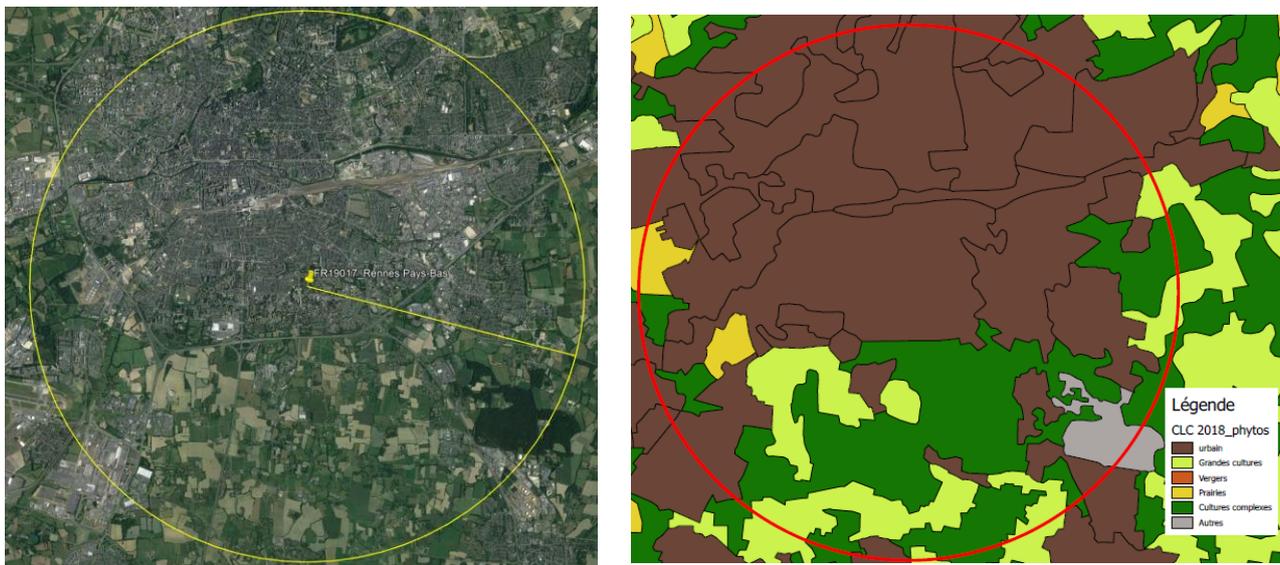


Figure 7 : Site de Pays-Bas – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms

Les parcelles les plus proches se trouvent au Sud de la rocade soit à 940 mètres du point de prélèvement.

Sur les trois sites investigués, deux se trouvent dans un contexte agricole dominé par les grandes cultures. Il diffère cependant par leur éloignement aux parcelles agricoles :

- Le site rural de Kergoff situé à quelques mètres des premières parcelles cultivées,
- Le site péri-urbain de Mordelles à un peu moins de 200 mètres des premières parcelles.

¹⁵ Densité population dans un rayon de 1 km : 8 233 hab/km² [INSEE 2016]

Le troisième site se trouve au sein d'une zone fortement urbanisée. Il s'agit du site de Rennes Pays-Bas. Il caractérise une exposition de fond en zone urbaine. Les premières parcelles se trouvent à plus de 900 mètres du site.

III.2. La stratégie d'échantillonnage

d) Dispositif de prélèvement

Des prélèvements hebdomadaires ont été réalisés à l'aide d'un partisol (figure ci-contre), sur la fraction PM₁₀ des particules, selon un débit d'1 m³/h (NF 43-058).

Le principe du prélèvement consiste à aspirer l'air au travers d'un filtre retenant la phase particulaire, puis d'un matériau adsorbant en mousse polyuréthane (PUF) retenant la phase gazeuse. Les deux phases prélevées sont ensuite réunies pour être dosées conjointement en laboratoire.

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire IANESCO selon la norme XP X43-059 relative à l'analyse de pesticides dans l'air ambiant.



Figure 8 : Site péri-urbain de Mordelles



Figure 9 : Site rural de Kergoff



Figure 10 : Site urbain Rennes Pays-Bas

Le tableau 2 présente les caractéristiques des prélèvements réalisés sur les trois sites.

Tableau 2 : Caractéristiques des prélèvements

	Nom	Mordelles	Kergoff	Rennes Pays-Bas
Site	Commune (code INSEE)	Mordelles (35 310)	Merléac (22 149)	Rennes (35 238)
	Type	Péri-urbain	Rural	Urbain
	Distance	180 m	< 5m	940 m
Cultures environnantes	Nature – culture dominante	Grandes cultures	Grandes cultures	Sans
	Type	Partisol	Partisol	Partisol
Préleveur	Volume	Bas volume (1 m ³ /h)	Bas volume (1 m ³ /h)	Bas volume (1 m ³ /h)
	Fraction particulière prélevée	PM10	PM10	PM10
	Durée	7 jours	7 jours	7 jours
Prélèvements	Nombre de prélèvements hebdomadaires en 2021	37	30	18
	Phases prélevées	gazeuse + particulaire	gazeuse + particulaire	gazeuse + particulaire

e) Calendrier de prélèvement

Pour les sites de Mordelles et de Kergoff, les prélèvements ont été répartis sur l'ensemble de l'année avec une intensification des mesures pendant les périodes d'application majoritaire. La différence de prélèvement entre les deux sites s'explique par la reprise de la campagne nationale sur le site de Mordelles à partir de juillet 2021 entraînant quelques prélèvements complémentaires par rapport au planning initial de 30 prélèvements sur l'année.

Concernant le site urbain de Rennes-Pays-Bas, les prélèvements ont été concentrés sur les deux périodes d'application majoritaire de manière à acquérir des premières données en milieu fortement urbanisé.

Les taux de couverture temporelle des données sur l'année sont repris dans le tableau 3.

Tableau 3 : Représentativité des prélèvements sur l'année

	Mordelles	Kergoff	Rennes Pays-Bas
Taux de couverture temporelle sur l'année (%)	71%	58%	35%

Le tableau 4 suivant présente la répartition des prélèvements par site sur l'ensemble de l'année. Ce planning a été conçu sur la base de la temporalité retenue par l'ANSES pour un profil agricole 'grandes cultures' lors de la campagne nationale 2018/2019 (suivant les périodes de traitement identifiées sur la base des niveaux de concentrations historiques disponibles dans la base de données PhytAtmo des AASQA de 2012-2015).

Pour cette surveillance (contrairement aux campagnes précédentes pour lesquelles les substances détectées n'étaient pas reportées dans les résultats d'analyses), lorsque qu'une molécule a été détectée mais non quantifiée, la concentration qui lui a été attribuée est égale à sa limite de quantification divisée par deux. Cela peut contribuer à une augmentation du nombre de substances détectées dans les échantillons. Il sera nécessaire de tenir compte de ce point pour la comparaison interannuelle des résultats.

77 molécules ont été recherchées en 2021 (cf. tableau 5). La liste a été constituée sur la base des 72 substances semi-volatiles sélectionnées et recherchées dans le cadre de la CNEP auxquelles 5 substances actives ont été ajoutées grâce à des travaux de développement analytique effectués par le laboratoire¹⁶.

Par rapport aux mesures 2020, seul l'abamectine a été retiré de la liste en 2021 (très peu utilisé en Bretagne¹⁷, il n'avait jamais été détecté depuis 2018).

Pour le cymoxanil, les performances analytiques du laboratoire ne permettent pas de fournir des résultats quantitatifs pour cette substance. Le seul résultat dont on dispose est sa présence au-delà de la limite de détection.

La norme XP X43-059 impose un rendement d'extraction compris entre 60 % et 120 %. Deux molécules parmi celles recherchées ne respectent pas ces conditions (bromadiolone et quinmérac). Il a été fait le choix de les conserver dans la liste régionale pour l'intérêt de leur suivi, mais les concentrations associées doivent être considérées avec précaution.

Parmi les substances analysées, certaines d'entre-elles sont interdites à la vente (37 au total). Par rapport à l'année 2020, 3 substances supplémentaires ont été retirées courant 2021 : le carbétamide, le cyproconazole et le myclobutanil.

La quantification de ces substances interdites reste pertinente pour observer leur décroissance dans le compartiment aérien. Certaines d'entre-elles sont encore mesurées plusieurs années après leur interdiction du fait de leur forte persistance dans l'environnement à l'image du Lindane.

¹⁶ Aldrine (I), Cymoxanil (F), Dicofol (A), Quinmérac (H), Tembotrione (H)

¹⁷ 16 kg en 2019 (<https://bretagne-environnement.fr/evolution-ventes-produits-phytosanitaires-bretagne-datavisualisation>)

Tableau 5 : Molécules analysées dans les échantillons

Herbicides (29)	Fongicides (21)	Insecticides (25)
2,4 D (ester de 2-éthylhexyle)	Boscalid	Aldrine
2,4DB (ester de 2-éthylhexyle)	Chlorothalonil	Bifenthrine
Acétochlore	Cymoxanil	Chlordane
Bromoxynil octanoate	Cyproconazole (août 2021)	Chlorodécone
Butraline	Cyprodinil	Chlorpyrifos éthyl
Carbétamide (août 2021)	Difénoconazole	Chlorpyrifos méthyl
Chlorprophame	Epoxiconazole	Cyperméthrine (alpha+béta+théta+zéta)
Clomazone	Fénarimol	Deltaméthrine
Diflufénicanil	Fenpropidine	Dicloran (= 2,6-Dichloro-4-nitroaniline)
Diméthénamide (dont diméthénamide-P)	Fluazinam	Dieldrine
Diuron	Fluopyram	Diméthoate
Flumétraline	Folpet (= folpel)	Endrine
Lenacil	Iprodione	Ethion
Linuron	Myclobutanil (juillet 2021)	Ethoprophos
Métamitron	Prochloraze (interdit à partir du 31/12/21)	Etofenprox
Metazachlore	Pyrimethanil	Fipronil
Métolachlore (dont S-Métolachlore)	Spiroxamine	Heptachlore
Metribuzine	Tébuconazole	Lambda cyhalothrine
1.1 ng/M3 entre 2019 et 2021.	Tolyfluanide	Lindane
Oxadiazon	Triadimérol	Mirex
Oxyfluorène	Trifloxystrobine	Pentachlorophenol (forme phénol)
Pendiméthaline		Permethrine
Propyzamide		Phosmet (interdit à partir du 01/08/22)
Prosulfocarbe		Pipéronyl butoxide (= PBO)
Quinmérac (forme acide)		Pyrimicarbe
Tébuthiuron		
Tembotrione		
Terbuthryne		
Triallate		
	Rodenticide (1)	Acaricide (1)
	Bromadiolone	Dicofol

Substances actives interdites à la vente en 2021 (ANSES, e-phy)

Les herbicides compte le plus grand nombre de substances analysées (29) suivis des insecticides (25) puis de fongicides (21). Les rodenticides et acaricide compte 1 seule substance recherchée (cf. figure 12).

La famille des insecticides compte le plus grand nombre de substances interdites à la vente parmi les substances recherchées.

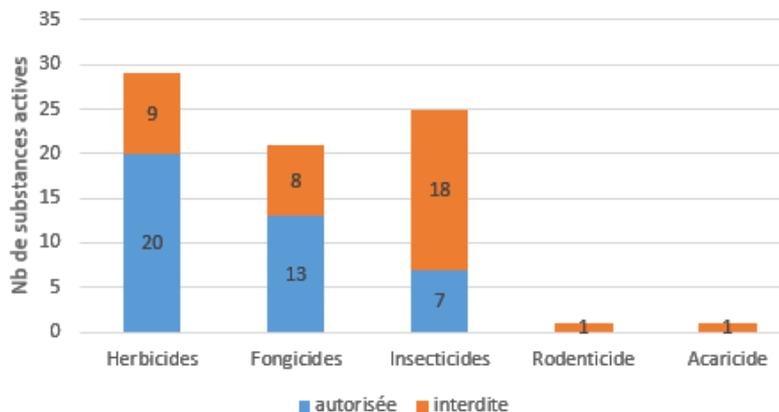


Figure 12 : Répartition des substances selon leur usage

IV. CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Les conditions météorologiques jouent un rôle important dans la volatilisation des pesticides, qui peut se produire durant quelques heures à quelques semaines après l'application (Bedos C., 2000). Le vent, l'humidité, la température de l'air, la pluviométrie et la stabilité atmosphérique sont des paramètres météorologiques qui influencent la dispersion des pesticides dans l'air.

Une analyse succincte des conditions rencontrées durant l'année 2021 est réalisée ci-après. Les données proviennent des stations Météo France de Rennes Saint-Jacques-de-la-Lande (35) pour les prélèvements dans l'agglomération rennaise, et de Plouguenast (22) pour les prélèvements effectués à Kergoff.

L'objectif de ce chapitre est comparer les conditions météorologiques rencontrées entre les deux secteurs.

IV1. Direction et vitesse des vents

La **direction et la vitesse des vents** sont le plus souvent représentées par une rose des vents qui exprime :

- le pourcentage de vent pour chaque direction : plus la pâle est de grande taille, plus les vents venant de cette direction ont été nombreux pendant la période ;
- les vitesses des vents venant de chaque direction et leur occurrence : la couleur de chaque pâle indique la classe de vitesse et sa grandeur, le pourcentage de vent avec cette vitesse.

Les roses des vents en 2021 ont été réalisées à partir des données Météo France des stations de Rennes St Jacques et de Plouguenast.

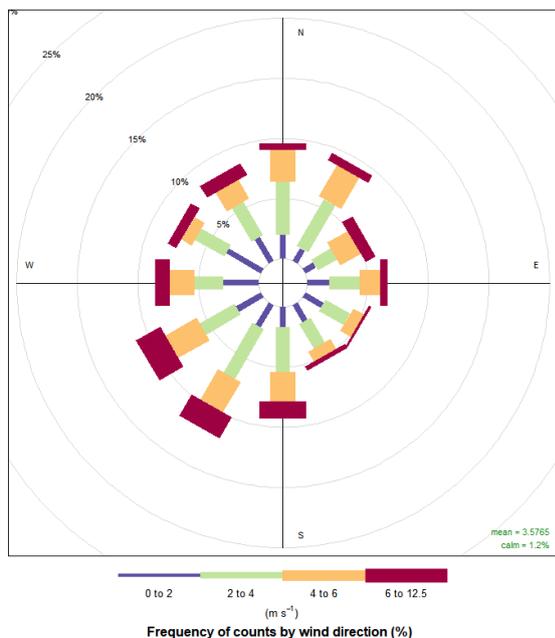


Figure 13 : Rose des vents à Rennes St Jacques en 2021 (Météo France)

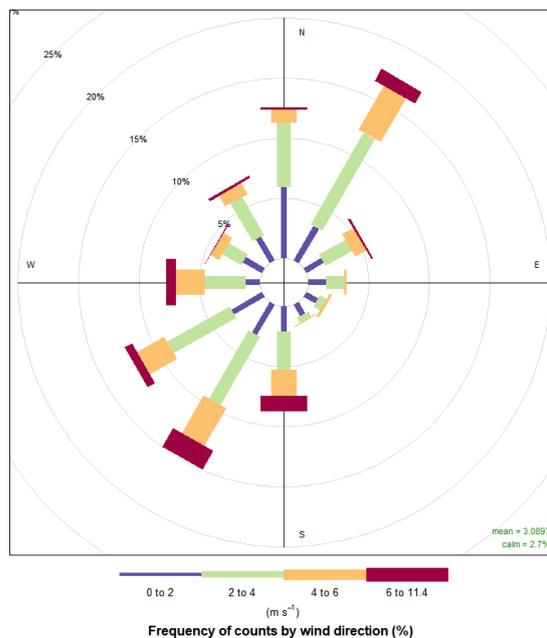


Figure 14 : Rose des vents à Plouguenast en 2021 (Météo France)

Les conditions de vents sur les deux secteurs étudiés ont été différentes en 2021. A Rennes, les vents de Sud-Ouest ont été légèrement majoritaires. Ces vents présentent également les vitesses de vent les plus élevées.

A Plouguenast, les différences d'occurrence sont marquées entre les deux directions majoritaires (vents de Sud-Ouest et vents de Nord-est) et les autres directions.

Les conditions de vents influencent fortement la dispersion des pesticides lors de leur application. Pour réduire leur dispersion, la réglementation impose aux agriculteurs de veiller notamment à ce que la vitesse des vents lors de l'application soit inférieure ou égale à 3 sur l'échelle de Beaufort (soit inférieure ou égale à une vitesse de vent comprise entre 12 et 19 km/h ou 3,3 et 5,3 m/s)¹⁸.

IV2. L'humidité relative

Les moyennes mensuelles en **humidité relative** des deux secteurs sont proches sur l'année 2021. Le secteur de Plouguenast présente des taux d'humidité légèrement plus élevés tout au long de l'année. Les valeurs les plus élevées sont observées en périodes froides (octobre à février) sur les deux secteurs.

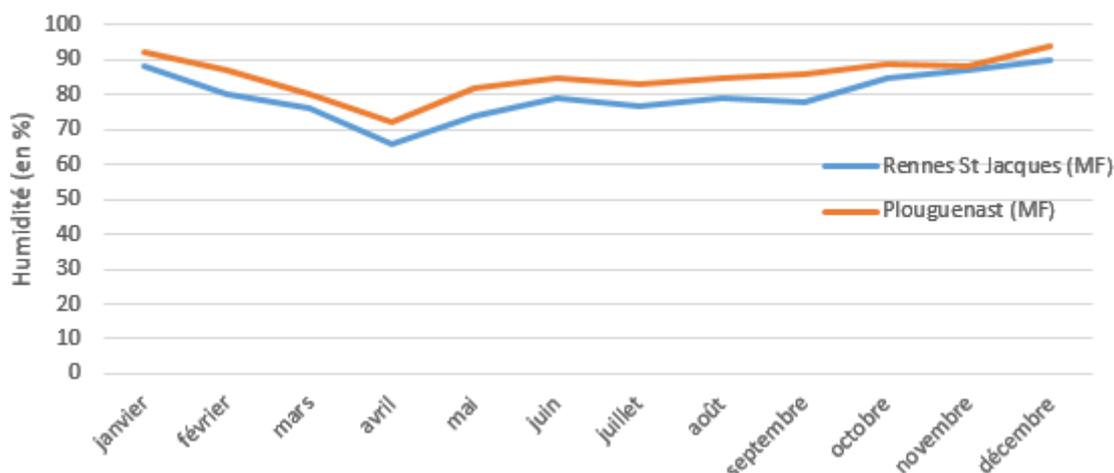


Figure 15 : Evolution humidité relative mensuelle en 2021

L'humidité relative lors du traitement joue un rôle important dans la volatilisation des molécules : une application réalisée par forte humidité, notamment en début de matinée, limite la dispersion des molécules.

¹⁸ Arrêté du 4 mai 2017 relatif à la mise sur le marché et à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques

IV3. Les précipitations

Une différence marquée est constatée entre les deux secteurs étudiés. Le cumul des précipitations enregistré en 2021 à Rennes est de 667 mm contre 868 mm à Plouguenast.

Ces précipitations 2021 sont inférieures aux normales saisonnières sur les deux secteurs : -4% à Rennes, -10% à Plouguenast¹⁹.

Les précipitations ont été significativement plus abondantes à Plouguenast lors des mois d'hiver (novembre à février), en mai et en septembre 2021.

Au contraire, les précipitations ont été plus importantes à Rennes en juin 2021.

En outre, les précipitations ont été peu abondantes sur les deux secteurs lors des mois de mars/avril qui constituent l'une des deux périodes d'application majeure des pesticides.

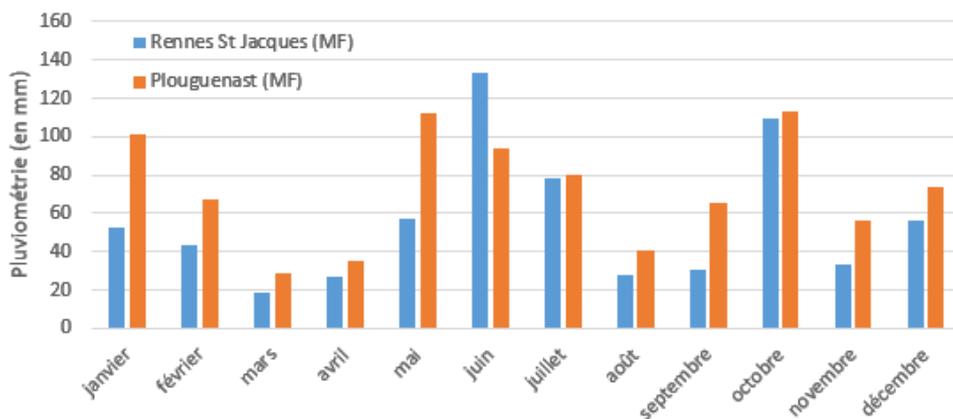


Figure 16 : Evolution mensuelle des précipitations en 2021 [Données Météo France]

Concernant les précipitations, la réglementation demande que les applications ne soient pas réalisées lorsque l'intensité des précipitations est supérieure à 8 mm par heure, au moment du traitement (Arrêté du 4 mai 2017).

Focus sur la comparaison des cumuls mensuels de précipitations 2019-2021

Les résultats de cette surveillance 2021 seront notamment comparés dans la suite du rapport à ceux de l'année 2019 (dernière année disponible avec un suivi sur l'ensemble de l'année).

Pour permettre cette comparaison, la figure suivante présente un comparatif des précipitations mensuelles.

¹⁹ Normales météo France période 1981-2010



Figure 17 : Comparaison des précipitations mensuelles 2019 et 2021 (données Météo France)

L'année 2019 a été marquée par des précipitations abondantes durant l'automne (octobre et surtout novembre). On peut donc s'attendre à des niveaux de pesticides dans l'air inférieurs en 2019 sur cette période de l'année. Au contraire, le cumul du mois de juin 2021 à Rennes a été bien supérieur à celui de 2019.

La prise en compte de ces évolutions interannuelles permettra de faciliter la compréhension des évolutions de pesticides dans l'air.

IV4. Synthèse des conditions météorologiques 2021 sur les deux secteurs :

Cette analyse des conditions météorologiques en 2021 révèle les différences suivantes entre les deux secteurs :

- **Conditions de vent** : des différences ont été observées entre les deux secteurs. Malgré cela l'éloignement suffisant des points de prélèvement par rapport aux parcelles cultivées minimise l'influence directe des vents excepté toutefois pour le site de Kergoff, positionné à proximité immédiate des parcelles ; il se trouve donc sous l'influence des sources de pesticides quelles que soient les directions de vents.
- **Humidité** : peu de différences ont été observées entre les deux secteurs.
- **Précipitations** : le secteur de Kergoff présente des précipitations largement plus abondantes que celui de Rennes. Les précipitations sur les deux secteurs ont été légèrement inférieures aux normales saisonnières.

A cette échelle temporelle, l'impact de ces conditions météorologiques sur les niveaux de pesticides est toutefois difficile à appréhender.



Suivi des pesticides dans l'air en 2021

V. RESULTATS ET INTERPRETATION DES MESURES

Les résultats de la surveillance réalisée durant l'année 2021 sont présentés dans le chapitre suivant. Ils sont comparés dans une seconde partie à ceux des précédentes campagnes.

V1. Résultats de la surveillance 2021

a) Méthode d'exploitation des données 2021

Ce chapitre est réservé à la présentation du mode de traitement des données de l'année 2021 pour les trois sites de mesure.

Pour les sites de Mordelles et Kergoff, le nombre de prélèvements réalisés et leur répartition sur l'année est proche. En revanche, près de deux fois moins de prélèvement ont été réalisés sur le site de Rennes, ces derniers ayant été concentrés sur les périodes d'application majoritaire de pesticides, périodes où les niveaux sont les plus élevés.

Tenant compte de ces variabilités d'échantillonnage, les traitements suivants sont réalisés dans ce chapitre :

- Comparaison inter-sites du **nombre de molécules détectées** par type d'action :

Il s'agit du nombre de substances détectées par site c'est-à-dire la somme des substances ayant présenté une concentration supérieure à la limite de détection pour au moins un prélèvement durant la campagne.

Bien que le nombre de prélèvement soit différent entre les sites, cette comparaison sur l'année reste pertinente car les prélèvements sur le site de Pays-Bas ont été réalisés lors des deux périodes d'application majoritaire où l'essentiel des substances est généralement détecté.

- Comparaison des **fréquences de détection** des substances :

La fréquence de détection est calculée pour chaque molécule en divisant le nombre de prélèvement avec une concentration supérieure à la limite de détection par le nombre total de prélèvement réalisé.

Cela permet de mettre en évidence les substances les plus détectées par site de mesure sur la période investiguée.

La comparaison inter-site est également possible. Une réserve toutefois puisque cette variable est très liée au nombre de prélèvement réalisé dans l'année.

- Comparaison inter-sites des **cumuls hebdomadaires** par type d'action

Les cumuls hebdomadaires sont calculés en sommant, pour chaque semaine, les concentrations des substances détectées.

Un premier traitement est réalisé sur l'année en comparant entre les sites les cumuls hebdomadaires moyens par type d'action. Cette moyenne sur l'année ne tient pas compte des prélèvements pour lesquels la substance n'a pas été détectée.

Une réserve est apportée sur la comparaison inter-sites de ces cumuls hebdomadaires moyens. En effet, cette moyenne est probablement majorée pour le site de Rennes Pays-Bas en raison du plus

faible nombre de prélèvement sur ce site et l'absence de prélèvement en dehors des périodes d'application ou certaines substances auraient pu être détectées bien qu'en concentrations plus faibles.

Dans un second temps, l'évolution temporelle des cumuls de concentration par semaine est présentée d'abord par site puis lors d'une comparaison inter-sites.

b) Les molécules détectées

▪ Analyse globale par type d'action

Parmi les 77 molécules recherchées, entre 14 et 22 ont été détectées dans les échantillons suivant les sites (cf. figure 18).

Les sites de Mordelles et de Kergoff présentent les plus grands nombres de substances détectées (respectivement 22 et 19 substances).

En termes de répartition suivant les modes d'action, les herbicides sont majoritaires pour l'ensemble des sites (entre 8 et 13 substances de type herbicide détectées par site).

Le nombre d'insecticides et de fongicides détectés par site est proche (3 à 5 substances selon les sites).

Les deux substances de type acaricide et rodenticide n'ont pas été détectées.

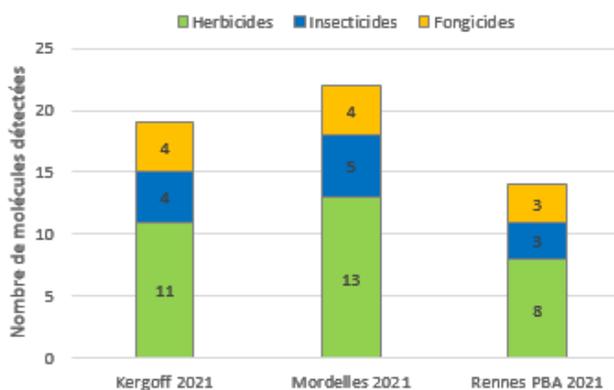


Figure 18 : Nombre de molécules détectées sur les trois sites (nombre prélèvements/an) en 2021

Les herbicides, majoritairement détectés dans les échantillons, sont les substances actives les plus vendues en Bretagne représentant par exemple 55% des quantités vendues 2019, suivi des fongicides 25% puis des insecticides (14%) [données ventes pesticides Bretagne environnement²⁰].

▪ Analyse détaillée par substance

Le tableau 6 présente la répartition des substances en fonction de leur fréquence de détection sur les trois sites de mesure. Les substances interdites d'utilisation figurent en rouge.

²⁰ <https://bretagne-environnement.fr/evolution-ventes-produits-phytosanitaires-bretagne-datavisualisation>

Les substances jamais détectées :

Selon les sites, entre 55 et 63 substances (sur les 77 substances recherchées) n'ont jamais été détectées. Parmi ces substances, entre 29 et 35 substances suivant les sites sont interdites d'utilisation (sur les 37 substances interdites recherchées).

→ Les substances détectées :

Les substances détectées à plus de 50% sur les sites sont assez similaires : il s'agit majoritairement d'herbicides (pendiméthaline, triallate, S-métolachlore, prosulfocarbe) et d'un insecticide (le lindane). Parmi ces substances seul le lindane est interdit d'utilisation.

Pourtant interdit en tant qu'insecticide en usage agricole en 1998, il se caractérise par une forte rémanence (il s'agit d'un Polluant Organique Persistant - POP) et une très forte volatilité²¹ ce qui explique ce taux de détection encore très important en Bretagne comme dans le reste de la France. Lors de la campagne nationale en 2018/2019, il présentait un taux de détection moyen supérieur à 90% sur l'ensemble du territoire.

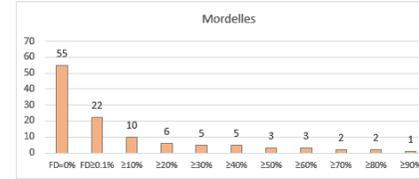
Les 8 substances interdites d'utilisation et détectées dans les échantillons présentent des taux de détection souvent inférieurs à 10% en lien avec le retrait de ces substances du marché. Deux exceptions, le lindane présentant des caractéristiques particulières exposées ci-dessus, et le chlorothalonil, auparavant très utilisé en Bretagne, dont l'interdiction est récente (mai 2020). Nous y reviendrons.

²¹ Il s'agit de la substance la plus volatile parmi les substances recherchées avec une constante de Henry de 0,98 Pa.m³/mol.

Tableau 6 : Répartition des substances en fonction de leur fréquence de détection

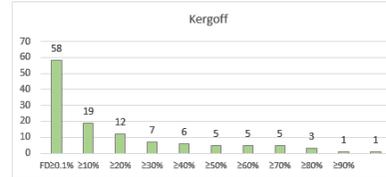
FD \geq 0.1%	\geq 10%	\geq 20%	\geq 30%	\geq 40%	\geq 50%	\geq 60%	\geq 70%	\geq 80%	\geq 90%
22 substances	10 substances	6 substances	5 substances	5 substances	3 substances	3 substances	2 substances	2 substances	1 substance
Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)
Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)
Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)		
S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)				
Prosulfocarbe (H)	Prosulfocarbe (H)	Prosulfocarbe (H)	Prosulfocarbe (H)	Prosulfocarbe (H)					
Chlorothalonil (F)	Chlorothalonil (F)	Chlorothalonil (F)							
Diflufenicanil (H)	Diflufenicanil (H)								
Diméthénamide (H)	Diméthénamide (H)								
Propyzamide (H)	Propyzamide (H)								
Tébuconazole (F)	Tébuconazole (F)								
Metazachlore (H)									
Bromoxynil octanoate (H)									
Clomazone (H)									
Heptachlore (I)									
Permethrine (I)									
Chlorpyrifos éthyl (I)									
Chlorpyrifos méthyl (I)									
Cyprodinil (F)									
Fenpropridine (F)									
Metribuzine (H)									
Oryzalin (H)									
Oxadiazon (H)									

Mordelles



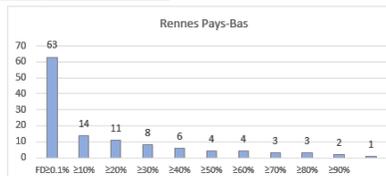
>LD	\geq 10%	\geq 20%	\geq 30%	\geq 40%	\geq 50%	\geq 60%	\geq 70%	\geq 80%	\geq 90%
19 substances	12 substances	7 substances	6 substances	5 substances	5 substances	5 substances	3 substances	1 substance	1 substance
Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)
Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)
Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)
Prosulfocarbe (H)	Prosulfocarbe (H)	Prosulfocarbe (H)	Prosulfocarbe (H)	Prosulfocarbe (H)	Prosulfocarbe (H)	Prosulfocarbe (H)	Prosulfocarbe (H)		
S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)		
Diflufenicanil (H)	Diflufenicanil (H)	Diflufenicanil (H)	Diflufenicanil (H)	Diflufenicanil (H)					
Clomazone (H)	Clomazone (H)	Clomazone (H)							
Diméthénamide (H)	Diméthénamide (H)								
Propyzamide (H)	Propyzamide (H)								
Tébuconazole (F)	Tébuconazole (F)								
Bromoxynil octanoate (H)	Bromoxynil octanoate (H)								
Cyprodinil (F)	Cyprodinil (F)								
Chlorothalonil (F)									
Fluopyram (F)									
Metazachlore (H)									
Heptachlore (I)									
Chlorpyrifos éthyl (I)									
Metribuzine (H)									
Pyrimicarbe (I)									

Kergoff



>LD	\geq 10%	\geq 20%	\geq 30%	\geq 40%	\geq 50%	\geq 60%	\geq 70%	\geq 80%	\geq 90%
14 substances	11 substances	8 substances	6 substances	4 substances	4 substances	3 substances	3 substances	2 substances	1 substance
Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)	Lindane (I)
Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)	Pendiméthaline (H)
Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)	Triallate (H)
S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)	S-Métolachlore (H)			
Prosulfocarbe (H)	Prosulfocarbe (H)	Prosulfocarbe (H)	Prosulfocarbe (H)	Prosulfocarbe (H)					
Diflufenicanil (H)	Diflufenicanil (H)	Diflufenicanil (H)	Diflufenicanil (H)	Diflufenicanil (H)					
Chlorothalonil (F)	Chlorothalonil (F)	Chlorothalonil (F)							
Propyzamide (H)	Propyzamide (H)	Propyzamide (H)							
Tébuconazole (F)	Tébuconazole (F)								
Chlorpyrifos éthyl (I)	Chlorpyrifos éthyl (I)								
2,4 D (H)	2,4 D (H)								
Metazachlore (H)									
Permethrine (I)									
Folpet (= folpelt) (F)									

Rennes Pays-Bas



Suivi des pesticides dans l'air en 2021

Les figures suivantes (19 à 21) présentent les fréquences de détection des différentes molécules détectées par site.

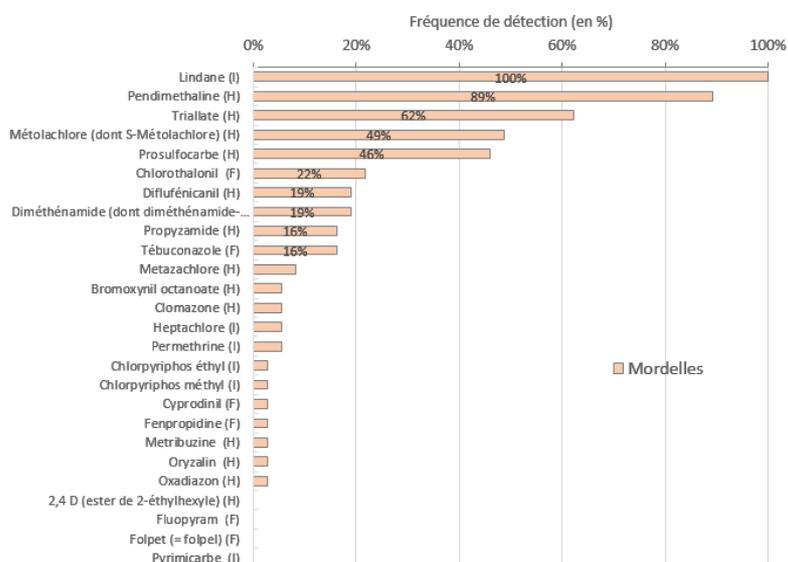


Figure 19 : Fréquence de détection des pesticides pour le site de Mordelles (%)

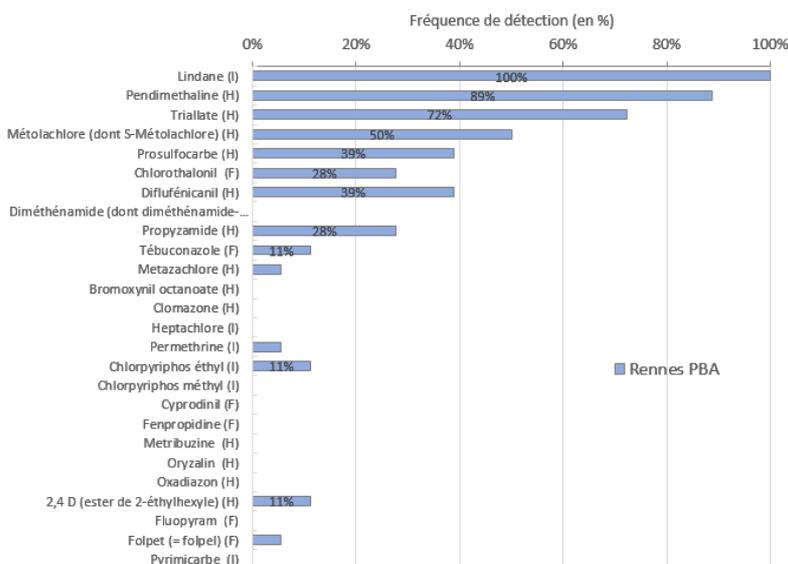


Figure 20 : Fréquence de détection des pesticides pour le site de Rennes Pays-Bas (%)

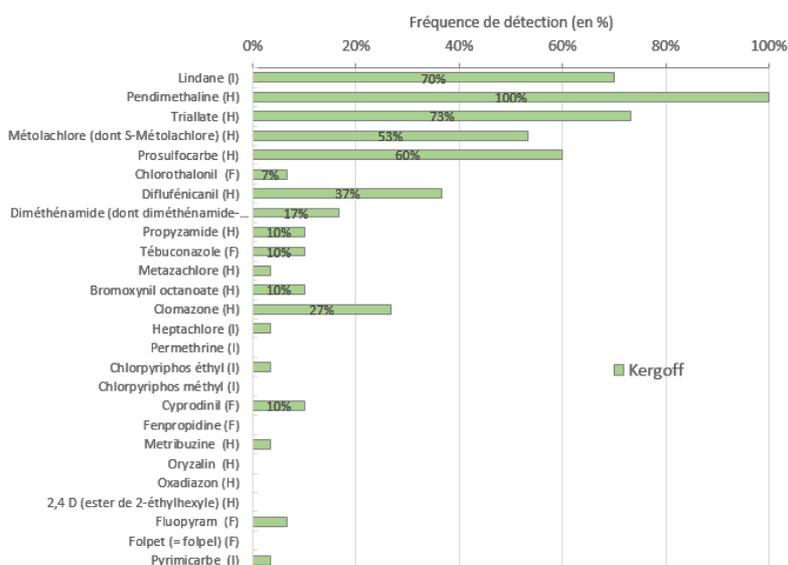


Figure 21 : Fréquence de détection des pesticides pour le site de Kergoff (%)

26 substances différentes ont été détectées au total sur les 3 sites dont 10 ont été détectées systématiquement sur l'ensemble des sites. Il s'agit des 10 substances les plus détectées pour les trois sites hormis le diméthénamide, non détecté sur le site de Rennes-Pays-Bas.

Parmi ces 10 substances, le **lindane** est l'une des substances les plus détectée sur les sites : 100% des prélèvements pour Mordelles et Rennes Pays-Bas et 70% à Kergoff.

Le top 10 comprend majoritairement des herbicides (x7) ; seul 1 insecticide (le lindane) et 2 fongicides (chlorothalonil et le tébuconazole) figurent dans les substances les plus détectées.

Le top 5 est identique sur les 3 sites : le lindane, la pendiméthaline, le triallate, le métolachlore et le prosulfocarbe.

Pour le site de Rennes Pays-Bas, pourtant plus éloigné des parcelles agricoles, ce top 10 est quasi identique. La différence avec les autres sites porte sur les substances détectées à de faible taux de présence (<10%) sur les autres sites, qui n'ont pas été retrouvés systématiquement à Rennes.

Les sites de Mordelles et Kergoff se distinguent par quelques particularités pour certaines substances : +30% pour le lindane et +15% pour le chlorothalonil à Mordelles par rapport à Kergoff, +18 % pour le diflufénicanil et +14% pour le prosulfocarbe à Kergoff par rapport à Mordelles.

La figure suivante présente le cumul des fréquences de détection par substance et pour les 3 sites ce qui permet de mettre en évidence les substances les plus détectées tous sites confondus.

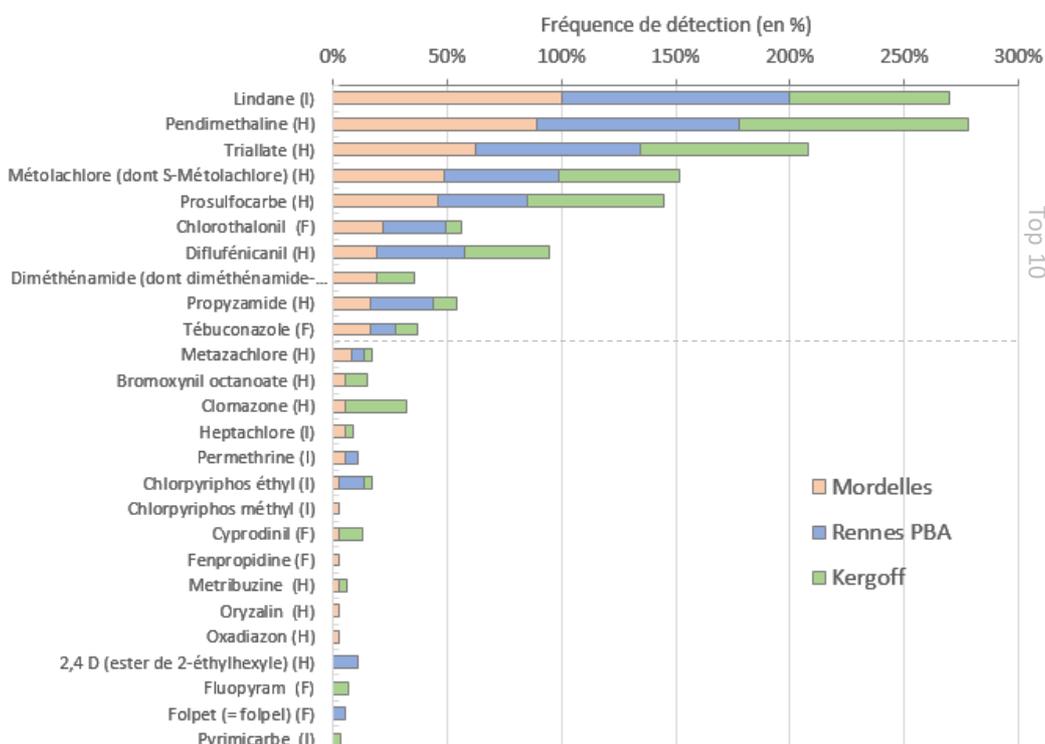


Figure 22 : Fréquences de détection des pesticides – cumul pour les 3 sites

Cinq molécules présentent des taux de détection supérieurs ou proches de 50 % sur chacun des sites. Il s'agit des substances systématiquement mesurées dans l'air depuis quelques années.

Le **lindane**, insecticide interdit d'utilisation depuis 1998, a été retrouvé dans quasi tous les prélèvements en 2021.

La **pendiméthaline**, herbicide qui a été détecté dans 93% des prélèvements en moyenne sur les 3 sites (dont 100% des prélèvements à Kergoff). Il s'agit d'un désherbant principalement utilisé pour les céréales à paille, le maïs et le soja mais également sur certains légumes. Les quantités vendues sont en augmentation en Bretagne (62.7 tonnes en 2019, +11% de 2015 à 2019²²).

Le **triallate** est un herbicide utilisé sur betterave et colza. Malgré son plus faible tonnage vendu en 2019 comparé à la pendiméthaline par exemple (1.6 tonnes vendues en Bretagne en 2019), il a été retrouvé dans 69% des échantillons en moyenne, à des niveaux de concentration toutefois bien inférieurs, nous le verrons par la suite.

Le **S-Métolachlore** est un herbicide utilisé sur la culture du maïs en pré-levée (113 tonnes en 2019). Il a été retrouvé dans un peu plus de 50% des échantillons en moyenne sur l'année sur les trois sites. Nous verrons par la suite qu'il a été mesuré uniquement sur la période du printemps.

Enfin le **prosulfocarbe** complète les substances les plus détectées avec un taux moyen de 48%. Il s'agit d'un herbicide racinaire, homologué sur les grandes cultures, très utilisé en Bretagne (132 tonnes vendues, soit 3^{ème} substance la plus vendue en Bretagne en 2019). Il est principalement utilisé à l'automne sur les cultures d'hiver : blés dur et tendre d'hiver, orge d'hiver, seigles d'hiver.

²² <https://bretagne-environnement.fr/evolution-ventes-produits-phytosanitaires-bretagne-datavisualisation>

Fortement sujet à la dérive et la volatilisation après pulvérisation, son utilisation a été durcie par l'ANSES à partir d'octobre 2018 afin de limiter la contamination des cultures non cibles comme les pommes récoltées lors des périodes d'application de la substance active.

- **Substances interdites d'utilisation détectées dans les échantillons**

Parmi les 26 substances détectées en 2021, **8 sont interdites d'utilisation** (tableau 6).

Tableau 7 : Détection des substances interdites d'utilisation

	Kergoff	Mordelles	Rennes PBA	Moyenne
Lindane (I)	70%	100%	100%	90%
Chlorothalonil (F)	7%	22%	28%	19%
Heptachlore (I)	3%	5%		4%
Permethrine (I)		5%	6%	5%
Chlorpyrifos éthyl (I)	3%	3%	11%	6%
Chlorpyrifos méthyl (I)		3%		3%
Oryzalin (H)		3%		3%
Oxadiazon (H)		3%		3%

Parmi celles-ci, le **lindane** est de loin la substance la plus détectée avec 90% de taux de détection en moyenne.

Le **chlorothalonil** présente un taux de détection significatif avec 19% de taux de détection en moyenne. Il a été plus présent dans les échantillons de Mordelles et de Rennes Pays-Bas par rapport à Kergoff ; le site de Rennes présente le taux de détection le plus élevé (28%) parmi les trois sites.

Les interdictions de vente et d'usage pour cette substance ont respectivement été fixées au 20/02/20 puis 20/05/20.

Nous verrons par la suite que cette molécule a été détectée uniquement au printemps ce qui semble traduire des usages malgré son interdiction en lien possible avec des stocks résiduels.

Les autres substances interdites ont été détectées à de faibles taux (<11%). Il s'agit de 4 insecticides et 2 herbicides.

c) Les concentrations hebdomadaires

- ❖ **Les cumuls hebdomadaires moyens et maximaux par site**

La figure suivante présente les cumuls hebdomadaires moyens et maximaux des concentrations selon la nature de la molécule et pour les trois sites de mesure.

Comme expliqué auparavant, les moyennes des concentrations appelées 'cumul hebdomadaires moyens' ne tiennent pas compte des concentrations inférieures à la limite de détection.

Suivi des pesticides dans l'air en 2021

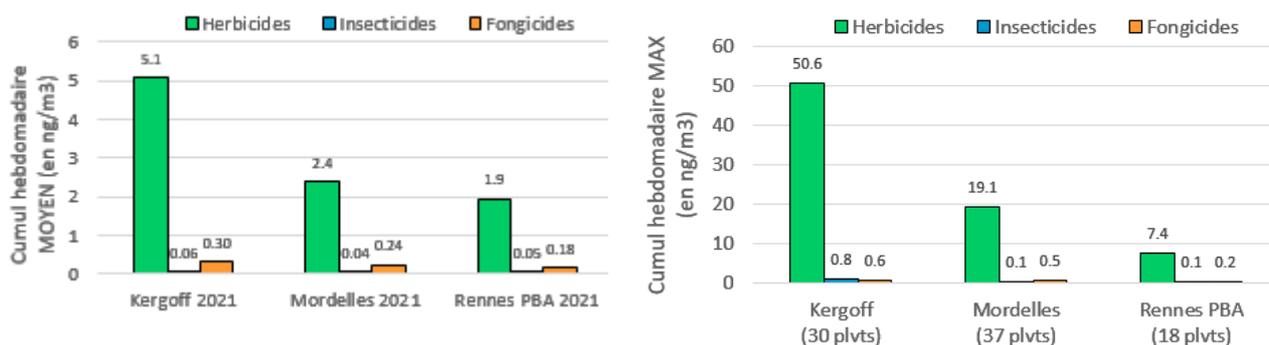


Figure 23 : Cumul hebdomadaire moyen (à gauche) et maximal (à droite) des concentrations en pesticides sur les trois sites en 2021

Les herbicides présentent les cumuls hebdomadaires moyens les plus élevés avec respectivement 5.1 ng/m³ pour le site de Kergoff et entre 2.4 et 1.9 ng/m³ pour les deux autres sites (cf. figure 23). Le site de Kergoff, plus proche des parcelles agricoles, présente la concentration la plus élevée.

Les cumuls hebdomadaires moyens des fongicides et des insecticides sont très proches sur les trois sites respectivement de l'ordre de 0.3 ng/m³ et de 0.04 ng/m³.

Les herbicides présentent également les cumuls hebdomadaires (maximaux) les plus élevés atteignant 51 ng/m³ pour le site de Kergoff, 19 ng/m³ à Mordelles et 7 ng/m³ à Rennes. Cette hiérarchie est en accord avec l'éloignement des sites aux parcelles agricoles (sous réserve que l'usage soit agricole).

Les cumuls hebdomadaires maximaux des insecticides et fongicides sont bien inférieurs avec des niveaux inférieurs à 1 ng/m³.

NOTA (rappel) : Les cumuls hebdomadaires moyens pour le site de Rennes Pays-Bas pourraient être légèrement majorés par rapport à ceux des deux autres sites en l'absence de prélèvement en dehors des deux périodes d'application majoritaire.

❖ Evolution temporelle des cumuls hebdomadaires par type d'action

Les figures suivantes présentent l'évolution des cumuls hebdomadaires pour les trois familles de substances détectées.

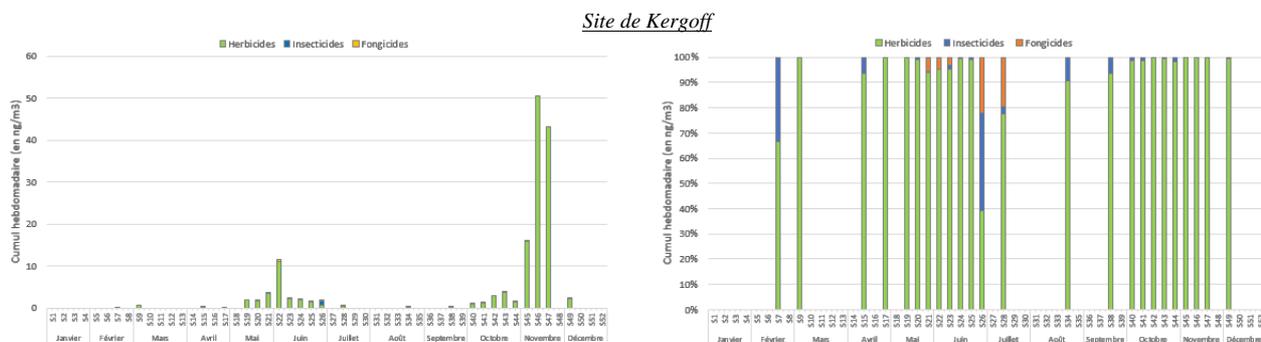


Figure 24 : Evolution des cumuls hebdomadaires par type d'usage pour le site de Kergoff en 2021

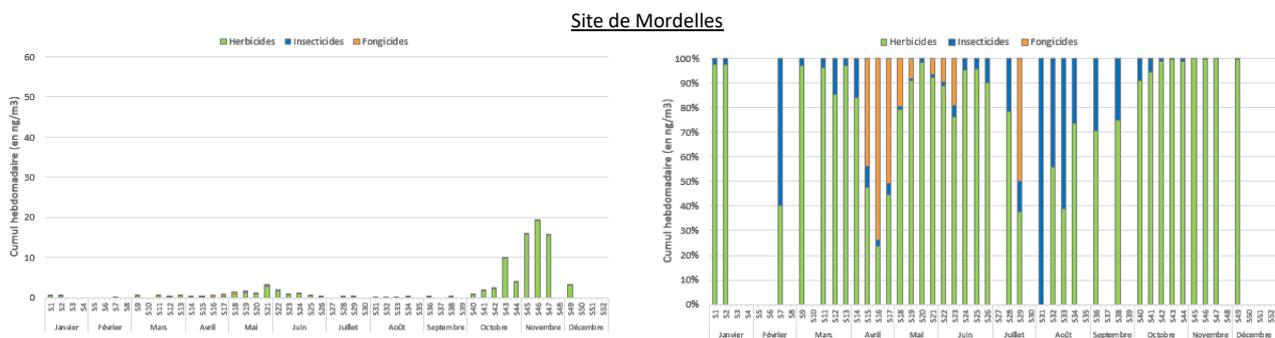


Figure 25 : Evolution des cumuls hebdomadaires par type d'usage pour le site de Mordelles en 2021

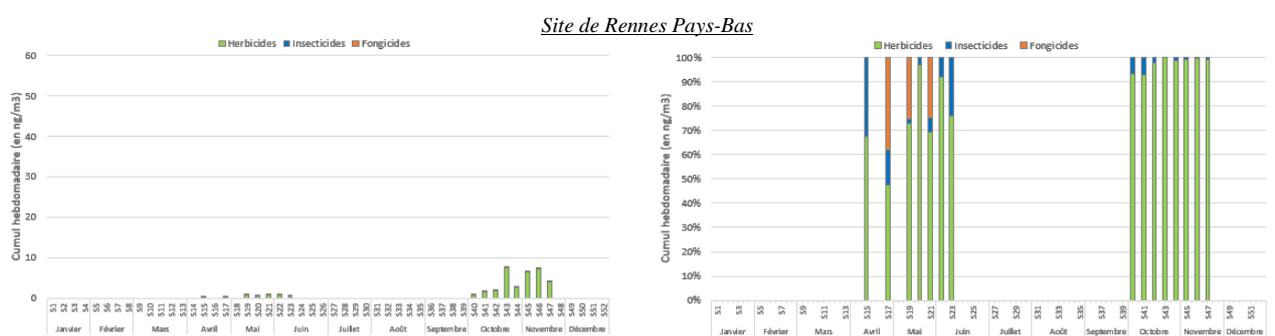


Figure 26 : Evolution des cumuls hebdomadaires par type d'usage pour le site de Rennes Pays-Bas en 2021

La répartition saisonnière des concentrations est similaire selon les sites : les périodes du printemps et de l'automne présentent les cumuls hebdomadaires les plus élevés. Ce constat s'explique par une activité agricole identique sur les trois sites sous influence 'grandes cultures'.

Le site de Kergoff, positionné à proximité immédiate des parcelles agricoles, présente les cumuls hebdomadaires les plus élevés à la fois au printemps (max 10 ng/m³) et à l'automne (max 51 ng/m³).

Comme ce qui avait été observé lors de la campagne nationale 2018/2019, les **profils temporels entre les sites sont proches** car influencés par une même activité agricole dominante. On retrouve ainsi les pics de concentrations au même période de l'année. **Il se distinguent néanmoins par les niveaux de concentrations atteints**, plus élevés en milieu rural (plusieurs dizaines de ng/m³ particulièrement à l'automne) qu'en milieu urbain et péri-urbain (de quelques ng/m³ au printemps à 10 - 20 ng/m³ à l'automne).

Ce constat est compréhensible pour les sites de Kergoff et Mordelles du fait de la proximité des parcelles agricoles. Pour le site de Rennes, cela signifie d'une part que le niveau de pesticides au cœur de ville est lui aussi sous influence agricole (avec un top 10 quasi identique aux deux autres sites) et que l'apport d'application en milieu urbain serait négligeable.

Les herbicides sont largement majoritaires dans ces cumuls hebdomadaires et ce pour les deux périodes d'application majoritaire : au printemps de mi-mai à mi-juin puis durant l'automne de début octobre à fin novembre.

Les fongicides ont été mesurés seulement au printemps (de mi-avril à mi-juin) puis durant l'été (mi-juillet).

Les insecticides ont été mesurés toute l'année à des niveaux très faibles.

Les cumuls des substances actives de type fongicides et insecticides sont faibles au regard de ceux des herbicides. Ils sont donc peu lisibles sur ces représentations graphiques. Une analyse de l'évolution temporelle par nature de substance active est réalisée dans les chapitres suivants.

❖ Les fongicides

Les fongicides sont des substances actives utilisées dans la lutte contre les maladies des plantes provoquées par des champignons. Ils représentaient 25% des quantités de substances actives vendues en 2019, et 111 substances actives différentes [données Bretagne environnement].

Sur les 21 substances actives recherchées pour cette famille, 6 substances ont été détectées (figure 27) dont 2 sur les trois sites. Il s'agit :

- du **chlorothalonil**, très utilisé auparavant au printemps en Bretagne sur les cultures de céréales (2^{ème} fongicide le plus vendu avec 49,7 tonnes en 2019), cette substance est interdite depuis mai 2020. Des usages semblent toutefois persister au vu des profils temporels observés en 2021 (figure 28).

- du **tébuconazole**, fongicide utilisé sur les céréales, dont les quantités vendues sont en augmentation depuis quelques années (29.1 tonnes en 2019, +22% depuis 2015 en Bretagne).

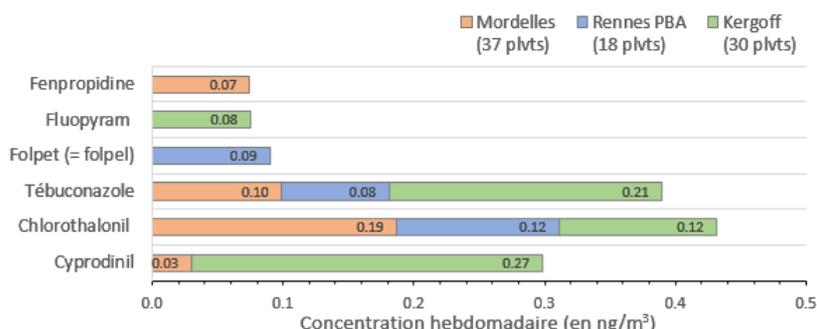


Figure 27 : Concentration hebdomadaire moyenne par substance active de type fongicides

Trois autres substances ont été mesurées sur un seul des trois sites :

- la fenpropidine retrouvé dans un seul échantillon mi-juillet à Mordelles,
- Le fluopyram mesuré sur deux échantillons successifs fin mai/début juin sur le site de Kergoff ;
- le folpel détecté dans un seul échantillon sur le site de Rennes mi-mai à une concentration inférieure à 0,1 ng/m³. Il s'agit d'un bon traceur de la viticulture. Lors de la campagne nationale, une concentration maximale de 109 ng/m³ avait été mesurée sur un site de prélèvement situé zone viticole.

Les profils temporels des substances de type insecticide sont présentés dans les figures ci-dessous.

Suivi des pesticides dans l'air en 2021

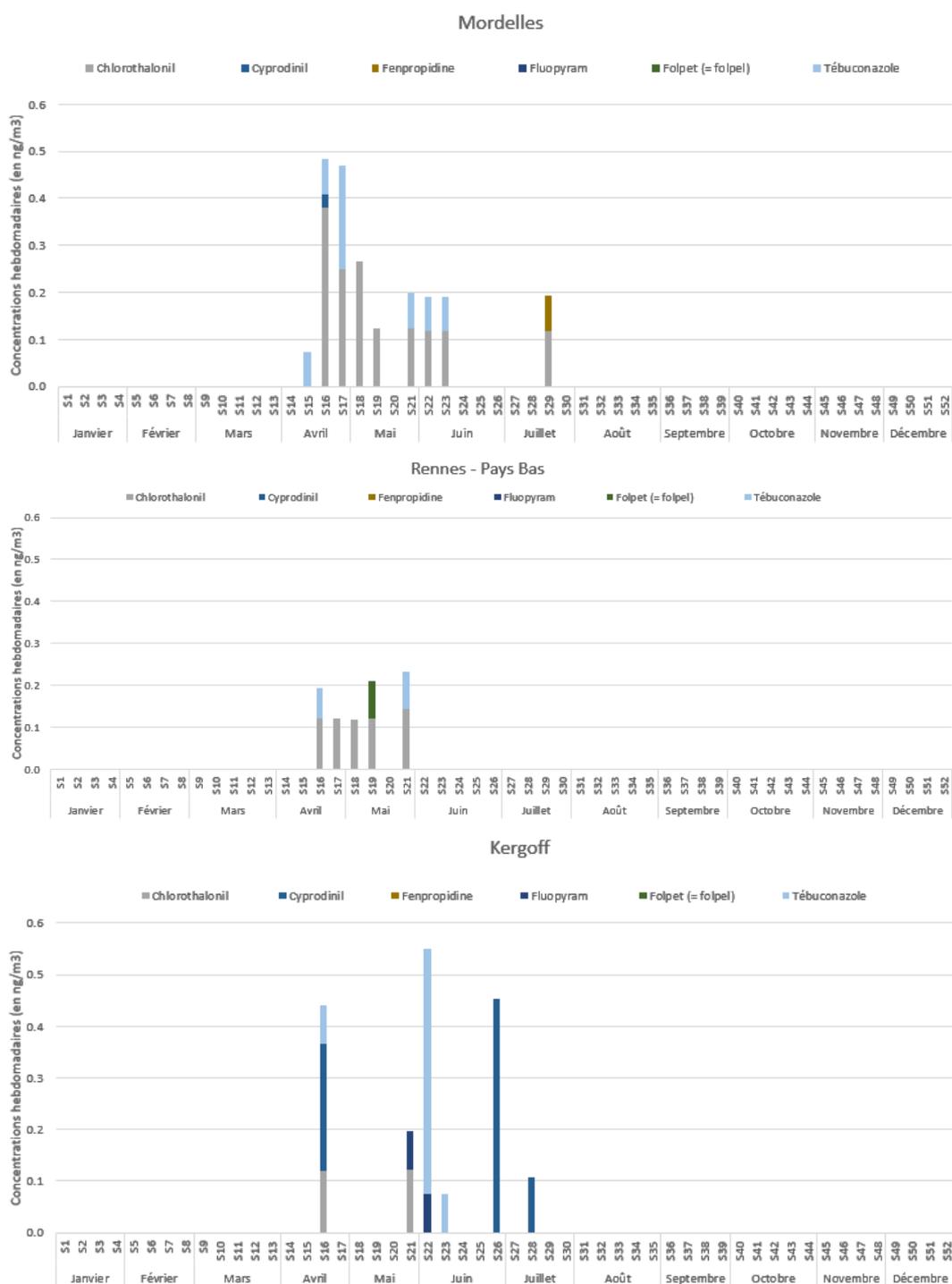


Figure 28 : Concentrations hebdomadaires par site pour les substances de type Fongicides en 2021

Sur les trois sites, les fongicides ont été mesurés essentiellement de mi-avril à mi-juin. Certaines substances telles que le cyprodinil, semblent aussi être appliquées plus tardivement (courant juillet sur le site de Kergoff).

Le chlorothalonil est la substance la plus fréquemment détectée suivie du tebuconazole.

Dans cette famille des Fongicides, une seule substance interdite d'utilisation a été mesurée (chlorothalonil).

❖ Les herbicides

Les herbicides servent à la lutte contre les adventices (ou « mauvaises herbes ») des cultures. Ils concernaient 55% de la quantité de substances actives vendues en Bretagne en 2019 et 102 substances actives [données Bretagne environnement].

Sur les 29 substances actives recherchées, 14 ont été détectées au total dont la moitié sur les trois sites de mesure.

Le prosulfocarbe, la pendiméthaline, le S-métolachlore, la propyzamide et le triallate sont les cinq substances actives présentant les cumuls hebdomadaires les plus élevés même si le prosulfocarbe se détache nettement des autres substances (cf. figure 29).

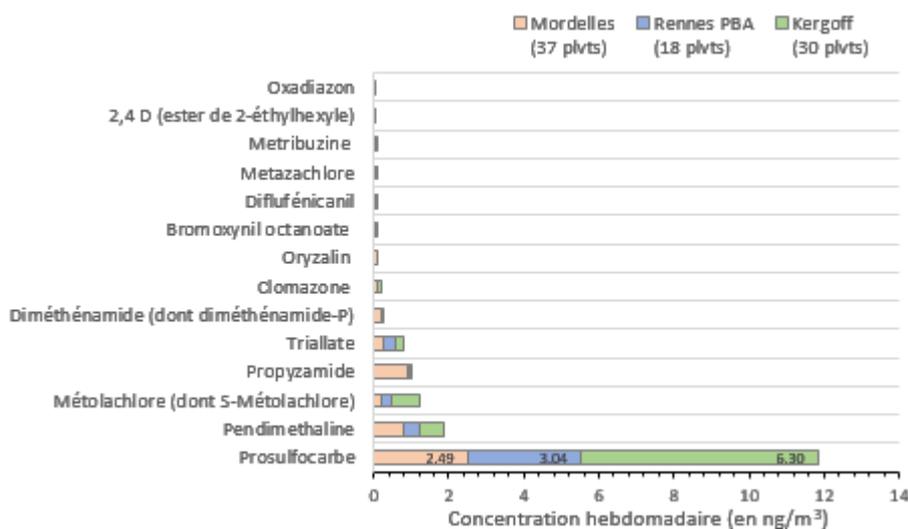


Figure 29 : Concentrations hebdomadaires moyennes par substance active de type herbicides

Les cumuls hebdomadaires les plus élevés ont été mesurés durant l'automne (cf. figure 30), particulièrement lors du mois de novembre.

A cette période, le **prosulfocarbe** représente entre 60 et 95% des cumuls hebdomadaires mesurés pour les substances de type herbicides. La concentration maximale mesurée pour cette substance est de 41 ng/m³ lors de la semaine 46 à Kergoff. Cette substance a également été mesurée au printemps mais en concentration nettement inférieure. Il s'agit d'un désherbant utilisé dans les cultures de céréales mais également de pomme de terre ce qui pourrait justifier sa présence au printemps.

La **pendiméthaline** est mesurée toute l'année (taux de détection >90% sur les trois sites). Les concentrations les plus élevées ont été mesurées durant l'automne, sur le site de Mordelles (max 6.6 ng/m³ en semaine 45). Il s'agit d'un désherbant sélectif utilisé dans les cultures de céréales, de maïs et de certains légumes. Son fort taux de détection sur l'année pour les 3 sites met en évidence une forte rémanence de la substance dans l'environnement. L'ANSES considère qu'il s'agit d'une

substance « candidate à la substitution du fait de ses propriétés de persistance et de toxicité pour les organismes aquatiques »²³.

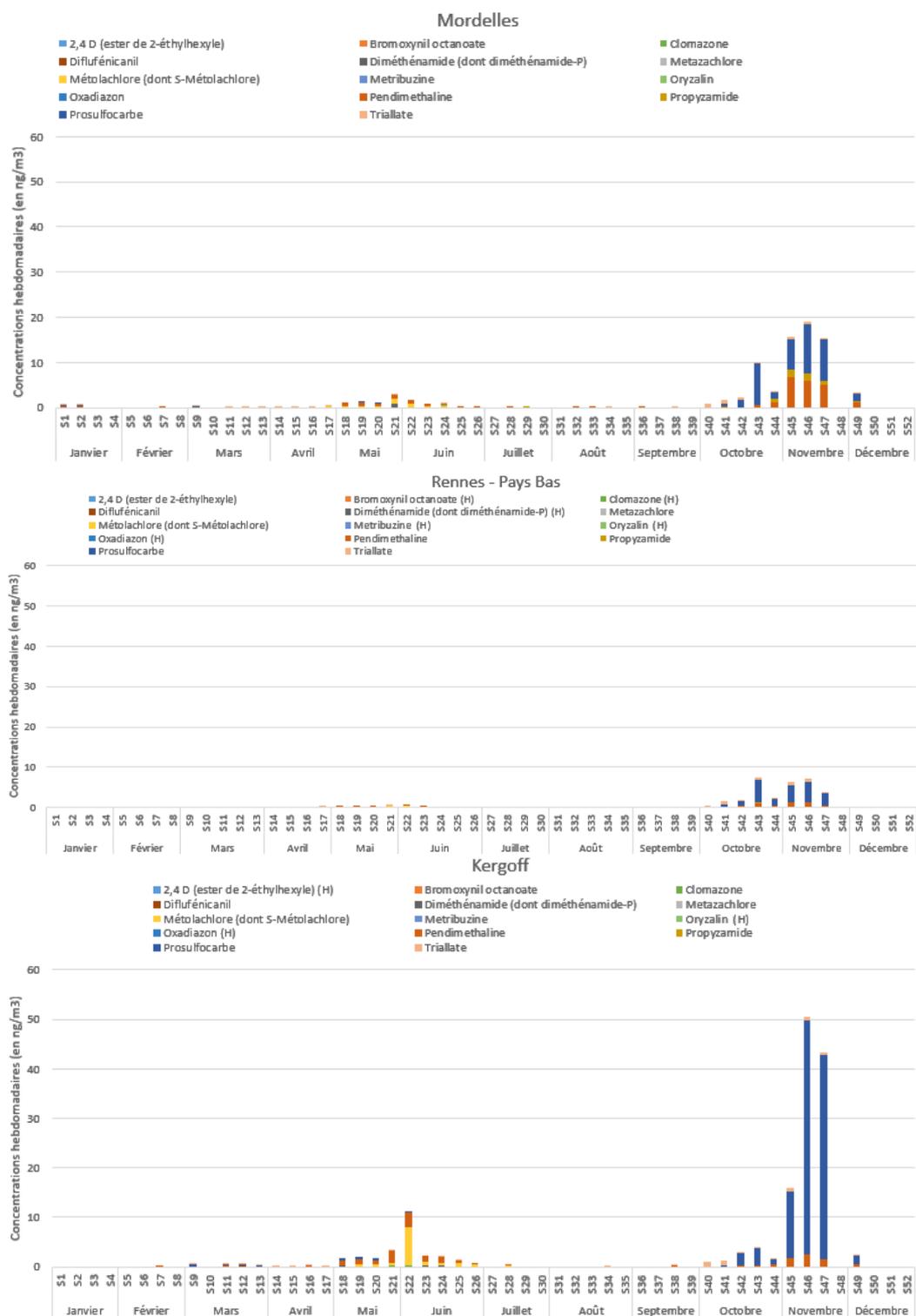


Figure 30 : Concentrations hebdomadaires par site pour les substances de type Herbicides en 2021

²³ https://www.anses.fr/fr/system/files/Fiche_PPV_Pendimethaline.pdf

Si la majorité des herbicides est retrouvée sur l'ensemble de l'année avec des niveaux de concentration toutefois différents, d'autres sont plus spécifiques à certaines périodes comme le **S-métolachlore** mesuré seulement au printemps. Il s'applique sur la culture de maïs en pré-levée. Les concentrations les plus importantes ont été relevées sur le site de Kergoff (max 7.7 ng/m³ en semaine 22 – cf. figure 31).

Les figures suivantes présentent l'évolution temporelle des cumuls hebdomadaires pour les quatre herbicides les plus détectés sur le site de Kergoff (par ordre décroissant de taux de détection sur l'année).

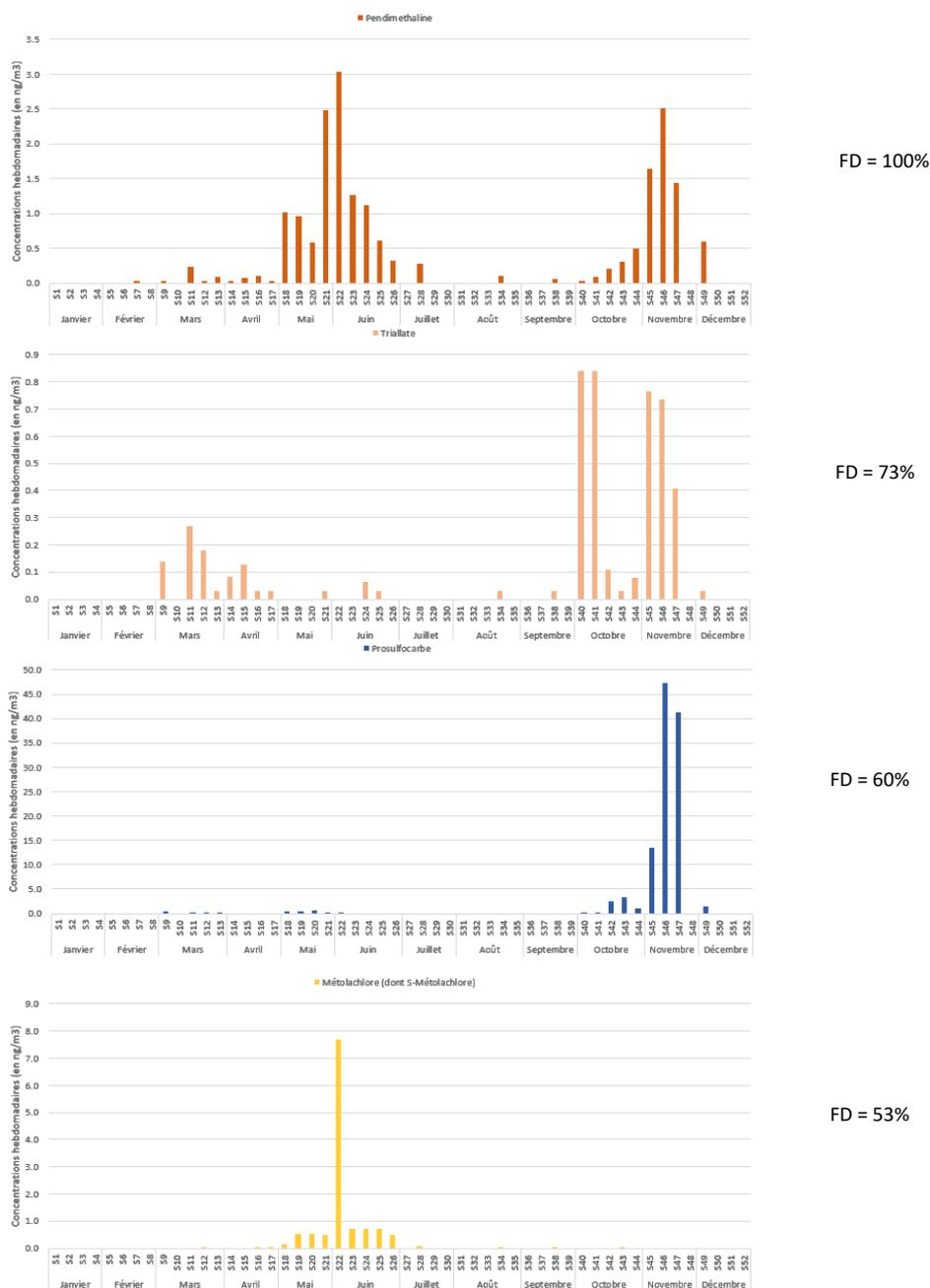


Figure 31 : Profils temporels des concentrations hebdomadaires pour les herbicides les plus détectés sur le site de Kergoff en 2021

Deux herbicides interdits d'utilisation ont été détectés.

Ils ont été détectés sur le site de Mordelles à une seule reprise (oxadiazon et oryzalin). Notons que l'oryzalin a été interdit d'utilisation en cours d'année 2021.

Focus sur le prosulfocarbe :

Cette substance est de loin celle qui présente les concentrations dans l'air les plus élevées sur les 3 sites : 47 ng/m³ à Kergoff, 10.8 ng/m³ à Mordelles et 5.7 ng/m³ à Pays-Bas. Elle est la plus présente dans les échantillons collectés de mi-octobre à mi-novembre ce qui coïncide avec sa période d'application sur céréales d'hiver.

Entre 2018 et 2019²⁴, la quantité de prosulfocarbe vendue en Bretagne a reculé de 58% (312 tonnes en 2018 contre 132 tonnes en 2019) en lien avec le durcissement de la réglementation concernant ses conditions d'utilisation. Cette substance est reconnue pour son potentiel de dérive lors de l'application (sur culture non cible notamment).

Le prosulfocarbe est principalement utilisé comme herbicide céréale à l'automne. Ces dernières années, des détections de cette substance ont été effectuées dans différentes régions sur des cultures dites non cibles. En septembre 2017, l'ANSES a une première fois modifié les conditions d'utilisation de spécialités commerciales contenant du prosulfocarbe en rendant obligatoire l'utilisation d'un dispositif spécifique d'application pour réduire la dérive (buses à injection d'air, appareils à rampes équipées d'assistance d'air homologués).

En septembre 2018, l'ANSES a de nouveau durci l'utilisation du prosulfocarbe en fixant des distances limites à respecter avec les cultures non cibles pour les applications d'automne :

- pour les cultures non cibles situées à moins de 500 m de la parcelle traitée, ne pas appliquer de produit avant la récolte de ces cultures.
- pour les cultures non cibles situées entre 500 m et 1 km de la parcelle traitée, ne pas appliquer de produit avant la récolte de ces cultures, ou en cas d'impossibilité, n'intervenir que le matin avant 9h ou le soir après 18h (en conditions de température faible et d'hygrométrie élevée).

Dans le cas où les cultures non cibles ne seraient pas récoltées avant la date limite d'application du prosulfocarbe (voir avec les exploitants concernés), il est conseillé de revoir sa stratégie de désherbage en appliquant un programme herbicide sans prosulfocarbe.

Malgré ces obligations réglementaires, le prosulfocarbe est encore très présent dans les échantillons.

❖ Les insecticides

Les insecticides sont des substances actives destinées à protéger les cultures, la santé humaine et le bétail contre les insectes. Ils représentaient 14% des quantités de substances actives vendues en Bretagne, et 69 substances au total [données Bretagne environnement].

²⁴ Données de vente de l'année 2020 non disponibles

Suivi des pesticides dans l'air en 2021

Sur les 25 substances actives recherchées, 6 ont été détectées dont la moitié sur les 3 sites (cf. figure 32).

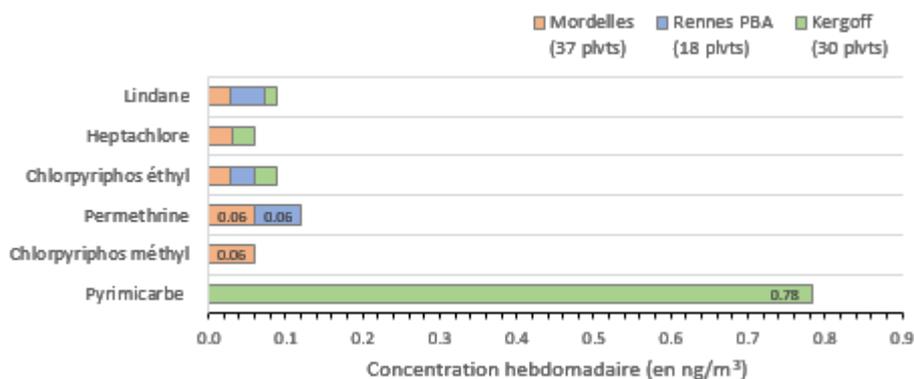
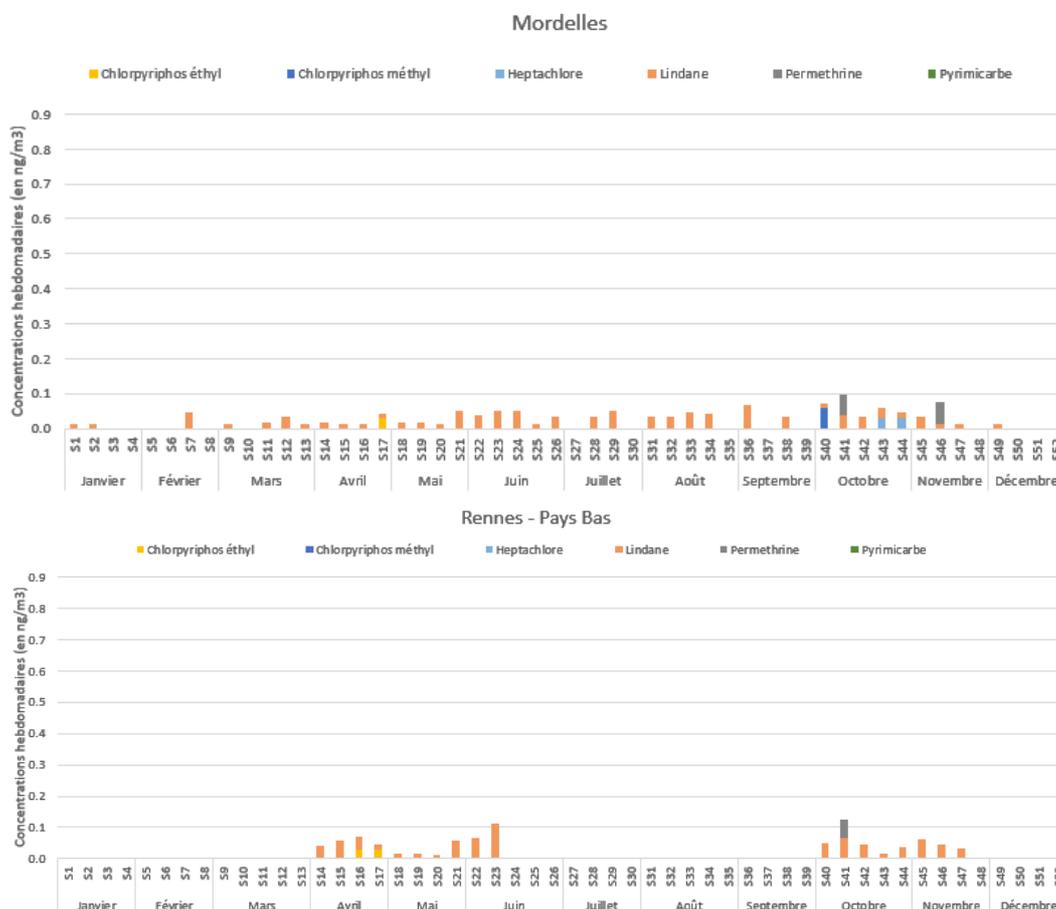


Figure 32 : Concentration hebdomadaire moyenne par substance active de type insecticides

Parmi ces 6 substances, seul le pyrimicarbe est autorisé. Il présente la concentration la plus élevée. Il a été mesuré seulement sur le site de kergoff et a une seule reprise en semaine 26 (cf. figure 33). Il s'agit d'un insecticide utilisé sur les cultures légumières pour la lutte contre les pucerons.

Les 5 autres substances ont été mesurées en traces (<0.1 ng/m³) avec des taux de détection souvent très faibles (<5%) excepté le lindane qui lui, présente un taux de détection très élevé (compris entre 70 et 100% selon les sites).



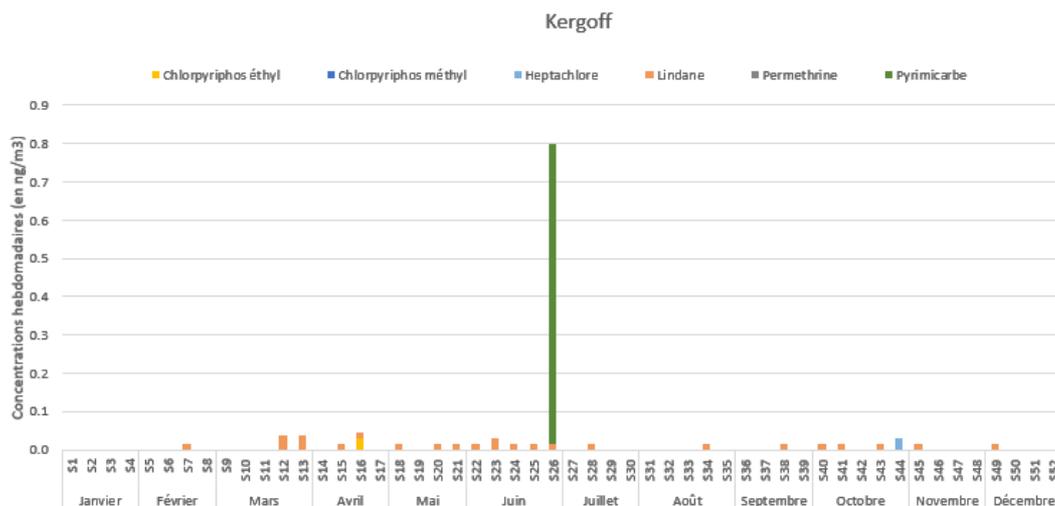


Figure 33 : Concentrations hebdomadaires par site pour les substances de type Insecticides en 2021

V2. Comparaison à l'historique des mesures

Air Breizh réalise des mesures de pesticides dans l'air depuis 2002 (cf. tableau 1). Nous proposons dans les chapitres suivants une comparaison des résultats de la surveillance 2021 à l'historique des mesures effectuées en région Bretagne.

a) Evolution interannuelle

La mise en œuvre d'une surveillance annuelle est récente en Bretagne. La première surveillance réalisée sur une année civile entière date de 2019 à Mordelles (intégrant la campagne nationale durant le 1^{er} semestre et la surveillance financée par le PRSE durant le 2nd semestre). Par ailleurs, cette surveillance portait sur un nombre de substance équivalent à la surveillance 2021.

Les résultats de la surveillance 2021 sur les sites de Mordelles et de Kergoff sont donc comparés à celle de 2019²⁵. Le suivi à rennes Pays-Bas n'est pas repris dans ce chapitre en raison d'un nombre de prélèvement différent.

▪ Les molécules détectées

Lors de la surveillance 2019 à Mordelles, 18 substances avaient été détectées contre respectivement 19 et 22 à Kergoff et Mordelles en 2021 (cf. figure 34).

Les fongicides étaient plus nombreux en 2019 à Mordelles. Ils avaient été mesurés exclusivement au printemps de cette même année.

²⁵ Rapport disponible en suivant ce lien : <https://www.airbreizh.asso.fr/publication/resultats-des-mesures-de-pesticides-a-mordelles-35-campagnes-automnales-2019-et-2020/>

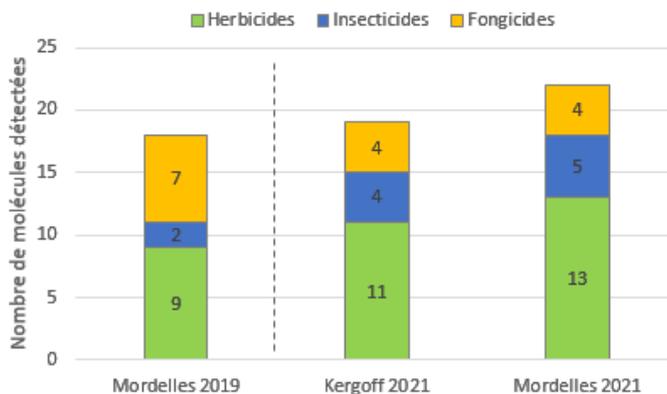


Figure 34 : Comparaison interannuelle du nombre de molécules détectées

■ Comparaison interannuelle des concentrations

Les moyennes annuelles par site ont été calculées en divisant le cumul des concentrations hebdomadaires par substance, par le nombre de prélèvements réalisés.

Contrairement au cumul hebdomadaire moyen calculé précédemment, ce calcul permet d'estimer une moyenne annuelle plus juste qui tient compte des prélèvements pour lesquels la substance n'a pas été détectée.

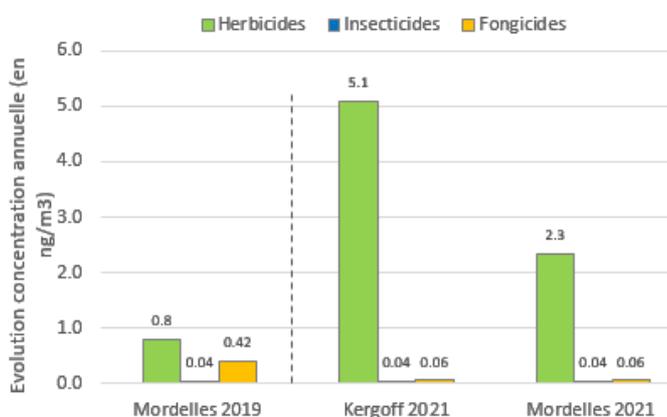


Figure 35 : Comparaison interannuelle des niveaux de pesticides par type d'action

Les concentrations sont stables concernant les insecticides (0.04 ng/m³).

En revanche, l'année 2021 présente des concentrations en herbicides nettement supérieures à celle de l'année 2019. Au contraire, la concentration en fongicides de l'année 2019 était 7 fois supérieure à celles de 2021.

Les figures de la page suivante présentent les évolutions interannuelles des moyennes pour les 28 substances détectées lors des suivis 2019 et 2021.

Concernant les herbicides qui regroupent le nombre de substance le plus important, les différences entre les années portent essentiellement sur la pendiméthaline et le prosulfocarbe.

Suivi des pesticides dans l'air en 2021

Pour la péndiméthaline, utilisée à la fois au printemps et à l'automne, on note une augmentation de la concentration annuelle d'un facteur 3.6 passant de 0.2 à 0.7 ng/m³ de 2018 à 2021 à Mordelles.

L'augmentation est du même ordre de grandeur pour le prosulfocarbe, passant de 0.4 à 1.1 ng/m³ entre 2019 et 2021 toujours à Mordelles.

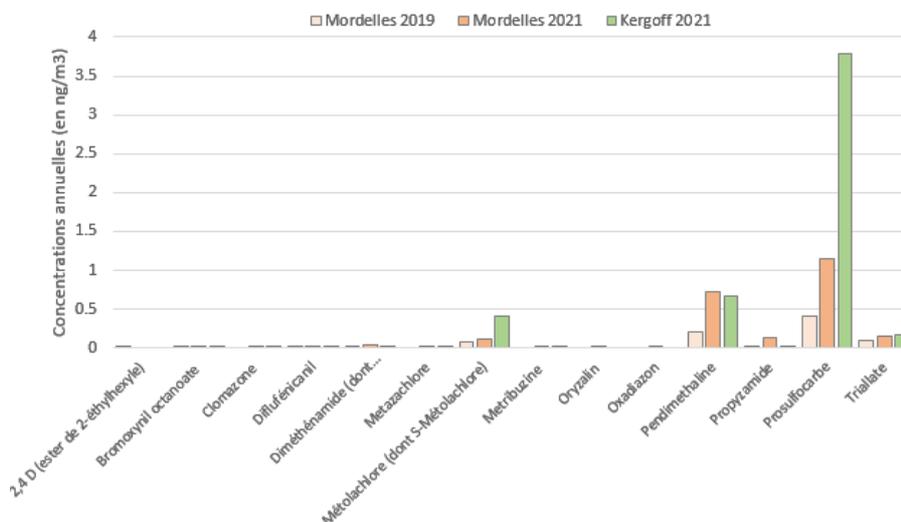


Figure 36 : Evolution interannuelle des pesticides de type 'herbicides'

Pour les fongicides, la différence porte sur le chlorothalonil. Rappelons que cette substance a été interdite d'utilisation en mai 2020. Il s'agissait encore en 2019 du 2nd fongicide vendu en Bretagne. On note une diminution importante de sa concentration dans l'air (facteur 10) entre 2019 et 2021 passant de 0.4 ng/m³ à 0.04 ng/m³ à Mordelles.

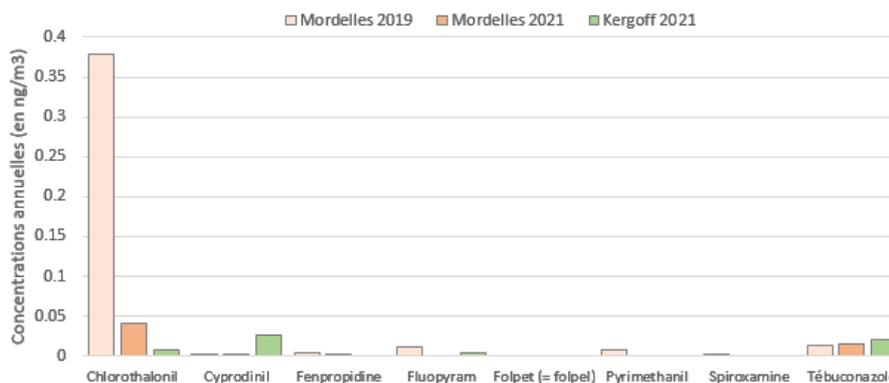


Figure 37 : Evolution interannuelle des pesticides de type 'fongicides'

Enfin pour les insecticides, les niveaux restent très faibles. Le chlorpyrifos méthyl présente une diminution des niveaux (il a été interdit au printemps 2020).

Le lindane présente des concentrations annuelles stables suivants les sites et les années.

Notons la présence du pyrimicarbe sur le site de Kergoff en 2021 qui n'avait pas été mesuré en 2019 à Mordelles. Parmi les substances détectées, il s'agit du seul insecticide autorisé en 2021.

Suivi des pesticides dans l'air en 2021

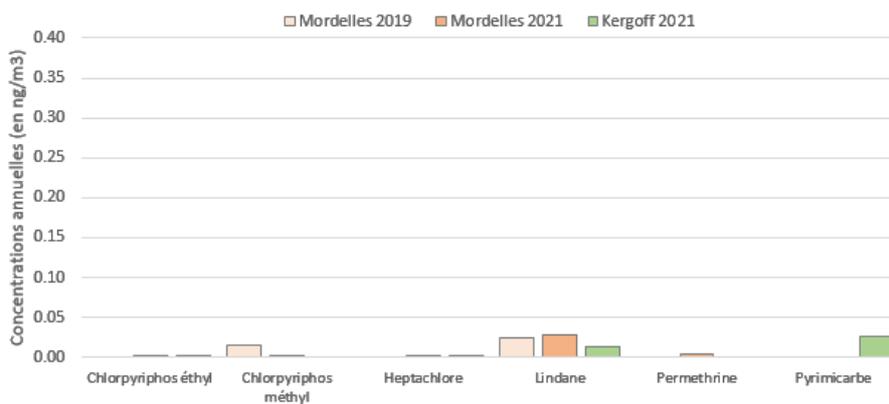


Figure 38 : Evolution interannuelle des pesticides de type 'insecticides'

b) Zoom sur l'évolution de trois substances

Les comparaisons des moyennes annuelles ne sont possibles que dans le cas de suivis réalisés sur l'ensemble de l'année.

Pour permettre une meilleure comparaison à l'historique des mesures, les évolutions des cumuls hebdomadaires sur les périodes échantillonnées ont été comparées pour quelques substances.

Pour ce faire, nous avons retenu trois substances jugées d'intérêt pour les raisons suivantes :

- Le **prosulfoarbe** : herbicide présentant les concentrations maximales dans l'air dont les quantités de ventes sont en augmentation en lien avec la suppression d'autres herbicides comme l'isoproturon.
- La **pendiméthaline** et le **triallate** : il s'agit de deux herbicides qui présentent les taux de détection les plus élevés (en excluant le lindane).

Les graphiques suivants présentent les évolutions des cumuls hebdomadaires mesurés sur le site de Mordelles lors des campagnes 2018 (2nd semestre), 2019 (toute l'année), 2020 (2nd semestre) et enfin 2021.

Pour le **prosulfoarbe** (cf. figure 39), les cumuls hebdomadaires les plus élevés ont été observés lors des automnes 2018 et 2020 (max 38 ng/m³ en semaine 50 de l'année 2018).

Les profils temporels sont très proches suivant les années : les niveaux augmentent à partir de début octobre avec des valeurs maximales rencontrées en novembre ; les niveaux diminuent ensuite jusqu'à mi-décembre.

En 2019, les niveaux rencontrés ont été bien inférieurs ce qui peut s'expliquer par un automne très pluvieux (cf. figure 17).

L'année 2021 ne semble pas exceptionnelle en termes de niveaux rencontrés.

Suivi des pesticides dans l'air en 2021

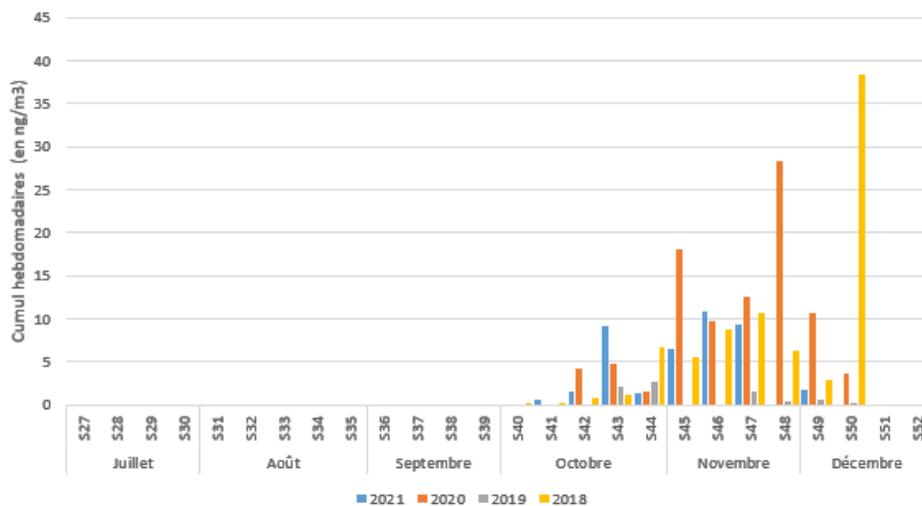


Figure 39 : Evolution interannuelle des cumuls hebdomadaires du proslufocarbe – Mordelles (zoom sur le 2nd semestre)

Concernant la **pendiméthaline** (cf. figure 40), les niveaux les plus élevés quelles que soient les années, sont rencontrés durant l'automne. Les profils temporels à cette période sont proches suivant les années.

Nota : La substance n'a pas été mesurée durant le 1^{er} semestre en 2018 et 2020.

Durant l'automne, les niveaux ont été les plus importants durant les deux dernières années des suivis (2020 et 2021).

L'année 2019 présente des niveaux faibles qui pourraient s'expliquer par la météo.

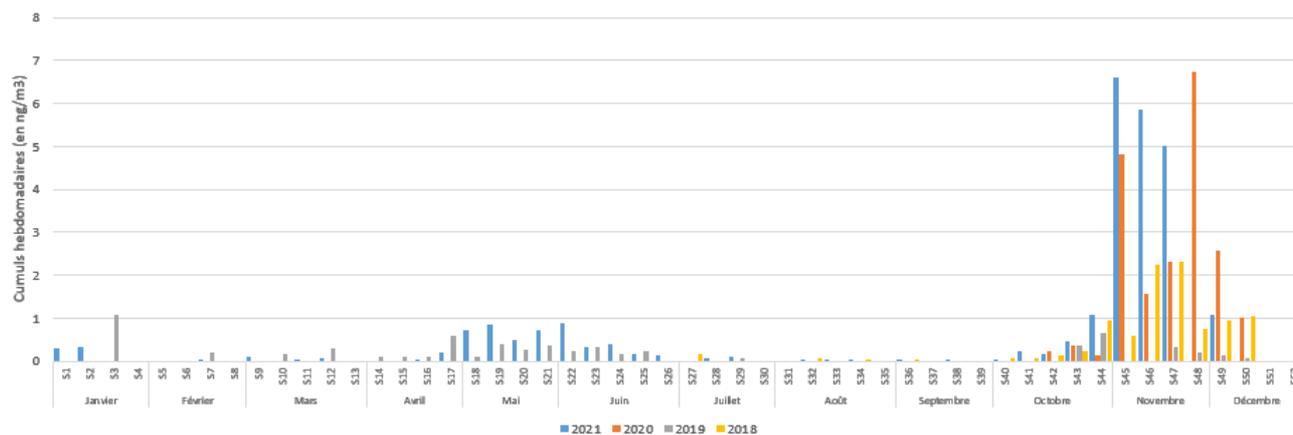


Figure 40 : Evolution interannuelle des cumuls hebdomadaires de la pendiméthaline – Mordelles

Le triallate est très peu utilisé en Bretagne. Malgré cela, il présente un des taux de détection les plus élevés.

Les concentrations les plus élevées sont observées chaque année durant l'automne (cf. figure 41). L'année 2018 présente les cumuls hebdomadaires les plus élevés.

VI. CONCLUSION

❖ Rappel contexte et objectif

Air Breizh mène chaque année des campagnes de mesure des pesticides dans l'air.

En lien notamment avec sa stratégie de surveillance régionale sur les pesticides, la surveillance a été étendue en 2021 à trois sites de mesure et sur l'ensemble de l'année pour deux d'entre eux.

Le nombre de prélèvements réalisés en 2021 est le plus important depuis le début des mesures en 2002.

Ces mesures de résidus de pesticides ont pour objectif de **documenter l'exposition de la population dans des situations d'exposition différentes** : en zone rurale à proximité immédiate des parcelles (site de Kergoff), en milieu péri-urbain à 200 mètres des parcelles (site historique de Mordelles) et en zone urbanisée (site urbain de Pays-Bas à Rennes).

Par ailleurs, cette surveillance permet également de suivre la persistance de substances interdites dans le compartiment aérien.

❖ Représentativité de la campagne

Le calendrier des prélèvements sur les sites de Kergoff et Mordelles a été réalisé sur la base des recommandations de l'ANSES dans le cas de site sous influence agricole de type 'grandes cultures'.

Pour ce faire, la fréquence des prélèvements a été augmentée lors des périodes d'application majoritaire au printemps et à l'automne. En dehors de ces périodes, cette fréquence a été allégée.

Pour le site de Rennes (station Pays-Bas), les prélèvements ont été focalisés sur les deux périodes d'application majoritaire. L'objectif de ces mesures à Rennes était d'acquérir de premières données en milieu urbain en vue d'une pérennisation de la surveillance en centre urbain²⁶.

❖ Les grands enseignements de la surveillance 2021

-> **Les substances détectées :**

77 substances ont été recherchées dans chacun des échantillons. Cette liste comprend les 72 substances recherchées dans le cadre de la campagne nationale, sélectionnées d'après la priorisation réalisée par l'ANSES selon différents critères comme la toxicité des substances, leur volatilité, ...

Pour les 3 sites de mesure, entre **55 et 63 substances (sur les 77) n'ont jamais été détectées.**

Entre 14 et 22 substances ont été détectées représentant un total de 26 substances différentes sur les trois sites.

²⁶ Ces mesures ont porté leur fruit puisque qu'une surveillance quinquennale a débuté en 2022 sur le site du Thabor dans le centre de Rennes grâce au financement de la métropole.

-> Les substances interdites détectées :

Parmi les substances détectées, **8 sont interdites d'utilisation** : 2 herbicides (oryzalin et oxadiazon), 1 fongicide (chlorothalonil), 4 insecticides (lindane, heptachlore, perméthrine, clorpyrifos ethyl et méthyl).

La mesure de ces substances interdites permet de suivre leur comportement suite à leur retrait du marché.

Leur présence dans l'environnement après leur interdiction peut s'expliquer par différentes raisons :

- une forte rémanence dans les sols malgré une interdiction ancienne : c'est le cas du **Lindane** qui se caractérise par des niveaux de concentrations faibles (max 0.1 ng/m³) et un taux de détection le plus élevé avec 90 % en moyenne sur les trois sites.
- des usages illicites en cas de stock résiduel suite à une interdiction récente ou plus ancienne. Il pourrait s'agir du **chlorothalonil** par exemple dont l'interdiction d'usage date de mai 2020.

Les autres substances interdites mesurées présentent de très faibles taux de détection (<6% en moyenne sur les trois sites).

Les effets d'interdiction récentes de certaines substances ont été mises en évidence :

- le chlorothalonil : sa concentration annuelle a diminué d'un facteur 10 entre 2019 et 2021 passant de 0.4 ng/m³ à 0.04 ng/m³ à Mordelles. Il s'agissait du fongicide le plus utilisé en Bretagne encore en 2019.
- Le chlorpyrifos méthyl : il a également été interdit au printemps 2020. Sa concentration annuelle est passée de 0.02 ng/m³ en 2019 contre 0.002 ng/m³ en 2021.

Le comportement de ces substances récemment retirées du marché reste à surveiller dans les années à venir.

-> les herbicides majoritaires au sein des substances détectées :

Quel que soit le site, les substances appartenant à la famille des **herbicides** sont majoritaires parmi les substances détectées (entre 8 et 13 suivant les sites). Elles présentent les concentrations les plus élevées dans l'air essentiellement durant l'automne (jusqu'à quelques 10^{aïne} de ng/m³). Ce sont également les substances les plus vendues en Bretagne.

Au sein de ces herbicides, quatre substances sont les plus mesurées : la pendiméthaline, le prosulfocarbe, le S-métolachlore et le triallate.

Leurs concentrations sont souvent les plus élevées à l'automne car elles sont appliquées sur les céréales d'hiver ; une exception concernant le S-métolachlore qui lui est appliqué au printemps sur la culture du maïs.

Parmi l'ensemble des substances mesurées, le prosulfocarbe présente la concentration la plus élevée (41 ng/m³ lors de la semaine 46 à Kergoff).

Le triallate, très peu utilisé en Bretagne, présente étonnement l'un des plus forts taux de détection. Son comportement est à suivre dans les années à venir.

-> Les fongicides et insecticides

Les **fongicides** sont au nombre de 3 à 5 suivant les sites. Ils ont été détectés au printemps en lien avec leur période d'application, à des concentrations inférieures à 1 ng/m³. Le chlorothalonil présente les concentrations les plus élevées malgré son interdiction récente.

Entre 3 à 4 **insecticides** ont été détectés dont la majorité sont interdits d'utilisation. Les niveaux de concentration sont faibles pour cette famille de substances (souvent inférieures à 0.1 ng/m³).

-> Différences en fonction de l'éloignement des sites aux parcelles agricoles

Trois sites de mesure ont été investigués. Ils sont situés à différentes distances des parcelles agricoles : le site de Kergoff à proximité immédiate, le site historique de Mordelles à 200 mètres des parcelles et site de Pays-Bas dans le centre urbain de Rennes.

Le top 5 des substances les plus détectées sur ces 3 sites sont identiques. Les niveaux de concentrations diminuent en fonction de l'éloignement des parcelles agricoles. Le profil temporel est similaire sur les trois sites, spécifique de l'activité agricole dominante sur le territoire (les grandes cultures).

Ces constats confirment les conclusions de la campagne nationale effectuée en 2018/2019.

Pour les premières mesures dans le centre de Rennes, cela signifie que les niveaux sont majoritairement sous influence agricole et que l'exposition aux pesticides ne concerne pas que les riverains des parcelles agricoles, ni seulement les périodes d'application. Cela reste à confirmer par un suivi sur l'ensemble de l'année (cf. perspectives).

Les résultats des analyses 2021 sont accessibles sur l'open data d'Air Breizh.

<https://www.airbreizh.asso.fr/publication/bretagne-les-donnees-de-mesures-des-pesticides-en-open-data/>

❖ Perspectives 2022

La surveillance a été prolongée en 2022 sur le site péri-urbain de Mordelles, retenu comme site régional dans le cadre de la poursuite de la campagne nationale.

Une enquête sur les usages agricoles autour du site de Mordelles sera menée par la Chambre d'agriculture de Bretagne (financement PRSE). Elle permettra de corréliser les mesures 2022 aux applications effectuées durant la même année.

A l'initiative de la métropole rennaise, un projet a également été lancé pour une durée de 5 ans comprenant des mesures en zone urbaine et un travail de recensement des usages. Le **site urbain du Thabor** a été retenu pour cette surveillance. Les mesures ont débuté au début de l'année 2022.

Un enjeu pour la surveillance des années à venir sera d'enrichir l'analyse de l'évolution interannuelle des niveaux de pesticides dans l'air et notamment des substances interdites pour lesquelles une baisse des concentrations est attendue.

ANNEXE I : PRESENTATION D'AIR BREIZH

La surveillance de la qualité de l'air est assurée en France par des associations régionales, constituant le dispositif national représenté par la Fédération ATMO France.

Ces organismes, agréés par le Ministère de la Transition écologique et solidaire, ont pour missions de base, la mise en œuvre de la surveillance et de l'information sur la qualité de l'air, la diffusion des résultats et des prévisions, et la transmission immédiate au Préfet et au public, des informations relatives aux dépassements ou prévisions de dépassements des seuils de recommandation et d'information du public et des seuils d'alerte.

En Bretagne, cette surveillance est assurée par Air Breizh depuis 1986.

Le réseau de mesure s'est régulièrement développé et dispose en 2017, de 18 stations de mesure, réparties sur le territoire breton, ainsi que d'un laboratoire mobile, de cabines et de différents préleveurs, pour la réalisation de campagnes de mesure ponctuelles.

L'impartialité de ses actions est assurée par la composition quadripartite de son Assemblée Générale regroupant quatre collèges :

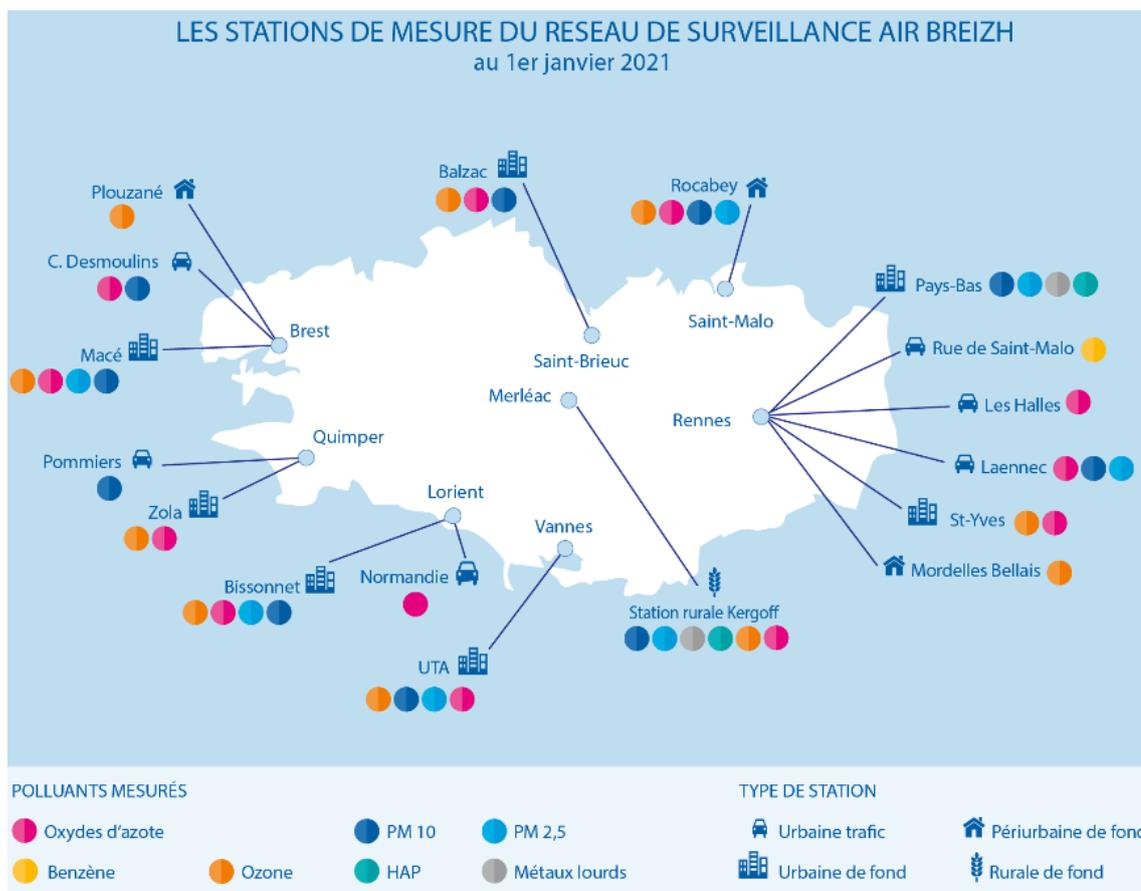
- Collège 1 : services de l'Etat,
- Collège 2 : collectivités territoriales,
- Collège 3 : émetteurs de substances polluantes,
- Collège 4 : associations de protection de l'environnement et personnes qualifiées.

Missions d'Air Breizh

- Surveiller les polluants urbains nocifs (SO₂, NO₂, CO, O₃, Métaux lourds, HAP, Benzène, PM₁₀ et PM_{2.5}) dans l'air ambiant,
- Informer la population, les services de l'Etat, les élus, les industriels..., notamment en cas de pic de pollution. Diffuser quotidiennement l'indice ATMO, sensibiliser et éditer des supports d'information : plaquettes, site web...,
- Etudier l'évolution de la qualité de l'air au fil des ans, et vérifier la conformité des résultats par rapport à la réglementation.
- Apporter son expertise sur des problèmes de pollutions spécifiques et réaliser des campagnes de mesure à l'aide de moyens mobiles (laboratoire mobile, tubes à diffusion, préleveurs, jauges OWEN...) dans l'air ambiant extérieur et intérieur.

Réseau de surveillance en continu

La surveillance de la qualité de l'air pour les polluants réglementés est assurée via des d'analyseurs répartis au niveau des grandes agglomérations bretonnes. Ce dispositif est complété par d'autres outils comme l'inventaire et la modélisation, qui permettent d'assurer une meilleure couverture de notre région.



Implantation des stations de mesure d'Air Breizh (au 01/01/21)

Moyens

Afin de répondre aux missions qui lui incombent, Air Breizh compte treize salariés, et dispose d'un budget annuel de l'ordre d'1,9 million d'euros, financé par l'Etat, les collectivités locales, les émetteurs de substances polluantes, et des prestations d'intérêt général et produits divers.