

# Pesticides dans l'air - Région Bretagne

**Synthèse des mesures de pesticides en Bretagne  
– période 2003-2022**

---

*Version du 06/12/23*



3 rue du Bosphore,  
Tour Alma, 8<sup>e</sup> étage  
35200 RENNES  
contact@airbreizh.asso.fr  
Tél. 02 23 20 90 90

Etude réalisée par Air Breizh à la demande de l'ARS Bretagne (financement PRSE3)

## 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 13 Juin 2022 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](http://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 :** Synthèse des mesures de pesticides en Bretagne

Version (date)	Modifications	Auteur	Validation
Version du 06/12/2023	Création	K. GUILLAUME (Ingénieur d'étude)	O. Le Bihan (Responsable du service études) O. Cesbron (Ingénieur d'études) G. Lefeuvre (Directeur)

## SOMMAIRE

Contexte .....	7
I. Les pesticides .....	8
1.1 Définitions .....	8
1.2 Présence et devenir des pesticides dans l'air .....	8
1.3 Réglementation concernant l'usage des pesticides .....	9
1.4 Réglementation concernant la surveillance de la qualité de l'air .....	11
1.5 Pesticides et santé publique .....	12
II. Surveillance des pesticides dans l'air en Bretagne .....	14
2.1 Historique des campagnes .....	14
2.3 Les sites de mesure .....	15
2.4 La stratégie d'échantillonnage .....	17
2.5 La surveillance des pesticides en Bretagne en quelques chiffres .....	21
III. Définition de la méthode de traitement des données .....	24
3.1 Interprétation des données phytosanitaires : les indicateurs disponibles .....	24
3.2 Limites à l'analyse des données .....	24
3.3 Méthode d'analyse retenue .....	25
IV. PHASE I : Exploitation de l'ensemble des données .....	26
V. PHASE II : Comprendre les pesticides dans l'air .....	32
5.1 En quoi la nature polyvalente de l'agriculture en Bretagne, influence-t-elle la présence de pesticides dans l'air ? .....	32
5.2 Comment l'éloignement par rapport aux parcelles agricoles affecte-t-il les concentrations de pesticides ? .....	36
5.3 Quelle tendance pour les niveaux de pesticides dans l'air depuis le début des mesures en 2003 ? .....	40
5.4 Quels sont les impacts constatés de la réglementation sur les concentrations en pesticides ? .....	45
5.5 Dans quelle mesure les ventes en produits phytosanitaires ont-elles une influence sur les concentrations relevées dans l'air ambiant ? .....	50
5.6 Les niveaux mesurés en Bretagne sont-ils comparables à ceux d'autres régions ? .....	53
5.7 Quelles sont les évolutions constatées pour les substances les plus utilisées sur la région Bretagne ? .....	62
VI. Synthèse .....	66
VII. Conclusion et Perspectives .....	69
Annexe 1 : Présentation des sites de mesures .....	71
Annexe 2 : Liste des substances recherchées .....	78
Annexe 3 : Présentation d'Air Breizh .....	85

---

## Index des Figures

---

Figure 1 : Devenir des pesticides dans l'environnement [ATMO Nouvelle Aquitaine] .....	8
Figure 2: Schéma simplifié procédure d'homologation.....	10
Figure 3: Voies d'expositions des populations aux pesticides [Air Breizh].....	13
Figure 4: Localisations des sites de mesure et typologie de site (2003-2022) .....	16
Figure 5: Partisol site de Mordelles .....	17
Figure 6: DA 80.....	18
Figure 7: Substrats de collecte .....	18
Figure 8: Synthèse limites analytiques .....	19
Figure 9: Nombre de substances actives recherchées par années depuis 2003.....	20
Figure 10: Les pesticides dans l'air en chiffre .....	22
Figure 11: Cumuls hebdomadaires des concentrations par année et par site.....	26
Figure 12: Fréquence de détection par substance détectée au moins 1 fois de 2003 à 2022 (les substances jamais détectées sur le territoire breton ne sont pas représentées) – NB = nombre de recherche par substance- En rouge la fréquence de détection de la substance et en bleu la fréquence de non-détection .....	29
Figure 13: Nombre de substances détectées par famille et par commune lors de la CNEP .....	33
Figure 14: Cumuls hebdomadaires en fonction de l'usage et du site pour une année cultural (juillet à juillet) .....	35
Figure 15: Répartition de la SAU [DRAAF,2019] .....	37
Figure 16: Nombres et diversité de substances retrouvées par sites (2021).....	38
Figure 17: Fréquence de détection des substances par sites (2021) .....	39
Figure 18: Concentrations cumulées moy (à droite) et maximale (à gauche) par sites et par type d'usages (2021).....	39
Figure 19: Fréquence de détections des substances sélectionnées par année .....	42
Figure 20: Concentrations hebdomadaires cumulées par famille de substances (période S19 à S26) .....	43
Figure 21: Concentrations cumulées (ng/m <sup>3</sup> ) par substance en fonction des années sur la période sélectionnée.....	44
Figure 22 : Evolution des cumuls hebdomadaires (ng/m <sup>3</sup> ) par an en Acétochlore sur le site de Mordelles au printemps.....	47
Figure 23 : Evolution des cumuls hebdomadaires (ng/m <sup>3</sup> ) par an en Acétochlore sur le site de Mordelles au printemps.....	48

Figure 24 : Evolution des cumuls hebdomadaires (ng/m <sup>3</sup> ) par an en Lindane sur le site de Mordelles au printemps.....	49
Figure 25 : Concentrations moyennes des substances détectées sur Mordelles en fonction des ventes (2021).....	51
Figure 26: Nombre de substances détectées en fonction du type d'usage et par site lors de la CNEP (Péri-urbains) .....	54
Figure 27: Substances ayant une fréquence de détection supérieures à 20% en fonction des sites lors de la CNEP (Péri-urbains).....	55
Figure 28: Concentrations hebdomadaires cumulées par types d'usage en fonction des sites lors de la CNEP (Péri-urbains).....	56
Figure 29: Nombre de substances détectées en fonction du type d'usage et par site lors de la CNEP (Maraichage).....	57
Figure 30: : Substances ayant une fréquence de détection supérieures à 20% en fonction des sites lors de la CNEP (Maraichage).....	58
Figure 31: Concentrations hebdomadaires cumulées par types d'usage en fonction des sites lors de la CNEP (Maraichage).....	58
Figure 32: Nombre de substances détectées en fonction du type d'usage et par site lors de la CNEP (Elevage).....	59
Figure 33: Substances ayant une fréquence de détection supérieures à 20% en fonction des sites lors de la CNEP (Elevage) .....	60
Figure 34 : Concentrations hebdomadaires cumulées par types d'usage en fonction des sites lors de la CNEP (Elevage) .....	61
Figure 35: Concentration en Prosulfocarbe (S40 → S51) .....	63
Figure 36: Concentration hebdomadaire en Prosulfocarbe par année (S18 → S28) .....	64
Figure 37: Site de Rennes Thabor– Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms.....	71
Figure 38 : Site de Pays-Bas – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms.....	72
Figure 39 : Site de Pontivy – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms .....	72
Figure 40: Site de Mordelles – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms.....	73
Figure 41: Site de Lamballe – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms .....	74
Figure 42: Site de Vezin – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms .....	74
Figure 43: Site du Rheu – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms .....	75

Figure 44: Site de Henvic – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms .....	75
Figure 45: Site de Kergoff – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms .....	76
Figure 46: Site de Bignan Kerguéhennec – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms .....	77

---

### *Index des tableaux*

---

Tableau 1 : Historique des campagnes de mesure réalisées par Air Breizh depuis 2003 .....	14
Tableau 2 : Nombres de substances recherchées et détectées par site (campagnes Air Breizh de 2003 à 2022) .....	23
Tableau 3: Récapitulatif des fréquences de détection par substance à partir des données de 2003 à 2022 .....	30
Tableau 4: Fréquence de détections des substances par sites lors de la CNEP .....	34

## 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 régulièrement, depuis 2003, 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.).

À la suite de la Campagne Nationale Exploratoire de mesure des résidus de Pesticides dans l'air ambiant (CNEP) réalisée en 2018/2019, un suivi national des mesures de pesticides à vocation pérenne a été mis en place à partir de juillet 2021. Ce suivi est réalisé dans toutes les régions françaises, sur des sites de différents profils agricoles (grandes cultures, viticulture, arboriculture et maraîchage). En Bretagne, le site péri-urbain de Mordelles, sous influence grandes cultures, a été retenu pour ce suivi national.

Outre le fait d'assurer une surveillance sur l'ensemble du territoire, ce travail effectué pour cette surveillance nationale a contribué à harmoniser les pratiques de surveillance (prélèvement, substances analysées) qui servent alors de méthode de référence pour les surveillances régionales.

Les données de l'ensemble de ces mesures sont renseignées dans une base nationale 'phytatmo'. Cette base est accessible à tous depuis 2019 et mise à jour annuellement (accessible depuis les sites internet d'Atmo France et data.gouv).

Air Breizh met également à disposition les données de sa surveillance régionale en open data<sup>1</sup>.

Les différents travaux menés par Air Breizh en Bretagne en lien avec la thématique des pesticides dans l'air sont coordonnés par une stratégie de surveillance régionale<sup>2</sup>, rédigée en 2021, qui précise les enjeux de chacune des actions et leur complémentarité.

**Après près de 20 ans de mesure des pesticides en Bretagne, il a été proposé, en lien avec une demande de la DRAAF, de mener un travail de synthèse et d'analyse des données. Ce rapport d'étude regroupe les résultats de la surveillance régionale des pesticides dans l'air de 2003 (première année de mesure sur le territoire breton) à 2022.**

**Cette étude réalisée dans le cadre d'un financement du Plan Régional en Santé Environnement 3 (PRSE3) comporte plusieurs volets. Le premier volet consistera à un état des lieux des données disponibles permettant de comparer les périodes de mesure entre elles mais également le nombre de substances détectées. Le second volet de ce rapport se consacrera à une analyse de cas spécifique à la problématique des pesticides dans l'air ambiant.**

---

<sup>1</sup> <https://www.airbreizh.asso.fr/publication/bretagne-les-donnees-de-mesures-des-pesticides-en-open-data/>

<sup>2</sup> <https://www.airbreizh.asso.fr/publication/une-strategie-de-surveillance-des-pesticides-en-bretagne/>

## I. LES PESTICIDES

### 1.1 Définitions

« Pesticide » vient du latin *Pestis* : fléau et *Caedere* : tuer. Ce terme est souvent associé aux produits utilisés en agriculture pour lutter contre les adventices ou protéger les cultures des nuisibles comme les insectes ravageurs ou les organismes vecteurs de maladie tel que les champignons. Il s'agit d'un mot générique qui rassemble différents types de produits à usages très variés.

**Le terme « pesticide » regroupe ainsi les produits phytopharmaceutiques<sup>3</sup> (santé des plantes), les produits biocides (élimination d'organismes nuisibles pour la protection de l'homme, des locaux, des surfaces et matériaux) ainsi que les produits antiparasitaires (usages vétérinaires ou humains).**

Les produits phytopharmaceutiques sont des préparations composées de substances actives, utilisées seules ou en mélange, et de co-formulants qui agissent sur les organismes vivants pour les éliminer, les tuer, les contrôler ou encore les repousser. Parlement Européen, Règlement (CE) no 1107/2009.. Les substances utilisées sont d'origine naturelle ou de synthèse. Elles sont très hétérogènes, notamment en raison de leur toxicité et de leurs propriétés physico-chimiques comme leur solubilité, leur volatilité ou encore leur rémanence dans l'environnement. Ces propriétés influencent leur transfert et persistance dans les divers compartiments de l'environnement (air, eau, sol). Dans l'air ambiant, les substances actives les plus volatiles sont les plus communément observées.

### 1.2 Présence et devenir des pesticides dans l'air

En agriculture, les pesticides sont le plus souvent appliqués via pulvérisation sur le sol et les plantes. Les transferts dans l'air peuvent s'effectuer par dérive au moment de l'application, volatilisation à partir des sols et des plantes, et érosion éolienne sous forme de poussière de sols traités (figure 1). Les transferts observés peuvent être immédiats ou durer jusqu'à quelques semaines après l'application des produits sur les parcelles.

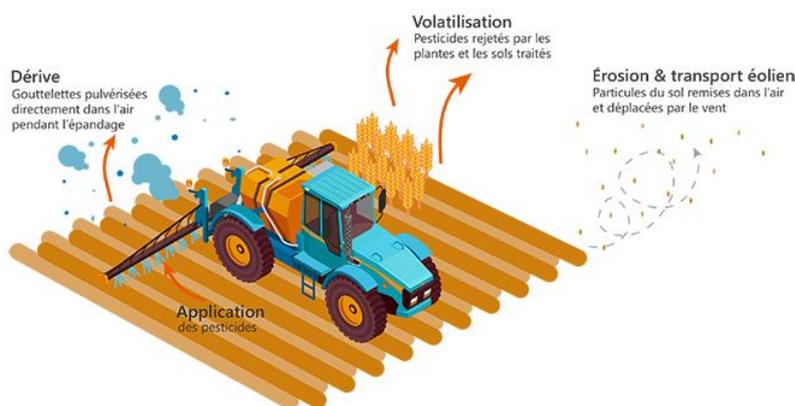


Figure 1 : Devenir des pesticides dans l'environnement [ATMO Nouvelle Aquitaine]

<sup>3</sup> Dans la suite du propos l'utilisation du terme « pesticide » fera référence aux « produits phytopharmaceutiques ».

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 végétation<sup>4</sup>.

**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 météorologiques<sup>5</sup>.

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.

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, vise à interdire progressivement ces usages pour les collectivités locales, les gestionnaires des « Jardins Espaces Verts et Infrastructures » (JEVI) et les particuliers.

### 1.3 Réglementation concernant l'usage des pesticides

Plusieurs réglementations distinctes régissent l'utilisation des substances actives et des produits considérés comme pesticides<sup>6</sup> 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

---

<sup>4</sup> Source : Les pesticides dans l'air - Bilan annuel 2020 (Atmo Nouvelle-Aquitaine, 2021)

<sup>5</sup> Source : Pesticides dans l'air – bibliographie sur la modélisation (Atmo Auvergne Rhône-Alpes, 2017)

<sup>6</sup> Source : Ministère de la Transition Ecologique

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. En Europe, c'est l'EFSA<sup>7</sup> qui est chargée de l'évaluation des substances actives. L'instance missionne un état membre de l'union afin de réaliser l'évaluation de la substance. Cette dernière autorise ou non l'utilisation des différentes substances sur les territoires nationaux des pays membres de l'union européenne. Ce dispositif vise à définir les conditions d'utilisations des substances actives pour protéger l'environnement et les personnes exposées. Dans ce cadre, il doit être démontré que le risque lié à l'usage de la substance est acceptable. Cela concerne l'exposition directe au moment de l'application, l'exposition à proximité de l'application, et l'exposition alimentaire par les résidus de pesticides. L'ensemble des décisions rendues par l'EFSA sont disponibles en [ligne](#) en open data.

Une fois la substance active autorisée au niveau européen, les produits phytopharmaceutiques (mélange de plusieurs substances actives) doivent être homologués par une instance nationale. En France c'est l'ANSES, depuis 2015, qui a la charge de l'octroi des autorisations de mise sur le marché de ces produits ou AMM (figure 2). Comme pour les substances actives, cette autorisation vise à définir les conditions d'utilisations et les marges de sécurité pour protéger l'environnement et l'ensemble des personnes exposées. L'ensemble des AMM délivrées par l'ANSES sont consultables sur la plateforme [Ephy](#).

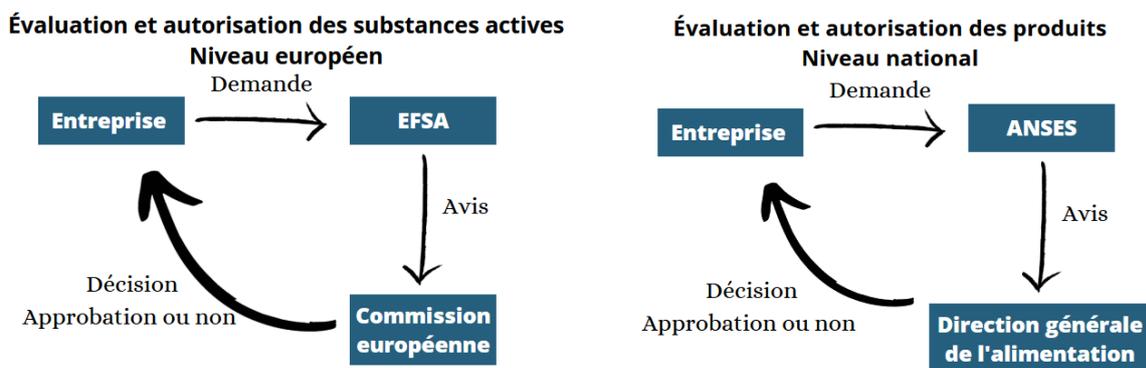


Figure 2: Schéma simplifié procédure d'homologation

Au-delà de la réglementation liée à l'autorisation des substances et à la mise sur le 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

<sup>7</sup> EFSA : Autorité européenne de sécurité des aliments

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 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** complète ce dispositif depuis le 1<sup>er</sup> 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 clos.

### 1.4 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.

Des limitations de rejet dans l'atmosphère pour certaines substances « POP » (polluants organiques persistants) ont cependant été fixées au vu de leur stabilité dans l'environnement<sup>8</sup>. En l'absence de réglementation spécifique, les pesticides ne font pas partie des polluants surveillés en continu par les AASQA. A leur initiative, certaines associations ont mis en œuvre depuis 2001 des campagnes spécifiques de mesure de substances actives dans l'air selon diverses méthodologies.

L'ANSES a été saisie en 2014 pour proposer d'une part une liste resserrée de substances à surveiller en priorité dans l'air ambiant et d'autre part des recommandations sur les modalités d'une surveillance nationale des pesticides dans l'air ambiant dans le but d'évaluer l'exposition de la population générale.

L'ANSES a publié en septembre 2017 un rapport d'expertise collective proposant les modalités d'une surveillance nationale.

Afin de normaliser l'étude des pesticides dans l'air, en termes de substances recherchées et de méthodologie de prélèvement, une campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air (CNEP)<sup>9</sup> a été réalisée en 2018/2019. De plus, ces résultats ont permis à l'ANSES d'apporter des premiers

---

<sup>8</sup> Le protocole d'Aarhus ONU, « Protocole à la convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, de 1979, relatif aux polluants organiques persistants ». interdit la fabrication et l'utilisation de 16 polluants organiques persistants, dont 12 SA comme le lindane ou le DDT. La convention de Stockholm de 2001 ONU, « Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants telle qu'amendée en 2009 ». vise quant à elle l'interdiction et l'élimination des déchets de ces produits.

<sup>9</sup> La campagne dite CNEP, a été pilotée par l'ANSES, l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS) et les AASQA. Pour mesurer les substances présentes dans le compartiment aérien (sous forme gazeuse et particulaire), la collecte est réalisée par prélèvement sur filtre pour les particules et sur mousse polyuréthane pour la phase gazeuse. Les prélèvements sont réalisés à l'aide de préleveurs qui aspirent l'air ambiant à des débits réguliers. Les deux substrats collectés sont envoyés en laboratoire pour analyse.

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

Grâce à un protocole harmonisé, cette campagne nationale a permis de mesurer 75 substances sur 50 sites couvrant des situations variées et répartis sur l'ensemble du territoire national (Métropole et DOM). Le recueil de près de 100 000 données validées et l'analyse de 1 800 échantillons correspondants permet d'établir un socle de données qui participe à l'amélioration des connaissances sur les résidus de pesticides présents dans l'air. Sur les 75 substances recherchées, 70 substances ont été détectées au moins une fois au cours de la campagne et 5 substances n'ont jamais été détectées.

Cette surveillance nationale a été relancée en juillet 2021 (lien vers la [note méthodologique – juillet 2021](#)). En Bretagne, le site de Mordelles a été retenu pour ce suivi pérenne.

### 1.5 Pesticides et santé publique

L'impact néfaste des pesticides sur la santé est aujourd'hui bien documenté dans différentes conditions d'expositions humaines.

Pour des expositions aiguës, chez les professionnels qui appliquent les produits, des troubles neurologiques et neuromusculaires, des troubles hépato-digestifs et des manifestations cutanées sont rapportés.

En population générale, les intoxications aux pesticides représentaient en 2018 quelques centaines de cas. Les symptômes le plus souvent rapportés étaient principalement locaux (troubles digestifs, irritations cutanées, oculaires, gêne respiratoire), les troubles systémiques (neurologiques ou cardiovasculaires) ne concernant que 17 % des cas ANSES, « Bilan 2018 des appels aux centres antipoison pour exposition à un produit phytopharmaceutique ». Pour des expositions chroniques, les résultats des études épidémiologiques, corroborées aux données toxicologiques, montrent que les pesticides sont impliqués dans les pathologies suivantes, avec des présomptions fortes selon l'Inserm : **allergies** (dermatites de contact, rhinites et asthme chez les professionnels), **cancers** (lymphome non hodgkinien, myélome multiples et cancer de la prostate pour les travailleurs ; leucémies et tumeurs du cerveau lors d'expositions in utero), **troubles neurologiques** (diminution des performances cognitives, anxiété chez les enfants exposés in utero ou les travailleurs ; maladie de Parkinson et expositions professionnelles), et **malformations congénitales** (expositions in utero) INSERM, « Expertise collective. Pesticides effets sur la santé »; INSERM, « Expertise collective. Pesticides et effets sur la santé. Nouvelles données »..

L'étude des déterminants des expositions montre que l'exposition des populations aux pesticides est multi-source et multi-voie comme le montre la figure 3. Il existe une exposition alimentaire, car on retrouve des résidus de pesticides dans les aliments s'ils ont été traités mais également en cas de contamination des cultures par une substance utilisée sur une parcelle adjacente ou en cas de l'usage d'un sol contaminé. Il est également possible d'être exposé via l'eau de boisson. La présence dans les sols des pesticides est également avérée, ce qui suppose une exposition respiratoire par la remise en suspension liée à l'érosion aérienne. De même, l'ingestion de poussières est considérée comme une voie d'exposition aux pesticides. Enfin, des expositions cutanées sont également suggérées dans la littérature par la présence des pesticides dans l'air ambiant. Enfin, l'inhalation de l'air ambiant pourrait constituer une voie d'exposition importante aux pesticides.

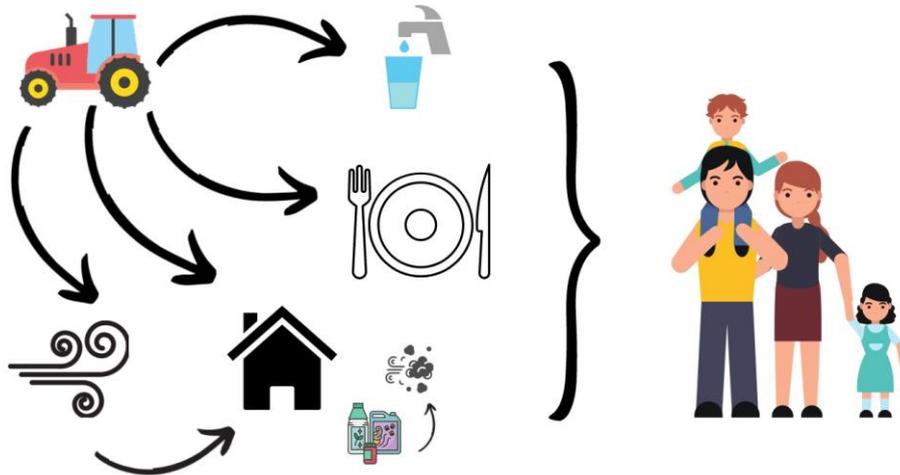


Figure 3: Voies d'expositions des populations aux pesticides [Air Breizh]

En France, à ce jour, les expositions alimentaires sont de mieux en mieux documentées, en particulier grâce à la mise en œuvre des études « alimentation totale » de l'ANSES (EAT1, EAT2, EAT infantile). Concernant l'eau de boisson, le dispositif de surveillance réglementaire coordonné par le ministère de la santé et les Agences Régionales de Santé (ARS), assure un suivi des niveaux de pesticides dans l'eau du robinet, ce qui permet d'estimer l'exposition de la population de manière précise par cette voie.

En revanche, les expositions par les autres voies et médias (air et poussières, environnement intérieur ou extérieur par exemple) sont plus difficiles à capter (pas de suivi régulier). Pourtant, les résultats des études et programmes de biosurveillance français (volet environnemental du programme national nutrition santé, étude Elfe, Esteban par exemple) font état d'une exposition généralisée de la population pour les molécules analysées (organochlorés, organophosphorés, pyréthriinoïdes, fipronil, atrazine, 2,4-D, glyphosate, propoxur...), avec certaines tendances (exemple de la diminution des niveaux d'organophosphorés dans le temps pouvant être expliqué par un durcissement réglementaire) SPF, « Imprégnation de la population française par les organophosphorés spécifiques et non spécifiques. Programme national de biosurveillance, Esteban 2014-2016 »..

## II. SURVEILLANCE DES PESTICIDES DANS L'AIR EN BRETAGNE

Le premier chapitre de cette étude est consacré à la réalisation d'un état des lieux de la mesure de pesticides dans l'air par Air Breizh. Dans ce chapitre, nous présenterons également les évolutions depuis le début du suivi (sites de mesure, échéances temporelles et substances examinées, méthode de prélèvement, ...). Cette analyse constitue un travail préalable essentiel avant de définir la méthode d'interprétation des données.

### 2.1 Historique des campagnes

Air Breizh a débuté la mesure des pesticides dans l'air en 2003 (Tableau 1). Depuis 2005, un site de fond, situé en périphérie de la ville de Rennes sur la commune de Mordelles, fait l'objet de mesures régulières pour suivre les évolutions temporelles des niveaux de pesticides dans l'air en zone péri-urbaine dans un contexte agricole de grandes cultures (blé, maïs par exemple).

De 2018 à 2022, la CNEP et d'autres actions locales ont permis d'intensifier les mesures sur plusieurs sites de prélèvement en plus de Mordelles (Lamballe (22), Henvic (29), en 2018 ; Rennes (35) et Merléac (22) en 2021) pour étudier différents contextes d'exposition (rural, urbain, de fond et de proximité) et d'influences agricoles (grandes cultures, élevages, maraîchage). Par ailleurs, la métropole de Rennes a mis en place un plan quinquennal (2022-2026) s'articulant autour de 3 volets : la surveillance sur un site urbain à Rennes (station Thabor), la connaissance des usages, et la cartographie des données.

Tableau 1 : Historique des campagnes de mesure réalisées par Air Breizh depuis 2003

	Nbre de prélèvement hebdomadaire	Janvier												Février				Mars				Avril				Mai				Juin				Juillet				Août				Septembre				Octobre				Novembre				Décembre																																																											
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52																																																												
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																																																					TRAVAUX 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				Bignan - REPPAIR																																																							
2018	20																																																					Bignan (56) - REPPAIR				Bignan - REPPAIR																																																							
	64																																																					Campagne nationale ANSES (3 sites)																																																											
2019	20																																																					Bignan (56) - REPPAIR				Bignan - REPPAIR																																																							
	52																																																					Campagne nationale ANSES (3 sites)																																																											
2020	17																																																					Mordelles (35)																																																											
	13																																																					Mordelles (35)																																																											
2021	85																																																					Kergoff (22) / Mordelles (35) / Rennes Pays Bas (35)																																																											
																																																						Campagne nationale ANSES Mordelles (35)																																																											
2022	77																																																					Rennes Thabor (35)																																																											
																																																						Campagne nationale ANSES Mordelles (35)																																																											
2023	77																																																					Rennes Thabor (35)																																																											
																																																						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 comme illustré dans le tableau 1.

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 de 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.

Dans la continuité de la campagne nationale, les prélèvements ont été poursuivis sur le site de Mordelles durant les seconds semestres 2019 et 2020.

L'**année 2021** a présenté le nombre de prélèvement annuel le plus important depuis le début des mesures en Bretagne (85 prélèvements dans l'année) : le suivi annuel a repris sur le site de Mordelles et des prélèvements complémentaires ont été réalisés sur deux autres sites : en milieu rural (Kergoff) et urbain (Pays-Bas à Rennes).

En **2022**, deux sites ont fait l'objet de mesure : le site de Mordelles dans le cadre du suivi national (26 prélèvements) et le site urbain de Rennes Thabor dans le cadre de la convention pluriannuelle signée avec Rennes Métropole (51 prélèvements).

**Après presque 20 ans de mesure, Air Breizh dispose d'une base de données très riche permettant une analyse complète et robuste de l'historique de la mesure des pesticides dans l'air ambiant en Bretagne. Il est également à noter que l'association fait partie des premières AASQA à avoir réalisé des études portant sur la présence des pesticides dans l'air (début des mesures en 2003).**

### 2.3 Les sites de mesure

Depuis 2003 Air Breizh mène des campagnes de mesure sur le territoire breton dans différents contextes de productions agricoles (grandes cultures, élevage, maraîchage). **Au total 11 sites différents ont fait l'objet d'une ou plusieurs campagnes de mesure.**

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 <sup>10</sup> :

- 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 cultivée. 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.

---

<sup>10</sup> En référence à la [classification des stations de surveillance de la qualité de l'air](#) établie par le LCSQA

Ainsi les 11 sites bretons ayant fait l'objet de mesure de pesticides sont classés dans différentes catégories en fonction des paramètres présentés ci-dessus. La classification adoptée est la suivante :

- Rural : Henvic (29), Bignan (56) et Merléac (22).
- Péri-urbain : Mordelles (35), Vezin-Le-Coquet (35), Le Rheu (35), Lamballe (22)
- Urbain : Pontivy (56), 3 sites sur la ville de Rennes (35) EHESP en 2003, Pays-Bas en 2021 et Thabor en 2022

La situation géographique des différents sites sur le territoire régional est présentée en figure 4. Les différentes typologies (Rurale, Urbaine, Périurbaine) des sites investigués permettent d'avoir une vue globale des concentrations en pesticides dans l'air en fonction de la distance aux cultures.



Figure 4: Localisations des sites de mesure et typologie de site (2003-2022)

Une présentation détaillée des sites de mesure est disponible en annexe 1 de ce rapport. Vous trouverez dans cette présentation une vue aérienne des sites de mesure ainsi qu'une carte de l'occupation des sols sur un rayon de 5km autour de chaque point. Il est important de préciser ici, que le parcellaire issu de la base Corine Land Cover correspond à l'occupation des sols pour l'année 2018. Pour les mesures réalisées sur d'autres années, l'occupation des sols était peut-être différente de celle indiquée sur ces cartes.

**Depuis le début de la mesure en 2003, 11 sites de typologie différente (urbaine, péri-urbaine, rurale) et d'influence agricole variée (élevage, maraîchage, grandes cultures) ont fait l'objet de prélèvement de pesticides. Cette diversité nous offre la possibilité de confronter les résultats obtenus et de mettre en évidence diverses associations et relations quant à la présence des pesticides dans l'air.**

### 2.4 La stratégie d'échantillonnage

#### a) Dispositif de prélèvement

Conformément aux préconisations de la norme **AFNOR XP X 43-058**, relative aux prélèvements de pesticides dans l'air ambiant, des prélèvements hebdomadaires ont été réalisés depuis 2003 à l'aide d'un Partisol (figure ci-contre), sur les fractions PM<sub>10</sub> ou TSP des particules, selon un débit d'1 m<sup>3</sup>/h. Excepté en 2004 (cf. ci-dessous), **tous les prélèvements ont été réalisés suivant ce protocole qui constitue désormais la méthode de référence.**

Des prélèvements journaliers ont exceptionnellement été réalisés en 2004 sur le site de Vezin-Le-Coquet, en période de fort épandage, avec un Digital DA 80 (figure 6). Les prélèvements ont été réalisés sur la fraction TSP à un débit de 30 m<sup>3</sup>/h environ.

Ce même dispositif a été utilisé sur le site de Lamballe lors de la CNEP en 2018/2019 afin de réaliser un suivi des concentrations en glyphosate et produits de dégradation de ce dernier.

Dans les deux cas de figure, 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.

**Ainsi, la méthode de prélèvement a peu évolué depuis le début de la mesure. La très grande majorité des prélèvements a été réalisée à l'aide d'un Partisol selon un pas de temps hebdomadaire.**

L'unique évolution réside dans la fraction particulaire prélevée (TSP et PM<sub>10</sub> selon les projets). Cependant d'après le LCSQA<sup>11</sup>, les résultats obtenus pour ces deux méthodes sont comparables. Le laboratoire a en effet réalisé une comparaison des résultats obtenus en fonction de la fraction particulaire prélevée. La comparaison des concentrations mesurées en TSP, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> ne fait pas apparaître d'influence significative sur les résultats. **Pour cette raison, dans la suite du rapport, les résultats seront comparés entre eux sans tenir compte de la fraction particulaire prélevée.**

A noter que compte-tenu des pratiques en termes d'évaluation de risques sanitaires, la coupure PM<sub>10</sub> est désormais recommandée par le LCSQA pour les mesures des pesticides en vue d'une interprétation sanitaire des résultats.



Figure 5: Partisol site de Mordelles

<sup>11</sup> <https://www.lcsqa.org/fr/rapport/protocole-harmonise-pour-la-campagne-nationale-exploratoire-de-surveillance-des-pesticides>

## b) Substrat de collecte



Figure 6: DA 80

Les pesticides existent sous formes gazeuse ou particulaire dans l'atmosphère. **Pour évaluer la concentration atmosphérique d'un composé il est nécessaire de prélever simultanément ces deux phases.** Les pesticides en phase particulaire sont collectés sur des filtres en quartz. La phase gazeuse sur une mousse polyuréthane.

Le Partisol est équipé d'une cartouche dans laquelle est conditionnée un filtre de quartz de 47mm de diamètre pour la collecte des pesticides en phases particulaire, et une mousse en polyuréthane de dimension 25 X 75 mm pour le piégeage des pesticides en phase gazeuse. La cartouche est conditionnée par le laboratoire d'analyse.

Pour les prélèvements réalisés à l'aide du DA 80, l'appareil est équipé de filtres en quartz de 150 mm de diamètre et de deux mousses superposées de 50 et 25 mm de longueur, et de 64 mm de diamètre. Les différents dispositifs sont présentés en figure 7.

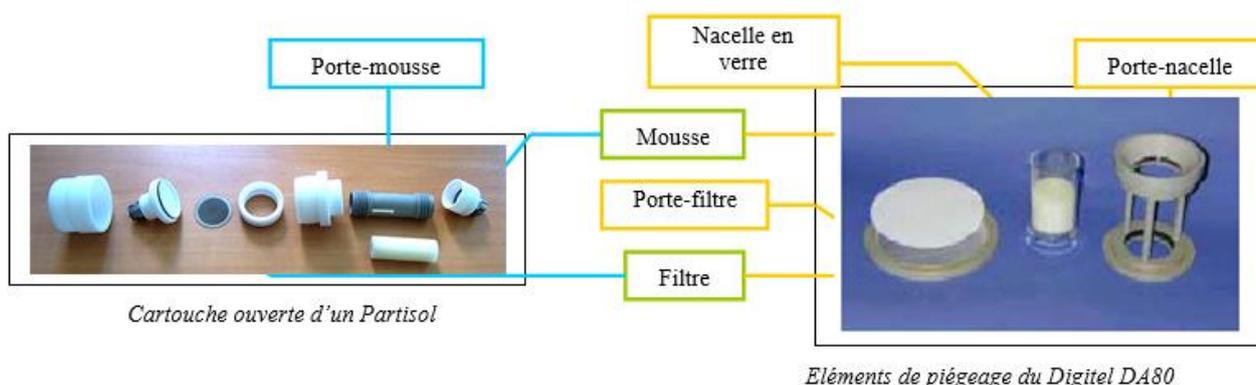


Figure 7: Substrats de collecte

## c) Méthodes d'analyse

Depuis le début du suivi des pesticides en Bretagne, les analyses des échantillons ont été confiées aux laboratoires :

- IANESCO Chimie de Poitiers (2003 → 2004)
- Micropolluants Technologie de Saint-Julien-lès-Metz (2005 → 2014)
- IANESCO Chimie de Poitiers (2015 → 2022)

Le laboratoire IANESCO a notamment été retenu par le LCSQA pour l'analyse des échantillons de la campagne nationale (2018/2019).

Avant 2007, les analyses étaient réalisées conformément aux préconisations des normes étrangères **US EPA TO10A** et **TO4A** en l'absence de norme française. A partir de 2007, la norme de référence **XP X 43-059** a été suivie par les laboratoires retenus.

Les analyses sont réalisées par chromatographie en phase gazeuse ou phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem en fonction des molécules selon la norme **AFNOR XP X 43-059**.

Les différents prestataires choisis au cours du temps pour les analyses ont été sélectionnés en fonction de leurs accréditations respectives pour les analyses des polluants (délivrées par le **COFRAC**).

Les résultats d'analyses font la distinction entre limite de détection et limite de quantification :

- Limite de détection (LD) : concentration la plus basse à laquelle il est possible de détecter un composé,
- Limite de quantification (LQ) : concentration la plus basse à laquelle il est possible de quantifier avec exactitude un composé.

Ainsi, une substance active pourra être soit détectée sous forme de trace (sans concentration associée), soit détectée en quantité suffisante pour lui affecter une concentration dans l'air (Figure 8).

Les performances analytiques des laboratoires ayant réalisé les analyses sont présentées en annexe. En effet chaque laboratoire ayant une liste spécifique de composés analysables, des limites de quantification et des taux de récupération propres, des différences peuvent apparaître entre les deux prestataires. Ces évolutions de performance analytique ne semblent avoir que peu d'influence sur les substances retrouvées dans des concentrations élevées comme le prosulfocarbe par exemple. A l'inverse, l'influence sur les résultats des fréquences de détection est plus importante pour des substances retrouvées dans des concentrations plus faible comme le lindane, qui a vu sa LD passer de 8 ng/m<sup>3</sup> en 2006 à 1.5 ng/m<sup>3</sup> aujourd'hui.

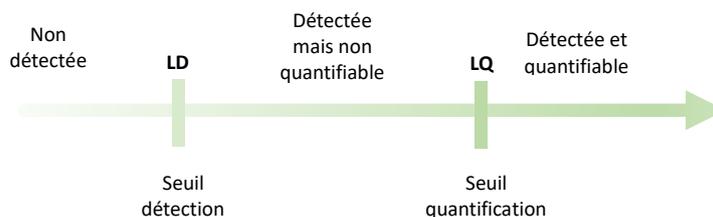


Figure 8: Synthèse limites analytiques

### d) Substances analysées

Depuis le début de la mesure 256 substances différentes ont été recherchées. 77 d'entre-elles ont été détectées au moins une fois. Le nombre de substances recherchées est différent d'une année sur l'autre comme le montre la figure 9.

L'année 2014 marque l'année avec le plus grand nombre de substances recherchées lors de la campagne réalisée sur le site de Mordelles avec 192 substances différentes recherchées.

A l'inverse, c'est lors de la campagne réalisée en 2005 que le moins les substances ont été recherchées. Le nombre de substances limitées dans les premières années de recherche peut s'expliquer par le caractère exploratoire (méthodologique et analytique) des premières campagnes réalisées.

Pour les années 2018/2019 en plus des substances de la campagne nationale CNEP, on retrouve les substances recherchées dans le cadre de la campagne REPP'AIR. En effet, lors de cette campagne, les substances recherchées étaient déterminées en fonction des usages locaux rapportés par des enquêtes.

**Depuis 2020, Air Breizh s'appuie sur la liste des substances recommandées par le LCSQA pour ces campagnes de mesure.**

Les évolutions observées depuis la CNEP sont dues aux retraits de certaines substances de la liste commune. **La liste exhaustive des substances est disponible en annexe 2.** Cette liste comporte le nombre de fois où la substance a été recherchée (occurrence), la concentration maximale relevée, le nombre de détection et le nombre de non-détection de la substance.

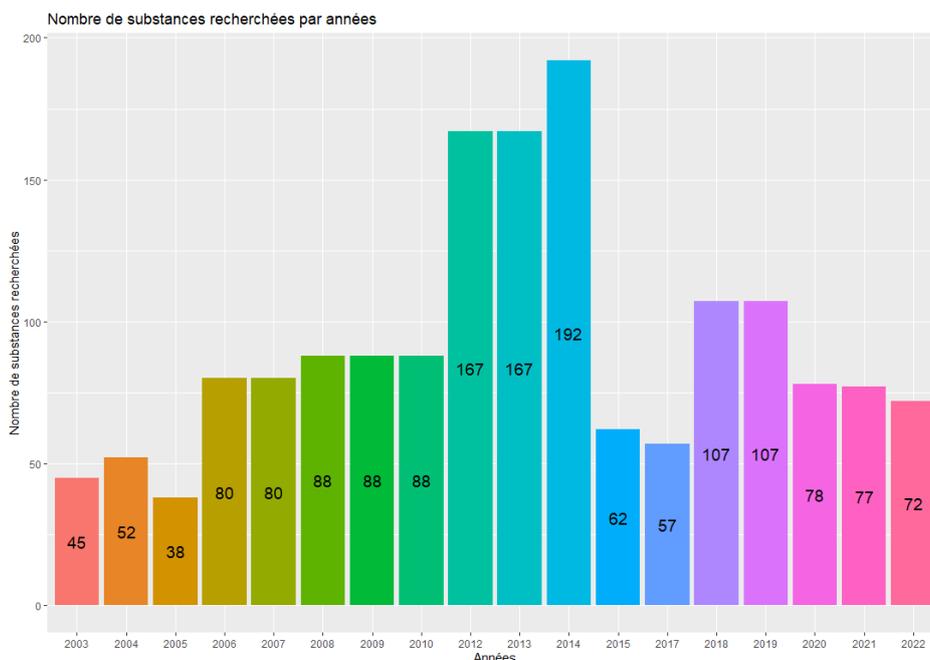


Figure 9: Nombre de substances actives recherchées par années depuis 2003

**Le nombre de substances recherchées est différent d'une année sur l'autre depuis 2003 et la mise en place de la mesure. Sur les 256 substances recherchées, 7 ont été recherchées à chaque campagne et seules 8 substances ont été recherchées sur l'ensemble des sites de mesures. Il s'agit donc d'une variable importante à prendre en compte lors de l'analyse des données.**

### e) Temporalité de prélèvements

Comme le montre le calendrier des campagnes de prélèvement (Tableau 1), **les mesures des pesticides dans l'air n'ont pas toujours été effectuées durant les mêmes saisons sur les différentes années.**

Au début des campagnes de mesure, c'est le printemps qui a majoritairement fait l'objet d'investigations et en particulier les mois d'avril, de mai et de juin. C'est en 2010 que pour la première fois, des prélèvements ont été réalisés durant l'automne lors des mois de septembre et octobre. Des mesures ont ensuite été réalisées au cours de l'hiver 2012/2013.

La CNEP, réalisée entre 2018 et 2019, a permis de mettre en évidence l'importance de deux saisons « d'intérêts » pour la surveillance des pesticides dans l'air.

En effet, depuis la CNEP, des recommandations existent quant aux périodes propices à l'étude des résidus de pesticide dans l'air. Ce calendrier de prélèvement a été élaboré par le LCSQA en 2018 (pour

la campagne nationale) sur la base de l'historique des mesures des AASQA. La fréquence des prélèvements dépend de l'influence agricole majoritaire. Ainsi pour une influence 'grandes cultures' par exemple, les prélèvements sont échelonnés au cours de l'année avec un effort plus conséquent au printemps et en automne, lors des périodes d'applications des produits phytosanitaires sur les parcelles par les exploitants.

### f) Synthèse stratégie d'échantillonnage

En ce qui concerne la méthode de prélèvement, la majorité des échantillons a été collecté à l'aide d'un partisol avec une fréquence hebdomadaire, ce qui facilite la comparaison des résultats. Depuis 2003, Air Breizh suit cette méthode, qui est désormais considérée comme la méthode de référence. Cependant, en 2004, quelques échantillons ont été prélevés de manière exploratoire avec un dispositif différent, et ce, sur une base quotidienne. Ces échantillons ne seront pas pris en compte dans l'analyse de l'historique.

La seule modification apportée depuis le début du suivi concerne la fraction particulaire prélevée (TSP/PM10). Bien que le prélèvement de la fraction PM10 soit désormais recommandé, le LCSQA indique que cela n'a pas eu d'influence significative sur les résultats, ce qui permet de les comparer entre eux.

Cependant, **il est important de noter que deux variables importantes ont été identifiées : les substances analysées et les périodes étudiées qui ont évolué depuis 2003, ce qui rend la comparaison des données complexe. Ce sujet sera abordé dans le chapitre III, qui traite de la méthode de traitement des données.**

## 2.5 La surveillance des pesticides en Bretagne en quelques chiffres

Avant d'entamer l'analyse des données historiques, quelques repères chiffrés sur les données disponibles sont présentés dans la figure 10 présentée dans la page suivante.

Depuis le début des campagnes de mesure des pesticides dans l'air ambiant en Bretagne, plus de 40000 données ont été collectées par Air Breizh. Sur l'ensemble de ces données, 256 substances différentes ont été recherchées (cf. Annexe 2), avec un maximum de 527 recherches par substances. Parmi l'ensemble de ses substances, 77 ont été détectées au moins une fois. Enfin, sur les substances détectées, 8 ont été détectées sur les onze sites de mesures :

- Chlorothalonil (Fongicide)
- Chlorpyrifos éthyl (Insecticide)
- Deltaméthrine (Insecticide)
- Diflufenicanil (Herbicide)
- Fenpropidine (Fongicide)
- Lindane (Insecticide)
- Pendiméthaline (Herbicide)
- Tebuconazole (Fongicide)

## Historique des concentrations en pesticides dans l'air

Le Lindane est la substance la plus fréquemment détectée depuis le début de la mesure, avec un total de 381 détections sur 521 recherches depuis 2003, première année prise en compte dans l'étude.



Figure 10: Les pesticides dans l'air en chiffre

En termes de concentration, le chlorothalonil présente la concentration la plus élevée parmi les substances actives mesurées, atteignant 79 ng/m<sup>3</sup>. La concentration la plus faible observée est de 0,004 ng/m<sup>3</sup> pour l'acide aminoéthylphosphonique (AMPA), un dérivé du glyphosate.

Le nombre de substances recherchées varie selon le nombre de campagnes de mesure effectuées sur chaque site. Ainsi, le site de Mordelles détient le plus grand nombre de substances recherchées, avec un total de 223 substances actives différentes. Cette abondance de substances recherchées sur ce site unique s'explique par le nombre croissant de campagnes de mesure réalisées à Mordelles depuis 2005 (n=14). Au fil du temps, la liste des substances recherchées a évolué, ce qui a entraîné une augmentation du nombre total. Par conséquent, pour le site de Mordelles, nous disposons de données pour la quasi-totalité des substances recherchées par Air-Breizh, à l'exception de 33 substances. En revanche, le site de Rennes EHESP présente le nombre le plus faible de substances recherchées, avec seulement 45 substances évaluées en 2003 (voir Tableau 2), ce qui peut s'expliquer par le caractère exploratoire de cette campagne.

Tableau 2 : Nombres de substances recherchées et détectées par site (campagnes Air Breizh de 2003 à 2022)

Sites (département)	Nombre de substances recherchées	Nombre de substances détectées	Années d'étude
Mordelles (35)	223	65	2005/2006/2007/2008/2009/2010 2012/2013/2014/2015/2018/2019 2020/2021
Pontivy (22)	31	18	2005
Vezein-le-Coquet (35)	52	9	2004
Bignan (56)	63	24	2017/2018/2019
Le Rheu (35)	51	7	2004
Rennes Thabor (35)	72	19	2022
Rennes Pays-Bas (35)	72	19	2021
Henvic (29)	80	19	2018/2019
Lamballe (22)	83	22	2018/2019
Rennes EHESP (35)	45	9	2003
Kergoff – Merléac (22)	77	19	2021

En ce qui concerne le nombre de substances détectées, il semble qu'il soit étroitement lié au nombre de substances recherchées sur chaque site. Ainsi, le site de Mordelles se distingue en termes de détection avec le plus grand nombre de substances identifiées (65 substances).

À l'inverse, les sites où le nombre de substances recherchées est le plus bas affichent également les taux de détection les plus faibles.

Une autre hypothèse à considérer en ce qui concerne le nombre de substances détectées est que l'évolution des techniques analytiques, notamment la réduction des limites de détection (LD) et des limites de quantification (LQ), a pu entraîner une augmentation du nombre de substances identifiées, c'est le cas notamment pour les sites de Vezein, Le Rheu et Rennes EHESP, qui présentent le nombre de détection les plus faibles autour de 10 substances.

Il pourrait également s'agir des périodes investiguées plus ou moins cohérentes avec les périodes d'application (au regard des données disponibles à l'époque).

### III. DEFINITION DE LA METHODE DE TRAITEMENT DES DONNEES

#### 3.1 Interprétation des données phytosanitaires : les indicateurs disponibles

Ce chapitre est réservé à la présentation du mode de traitement des données pour l'ensemble des sites et années de mesure. Les indicateurs classiquement retenus pour l'interprétation des résultats de mesure de pesticides y sont présentés. Certaines limites sont identifiées en fonction des indicateurs, nous y reviendrons dans le chapitre suivant.

1. **Comparaison du nombre de substances détectées** : Il s'agit du nombre de substances mesurées avec une concentration supérieure au seuil de détection du laboratoire pour cette substance. Cet indicateur peut être calculé suivant différents pas de temps : hebdomadaire pour chaque prélèvement, ou bien annuel en sommant les substances détectées pendant l'ensemble d'une campagne. La comparaison de cet indicateur entre les années de suivi doit être réalisé avec prudence en raison de l'évolution des performances analytiques. Nous y reviendrons dans le chapitre suivant.
2. **Comparaison des fréquences de détection des substances** : Nous calculons la fréquence de détection de chaque substance en divisant le nombre de prélèvements où une concentration supérieure à la limite de détection a été enregistrée par le nombre total de prélèvements réalisés. Cette analyse nous permet d'identifier les substances les plus fréquemment détectées sur chaque site au cours de la période d'étude.
3. **Comparaison des cumuls hebdomadaires par type d'action** : Les cumuls hebdomadaires sont calculés en additionnant les concentrations des substances détectées pour chaque semaine de la période d'étude et par famille d'action (herbicides, fongicides et insecticides). Le nombre de substances recherchées par an est différents, pouvant avoir un impact sur les comparaisons effectuées.

**Il est à noter que l'approche par le calcul de la moyenne annuelle n'a pas été retenue, car dépendant du nombre de prélèvement effectué par année.** L'étude présentée dans ce rapport prendra en considération l'ensemble des indicateurs décrit ci-dessus.

#### 3.2 Limites à l'analyse des données

Avant d'entrer dans l'analyse des résultats, il est crucial de prendre en compte certaines limites qui peuvent rendre l'interprétation des données plus complexe :

- **Variabilité des sites de mesure** : Les sites de mesure ont pu varier d'une année à l'autre, ce qui peut introduire des différences potentielles dans les conditions de mesure et les concentrations de substances.
- **Importance du site historique de Mordelles** : Mordelles est un site de mesure historique, où un grand nombre de substances ont été mesurées depuis le début de la collecte de données, ce qui peut influencer les tendances globales.

- **Différences dans le nombre de sites inclus par campagne de mesure** : Les campagnes d'échantillonnage ont pu varier en termes de nombre de sites inclus, ce qui peut affecter la représentativité des données.
- **Périodes d'échantillonnage saisonnières** : Les données ont été collectées principalement au printemps et en automne, ce qui peut ne pas refléter les variations sur l'ensemble de l'année.
- **Variations dans la durée des campagnes** : Les campagnes ont pu avoir des durées différentes, avec un nombre variable de prélèvements par site, ce qui peut entraîner des variations dans les données.
- **Variations dans le nombre de prélèvements hebdomadaires** : Le nombre de prélèvements hebdomadaires peut varier d'une année à l'autre, ce qui doit être pris en compte lors de l'analyse des tendances.
- **Changement de prestataire pour les analyses** : Le changement de prestataire pour les analyses peut introduire des variations dans les données, ainsi que des modifications dans les limites de détection et de quantification (LD et LQ) à prendre en compte. Des changements interannuels sont également constatés.

### 3.3 Méthode d'analyse retenue

Afin de présenter au mieux l'historique des mesures en pesticides dans l'air ambiant en Bretagne, **une première analyse a porté sur l'ensemble du jeu de données** sans tenir compte des limites identifiées (phase I). Ce traitement, jamais réalisé jusqu'ici, permet une vue globale des données et illustre notamment la variabilité suivant les années.

Dans un second temps, tenant compte des limites inhérentes à la comparaison de l'ensemble du jeu de données, des **analyses complémentaires a été réalisées sous la forme de questions** (phase II) détaillées ci-après, dont l'objectif est de permettre une meilleure compréhension des pesticides dans l'air. Cette méthode de travail a par ailleurs permis une utilisation optimale de l'ensemble du jeu de données. De plus, cette méthode d'analyse a permis de mettre en place des échanges avec des partenaires comme la DRAAF, la CRAB ou encore l'EHESP. Les questions posées sont les suivantes :

- En quoi la nature polyvalente de l'agriculture en Bretagne, influence-t-elle la présence de pesticides dans l'air ?
- Comment l'éloignement par rapport aux parcelles agricoles affecte-t-il les concentrations de pesticides ?
- Quelle tendance pour les niveaux de pesticides dans l'air depuis le début des mesures ?
- Quels sont les impacts constatés de la réglementation sur les concentrations en pesticides ?
- Dans quelle mesure les ventes en produits phytosanitaires ont-elles une influence sur les concentrations relevées dans l'air ambiant ?
- Les niveaux mesurés en Bretagne sont-ils comparables à ceux d'autres régions ?
- Quelles sont les évolutions constatées pour les substances les plus utilisées sur la région Bretagne ?

## IV. PHASE I : EXPLOITATION DE L'ENSEMBLE DES DONNEES

En occultant les limites évoquées précédemment, une analyse de l'ensemble du jeu de données a été effectuée dans le présent chapitre.

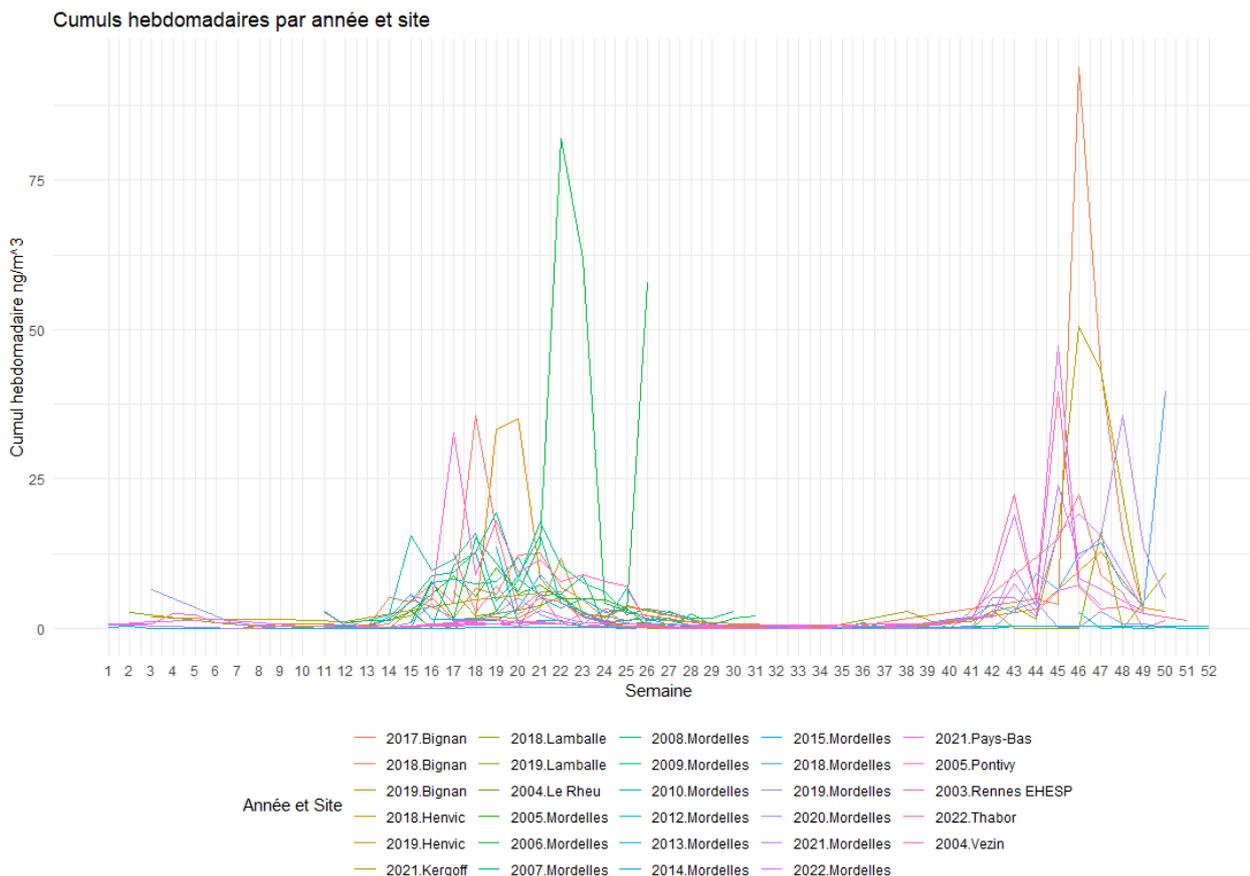


Figure 11: Cumuls hebdomadaires des concentrations par année et par site

Le graphique proposé en figure 11 illustre les cumuls hebdomadaires en fonction des années et ce pour l'ensemble des années ayant fait l'objet d'une campagne. Cette représentation met en évidence un effort d'échantillonnage plus important au printemps, lors des premières campagnes de mesure notamment.

En termes de concentration relevée, on observe que l'année 2006 présente le cumul hebdomadaire le plus élevé pour la période **printanière**, atteignant  $82 \text{ ng/m}^3$  (Figure 11). 96% de ce cumul hebdomadaire est représenté par une seule substance, le chlorothalonil avec une concentration de  $79 \text{ ng/m}^3$ .

Pour la période **automnale**, on retrouve les concentrations les plus importantes en 2018 avec  $106 \text{ ng/m}^3$ . En revanche, les années 2012 et 2013 affichent les concentrations moyennes les plus faibles, avec respectivement  $0,003 \text{ ng/m}^3$  et  $0,001 \text{ ng/m}^3$ .

En examinant les variations au fil de l'année, on constate tout d'abord que **toutes les semaines ont été évaluées au moins une fois depuis le début des mesures en 2003**. Les concentrations les plus

élevées sont observées pendant **la période automnale**, atteignant leur maximum lors de la semaine 46 avec un cumul hebdomadaire de 106 ng/m<sup>3</sup> en 2018. En revanche, les cumuls hebdomadaires sont les plus faibles pendant **la période hivernale**, en particulier au cours des premières semaines de l'année. Les concentrations sont également plus faibles en été et coïncident avec la période des récoltes des cultures.

**Le graphique présenté met en évidence une variation saisonnière marquée des niveaux, avec deux périodes au cours de l'année où les concentrations en pesticides dans l'air sont plus élevées. Ces deux périodes correspondent au printemps et à l'automne, qui sont les moments privilégiés par les agriculteurs pour l'épandage de produits phytosanitaires sur leurs cultures.**

Nous allons maintenant nous intéresser aux fréquences de détection des substances, représentées *via* la figure 12 (page suivante). Cette figure présente le nombre de recherche sous l'appellation « NB », en rouge est représenté la fréquence de détection de la substance et en bleu la fréquence de non-détection. Sur cette figure sont uniquement représentées les substances ayant été détectées au moins une fois depuis le début de la mesure en 2003 (n=77).

Le lindane est la substance ayant la fréquence de détection la plus élevée (73%), c'est également l'une des substances les plus recherchées depuis le début de la mesure avec 521 recherches réalisées depuis 2003. De plus, le Lindane fait partie des sept substances détectées sur l'ensemble des sites de mesures investigués.

La fréquence de détection la plus basse parmi les substances quantifiées est de 0,19%. Elle concerne la lambda cyhalothrine, détectée seulement 1 fois pour 515 recherches effectuées.

Depuis le début des mesures en 2003, **8 substances ont été détectées à un taux supérieur à 20%**, tandis que 69 substances ont été détectées à un taux inférieur à 20% (total 77 substances détectées au moins 1 fois). Les huit substances en question sont les suivantes :

- Lindane (Insecticide) → 521 recherches (73%)
- Pendiméthaline (Herbicide) → 527 recherches (69%)
- Triallate (Herbicide) → 367 recherches (56%)
- Prosulfocarbe (Herbicide) → 367 recherches (45%)
- Métolachlore(-s) (Herbicide) → 465 recherches (44%)
- Chlorothalonil (Fongicide) → 527 recherches (39%)

Les substances exclues de cette analyse ayant une fréquence de détection supérieure à 20% sont :

- Glyphosate (Herbicide) → 50 recherches (74%)
- Acide aminométhylphosphonique (AMPA) (Dérivé du Glyphosate) → 50 recherches (26%)

Cas particulier : Le glyphosate dispose d'une fréquence de détection de 74 %, ce que en fait la substance la plus détectée. Cependant, il s'agit d'un cas particulier car cette substance (et son métabolite l'AMPA) n'a été recherchée que sur un seul site et lors d'une unique campagne. De plus, la substance est recherchée par une méthodologie particulière (préleveur DA80 journalier) avec une LD très faible au regard de celles des autres substances, ce qui explique ce fort taux de détection. Pour cette raison, le glyphosate et ses dérivés prélevés selon la même méthode sont écartés de cette analyse.

## Historique des concentrations en pesticides dans l'air

Sur ces huit substances avec une fréquence de détection de plus de 20%, cinq sont des substances de type herbicide.

On remarque également que les substances ayant une fréquence de détection supérieure à 20%, hormis le Glyphosate et l'AMPA, constitue le groupe des substances les plus recherchées depuis le début des mesures par Air-Breizh. L'ensemble de ces substances sont encore autorisées aujourd'hui, hormis le lindane (1998) et le chlorothalonil (2020). Il sera notamment intéressant d'étudier le comportement de ces substances dans l'air à la suite de leur interdiction.

## Historique des concentrations en pesticides dans l'air

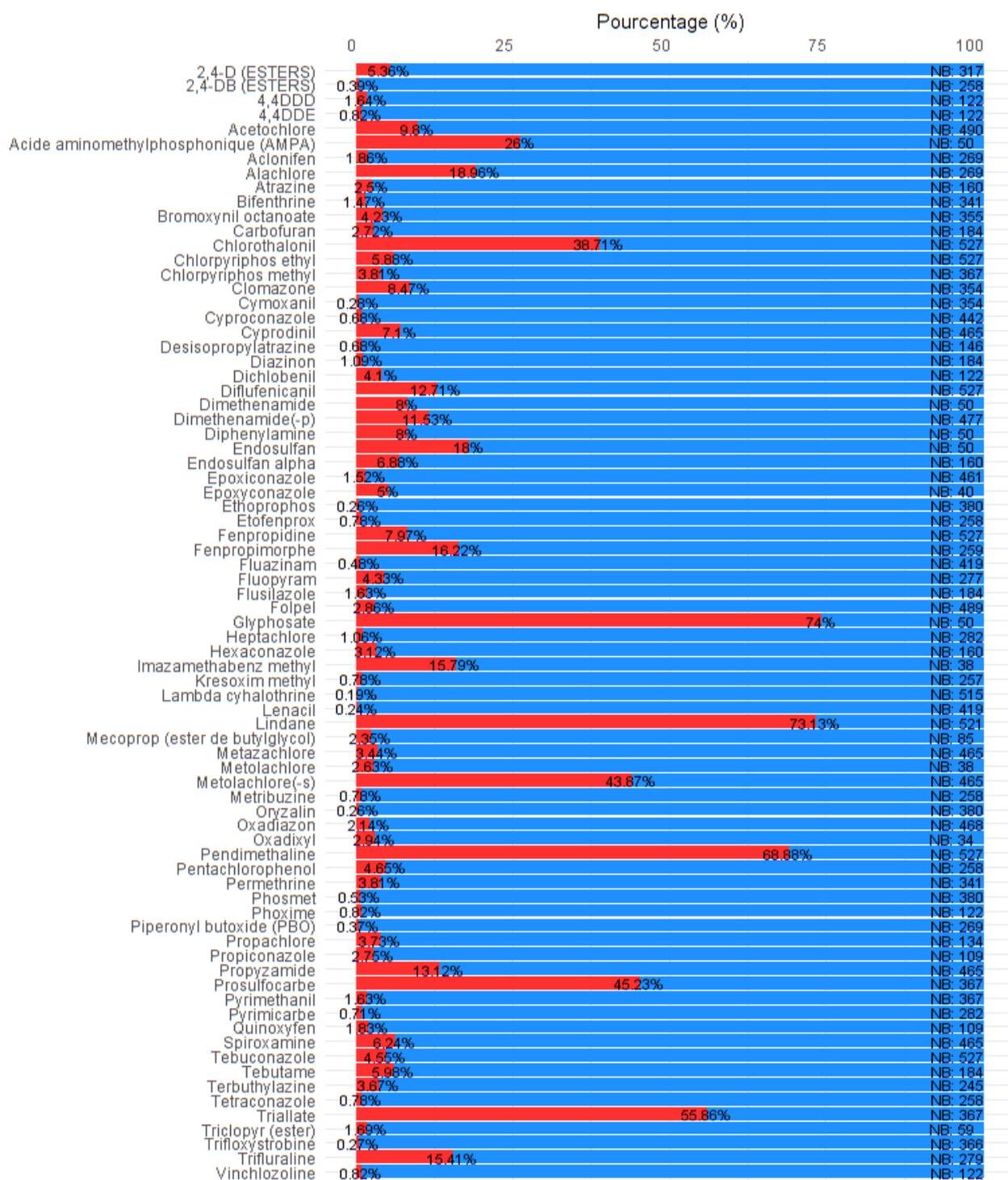
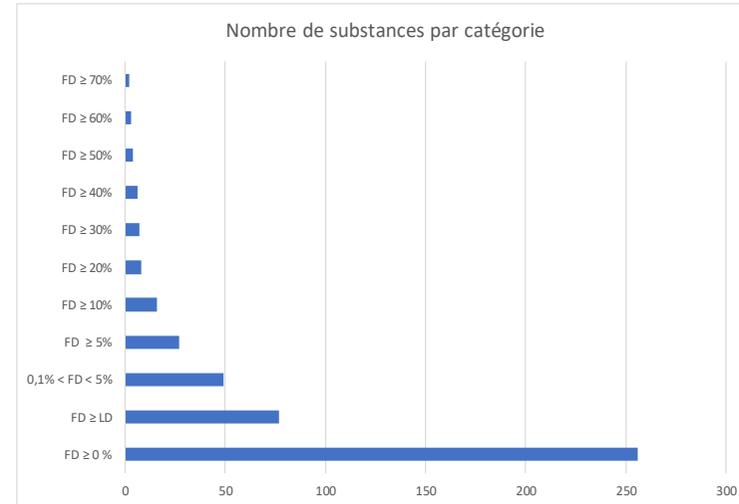


Figure 12: Fréquence de détection par substance détectée au moins 1 fois de 2003 à 2022 (les substances jamais détectées sur le territoire breton ne sont pas représentées) – NB = nombre de recherche par substance- En rouge la fréquence de détection de la substance et en bleu la fréquence de non-détection

# Historique des concentrations en pesticides dans l'air

Tableau 3: Récapitulatif des fréquences de détection par substance à partir des données de 2003 à 2022

0,1% < FD < 5%	FD ≥ 5%	FD ≥ 10%	FD ≥ 20%	FD ≥ 30%	FD ≥ 40%	FD ≥ 50%	FD ≥ 60%	FD ≥ 70%
2,4-DB (ESTERS)	2,4-D (ESTERS)	Acide aminomethylphosphonique (AMPA)	Acide aminomethylphosphonique (AMPA)	Chlorothalonil	Glyphosate	Glyphosate	Glyphosate	Glyphosate
4,4DDD	Acetochlore	Alachlore	Chlorothalonil	Glyphosate	Lindane	Lindane	Lindane	Lindane
4,4DDE	Acide aminomethylphosphonique (AMPA)	Chlorothalonil	Glyphosate	Lindane	Metolachlore(-s)	Pendimethaline	Pendimethaline	
Aclonifen	Alachlore	Diflufenicanil	Lindane	Metolachlore(-s)	Pendimethaline	Triallate		
Atrazine	Chlorothalonil	Dimethenamide(-p)	Metolachlore(-s)	Pendimethaline	Prosulfocarbe			
Bifenthrine	Chlorpyriphos ethyl	Endosulfan	Pendimethaline	Prosulfocarbe	Triallate			
Bromoxynil octanoate	Clomazone	Fenpropimorphe	Prosulfocarbe	Triallate				
Carbofuran	Cyprodinil	Glyphosate	Triallate					
Chlorpyriphos methyl	Diflufenicanil	Imazamethabenz methyl						
Cymoxanil	Dimethenamide	Lindane						
Cyproconazole	Dimethenamide(-p)	Metolachlore(-s)						
Desisopropylatrazine	Diphenylamine	Pendimethaline						
Diazinon	Endosulfan	Propyzamide						
Dichlobenil	Endosulfan alpha	Prosulfocarbe						
Epoxiconazole	Fenpropidine	Triallate						
Ethoprophos	Fenpropimorphe	Trifluraline						
Etofenprox	Glyphosate							
Fluazinam	Imazamethabenz methyl							
Fluopyram	Lindane							
Flusilazole	Metolachlore(-s)							
Folpel	Pendimethaline							
Heptachlore	Propyzamide							
Hexaconazole	Prosulfocarbe							
Kresoxim methyl	Spiroxamine							
Lambda cyhalothrine	Tebutame							
Lenacil	Triallate							
Mecoprop (ester de butylglycol)	Trifluraline							
Metazachlore								
Metolachlore								
Metribuzine								
Oryzalin								
Oxadiazon								
Oxadixyl								
Pentachlorophenol								
Permethrine								
Phosmet								
Phoxime								
Piperonyl butoxide (PBO)								
Propachlore								
Propiconazole								
Pyrimethanil								
Pyrimicarbe								
Quinoxyfen								
Tebuconazole								
Terbutylazine								
Tetraconazole								
Triclopyr (ester)								
Trifloxystrobine								
Vinchlozoline								



### Synthèse :

Pour résumer, cette première approche a permis de mettre en évidence la présence d'une variation saisonnière marquée des concentrations en pesticides qui sont les plus élevées au printemps et à l'automne. Cela correspond aux périodes d'applications des pesticides par les agriculteurs. Une analyse fine des données, développée dans les chapitres suivants, devrait permettre de mettre en évidence une répartition différente des pesticides suivant la saison en lien avec les usages.

La figure 11 permet également de mettre en évidence que sur les différentes années, les profils de concentration sont les mêmes.

Les résultats obtenus basés notamment sur l'évolution des cumuls hebdomadaires des pesticides sont cependant à relativiser du fait des nombreuses limites analytiques mises en avant en amont (cf. chapitre 3.2). En effet, sur les différentes années présentées dans l'analyse, le nombre de substances analysées n'étant pas le même, les cumuls hebdomadaires peuvent être impactés par cette différence. De plus, on remarque également que la période printanière dispose de plus de données, la comparaison des niveaux mesurés sur les deux saisons considérées comme prioritaires pour l'application des pesticides est donc à réaliser avec prudence. Afin d'aller plus loin, une analyse plus fine a été menée et est présentée dans la seconde partie de ce rapport (phase II).

Concernant les fréquences de détection des différentes substances, 8 disposent d'une fréquence supérieure à 20% depuis le début de la mesure. Parmi ces substances, 2 sont interdites d'utilisation en agriculture, 5 sont des herbicides. Ce résultat laisse présager un impact différent des pesticides dans l'air breton selon le type d'influence agricole, les herbicides étant majoritairement utilisés en grandes cultures.

Enfin, le lindane est la substance la plus souvent retrouvée par Air Breizh avec une fréquence de détection de 74% de 2003 à 2022, pourtant interdite d'utilisation en agriculture depuis 1998 ; elle fait également partie des substances les plus souvent recherchées.

### V. PHASE II : COMPRENDRE LES PESTICIDES DANS L'AIR

Afin de s'affranchir au maximum des différentes limites mises en avant en amont dans ce rapport (chapitre 3.2), le choix a été fait de réaliser un traitement par « thématique ». Cette approche a ainsi permis une utilisation plus complète du jeu de données dont l'association Air Breizh dispose.

#### 5.1 En quoi la nature polyvalente de l'agriculture en Bretagne, influence-t-elle la présence de pesticides dans l'air ?

##### ▪ Contexte et données utilisées :

La région Bretagne représente 58 % de la production nationale de viande porcine et 43 % de la production d'œufs, d'après une étude de l'OEB datant de 2020. Ces activités sont étroitement liées aux "grandes cultures" telles que les céréales et le maïs, principalement destinées à l'alimentation du bétail, et qui couvrent la majeure partie des terres agricoles utiles. Enfin, une petite proportion de la superficie agricole utile est consacrée aux cultures légumières, qui constituent une autre filière agricole majeure en Bretagne. Ces quelques 50 000 hectares représentent 20 % de la superficie totale des cultures légumières en France. La Bretagne a donc la particularité d'accueillir différents types d'agriculture sur ce territoire, avec des problématiques propres aux pratiques réalisées.

Pour étudier le lien entre les types d'activités agricoles et les niveaux de pesticides dans l'air, les données de la campagne nationale exploratoire ont été analysées ([CNEP](#)). Cette étude a été menée sur 50 sites répartis sur l'ensemble du territoire français.

En Bretagne, trois sites, soumis à des influences agricoles différentes, ont fait l'objet de mesure lors de cette campagne qui s'est déroulée sur une période d'un an entre 2018 et 2019. Ainsi le site de **Mordelles (35)** est considéré comme étant un site sous influence « Grandes cultures », **Henvic (29)** sous influence « Maraîchage » et enfin **Lamballe (22)** sous influence « Elevage ». Les périodes d'échantillonnage étaient différentes d'un site à l'autre<sup>12</sup> ; elles avaient été déterminées par le LCSQA au regard des périodes d'utilisation de pesticides.

**Une analyse des résultats des mesures effectuées sur ces trois sites est réalisée dans le présent chapitre pour étudier l'influence des activités agricoles sur les niveaux de pesticides mesurés.**

##### ▪ Analyse des données :

Lorsque l'on regarde le nombre de substances détectées par site, on remarque une première différence (figure 13). En effet, le site de Mordelles enregistre le plus grand nombre de substances détectées (25), suivi des sites de Lamballe et de Henvic qui présentent un nombre très proche (respectivement 20 et 19 substances).

---

<sup>12</sup> Le calendrier de prélèvement par typologie de site est disponible dans le rapport de la CNEP en page 51

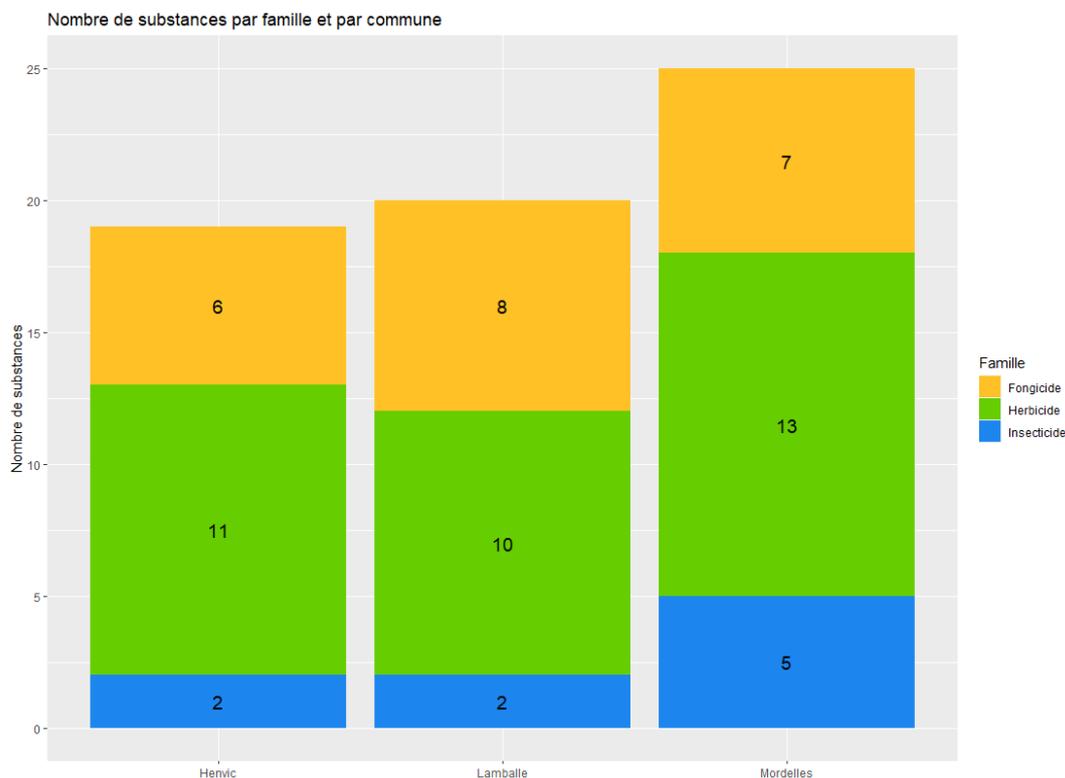


Figure 13: Nombre de substances détectées par famille et par commune lors de la CNEP

Quand on regarde la diversité de substances par famille de chaque site (figure 13), on remarque que ce sont les herbicides qui sont davantage représentés dans les substances détectées. On obtient respectivement 11, 10 et 13 substances herbicides par site. Ensuite, il s'agit des fongicides (entre 6 et 8 substances) et les insecticides (entre 2 et 5 substances).

Les différences par famille entre les sites portent sur 2 ou 3 substances maximum. Selon cette première analyse, **le profil agricole des différents sites étudiés n'influence que très peu le nombre total de substances détectées.**

En ce qui concerne les fréquences de détection des substances, le tableau 4 de la page suivante détaille les fréquences de détection par substance et ce pour les trois sites de mesure. Les constats suivants peuvent être réalisés.

- Sur le site d'Henvic, huit substances sont régulièrement quantifiées (>20% de détection), avec six d'entre elles présentes dans plus de 50 % des échantillons.
- Quant au site de Lamballe, sept substances sont fréquemment mesurées, dont quatre se retrouvent dans plus de 50 % des échantillons.
- En ce qui concerne le site de Mordelles, neuf substances sont couramment quantifiées, dont quatre sont présentes dans plus de 50 % des échantillons.

Tableau 4: Fréquence de détections des substances par sites lors de la CNEP

	Henvic (Influence maraichage)	Lamballe (Influence élevage)	Mordelles (Influence grandes cultures)
Distances aux cultures	180 m	400 m	180 m
Nombres de substances détectées	19	20	25
Fréquence de détection $\geq 20\%$	Chlorothalonil (22%) Clomazone (22%) Lindane (100%) Pendiméthaline (94%) Propyzamide (50%) Prosulfocarbe (89%) S-Metolachlore (50%) Triallate (50%)	Diflufenicanil (45%) Glyphosate (75%) Lindane (100%) Pendiméthaline (82%) Prosulfocarbe (64%) S-Metolachlore (45%) Triallate (73%)	Chlorothalonil (32%) Chlorpyriphos methyl (26%) Diflufenicanil (26%) Lindane (97%) Pendiméthaline (94%) Propyzamide (24%) Prosulfocarbe (44%) S-Metolachlore (53%) Triallate (62%)
Fréquence de détection $\geq 50\%$	Lindane (100%) Pendiméthaline (94%) Propyzamide (50%) Prosulfocarbe (89%) S-Metolachlore (50%) Triallate (50%)	Lindane (100%) Pendiméthaline (82%) Prosulfocarbe (64%) Triallate (73%)	Lindane (97%) Pendiméthaline (94%) S-Metolachlore (53%) Triallate (62%)

Insecticides Fongicides Herbicides  
Interdit ou non utilisé en France

On remarque également, que dans l'ensemble, **les substances détectées sur les trois sites sont sensiblement les mêmes**. En effet, on peut noter que le lindane, la pendiméthaline ou encore le triallate sont détectés à plus de 50% sur les trois sites ayant fait l'objet d'un suivi lors de la CNEP.

En réalité, parmi les substances détectées à plus de 20%, seules deux substances n'ont pas été mesurées sur les trois sites : le clomazone (herbicides, 22% de taux de détection à Henvic) qui est un herbicide souvent utilisé sur les cultures légumières comme les pommes de terre ou encore les haricots et pois non écosés par exemple. La seconde substance ayant cette caractéristique est le Chlorpyriphos méthyl (insecticides, 26% de taux de détection à Mordelles), aujourd'hui interdit et auparavant utilisé sur les cultures de céréales. Les substances mesurées sur le site de Lamballe ont été mesurées sur 1 ou 2 des autres sites.

Un autre enseignement du tableau concerne la nature des substances détectées. En effet, d'après les résultats obtenus lors de la campagne, ces sont les herbicides qui sont les plus détectés. Ce résultat coïncide avec ceux représentés dans la figure 13 qui mettait en avant que les herbicides étaient détectés de façons majoritaires.

**Dans l'ensemble, les substances retrouvées sur les différents sites sont les mêmes, comme le montre le tableau précédent.**

Même si les substances sont quasi identiques sur les 3 sites, on peut s'interroger sur l'évolution des niveaux durant l'année en lien possible avec les influences agricoles et les applications. La figure 14 de la page suivante présente l'évolution temporelle des cumuls hebdomadaires pour les 3 sites de mesure.

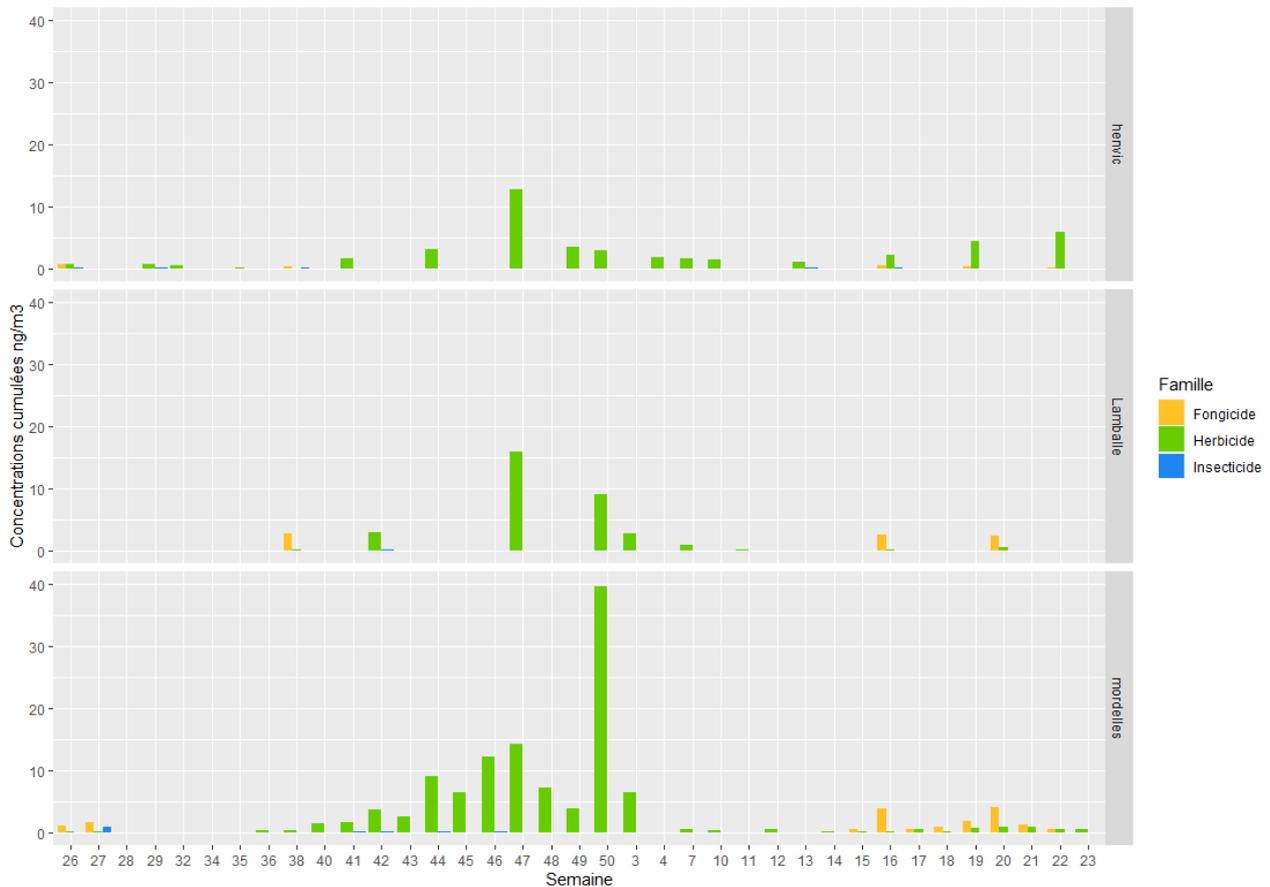


Figure 14: Cumuls hebdomadaires en fonction de l'usage et du site pour une année culturale (juillet à juillet)

Pour les 3 sites investigués d'influences agricoles différentes, **ce sont les herbicides qui disposent des cumuls hebdomadaires les plus importants**. De plus cette famille de substances est quantifiée sur l'ensemble des sites tout au long de l'année.

On remarque également les périodes préférentielles d'usage par famille de substances. Ainsi, la période printanière semble plus propice à l'usage de produits fongicides, concentrations cumulées plus importantes que les autres familles sur deux sites. De la même manière, la période automnale semble coïncider avec un usage plus important de produits herbicides, concentrations cumulées plus importantes pour l'ensemble des trois sites sur cette période de l'année.

Sur le site d'Henvic, les herbicides restent majoritaires tout au long de l'année. Ce résultat est cohérent en raison du profil agricole du site. En effet, les cultures maraichères font l'objet d'une protection phytosanitaire principalement pour la gestion des ravageurs et maladies (insecticides et fongicides) mais sont également protégées des adventices par l'utilisation de désherbants. De mêmes, les résultats obtenus peuvent aussi mettre en évidence une « contamination » par les substances utilisées sur les cultures avoisinantes.

La temporalité des niveaux mesurés ne semble pas significativement différente sur les trois sites malgré leur influence agricole distincte. Le site de Mordelles enregistre les niveaux les plus élevés, notamment en herbicides à l'automne. **Le profil agricole semble donc avoir un impact sur les concentrations retrouvées, notamment pour les substances herbicides sur les sites sous influence**

grandes cultures comme Mordelles, où les usages de ce type de substances sont plus importants notamment dans le traitement des cultures céréalières. La distance du site de prélèvement aux parcelles agricoles peut également expliquer ces différences.

- Réponse à la question posée :

De manière générale, les concentrations en herbicides sont relativement plus importantes pour un type agricole majoritaire de type « grandes cultures », notamment sur la période automnale. En revanche, les substances détectées sont très proches sur les trois sites malgré des influences agricoles différentes. Ce constat pourrait s'expliquer par le fait que ces autres sites ont comme profil agricole secondaire les grandes cultures.

Une limite à prendre en compte dans cette approche notamment pour la comparaison des niveaux mesurés entre les sites, concerne l'éloignement aux parcelles agricoles qui est différent en fonction des sites.

Les variations des concentrations au cours de l'année sont similaires sur les trois sites avec des périodes distinctes, notamment l'automne avec une présence en forte concentration en herbicides et le printemps avec des concentrations plus importantes en fongicides. Les insecticides restent minoritaires dans les relevés sur la période étudiée.

**Pour les 3 sites de profils agricoles différents investigués en Bretagne lors de la campagne nationale 2018/2019, les mesures révèlent la présence de pesticides sur l'ensemble de l'année avec des périodes de concentrations plus élevées d'avril à juin puis d'octobre à décembre, ce qui est caractéristique du profil grandes cultures.**

Les résultats ne semblent donc pas associés au type d'activité agricole, ce qui s'explique notamment par le fait que le profil grandes cultures est plus ou moins présent sur l'ensemble du territoire breton. L'évolution temporelle des niveaux sur l'année, toutes substances confondues, correspond aux périodes de traitement connues des différentes cultures, mais ne permet pas pour autant de distinguer les substances exclusivement liées à certaines cultures.

Ces conclusions, effectuées à partir des résultats des 3 sites bretons, rejoignent la conclusion générale de la CNEP<sup>13</sup>.

### 5.2 Comment l'éloignement par rapport aux parcelles agricoles affecte-t-il les concentrations de pesticides ?

- Contexte et données utilisées

Comme le montre la carte de ci-dessous, la Bretagne dispose d'une répartition géographique particulière. Les aires urbaines, avec une SAU inférieure à 50%, sont concentrées sur le pourtour du territoire breton, laissant le centre de la région essentiellement agricole, SAU supérieure à 70%. La

---

<sup>13</sup> Résultats de la Campagne Nationale Exploratoire de mesure des résidus de Pesticides dans l'air ambiant (2018-2019) [LCSQA – Juin 2020]

répartition des activités agricoles sur le territoire régional suit également cette dynamique avec une activité plus importante dans les zones rurales de la région (cf. figure 15).

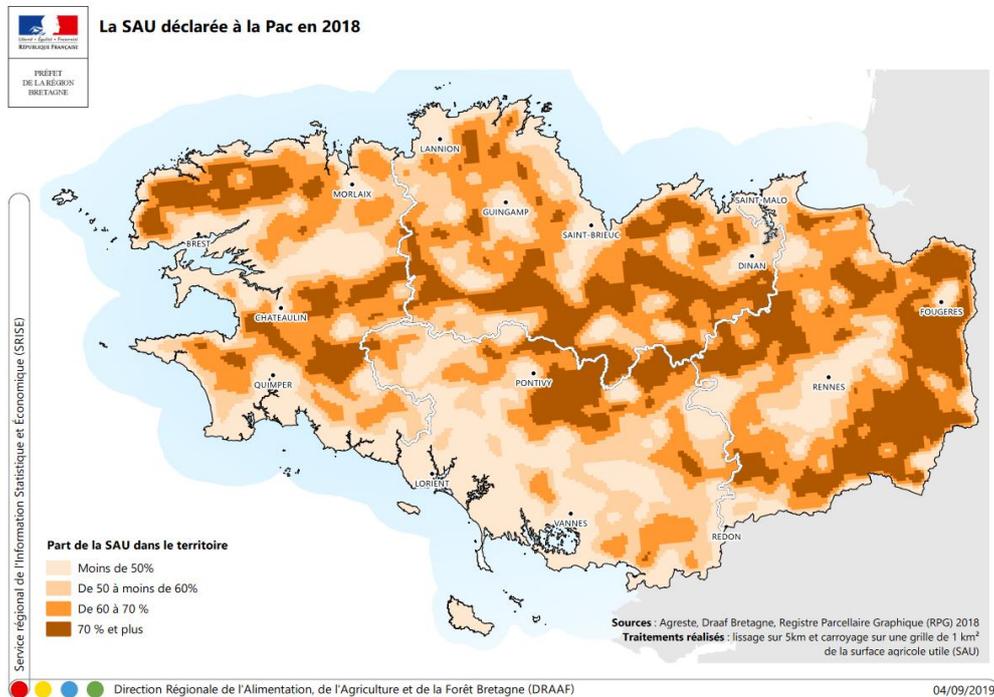


Figure 15: Répartition de la SAU [DRAAF,2019]

La concentration importante des activités agricoles à certains endroits du territoire et l'éloignement des aires urbaines des cultures fait émerger la question de **l'impact de la distance des cultures sur les concentrations en pesticides dans l'air ambiant**. En effet, l'hypothèse initiale serait que plus on est proche d'une zone cultivée, plus les pesticides sont présents et en plus grandes quantités. De la même manière, plus la distance est élevée avec les cultures plus les concentrations diminuent.

Pour répondre à cette interrogation, nous avons analysé les données de l'année 2021 pour laquelle Air Breizh avait sollicité l'appui financier de plusieurs partenaires ce qui avait permis d'assurer la surveillance sur trois sites de configurations différentes :

- Le site rural de Kergoff (22) en centre-Bretagne → Distance aux cultures <5 m
- Le site historique péri-urbain de Mordelles (35) → Distance aux cultures 180 m
- Le site urbain de Rennes Pays-Bas, situé dans un quartier résidentiel au Sud de Rennes (station de mesure réglementaire). → Distance aux cultures 940 m

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

### ▪ Analyse des données :

Sur l'année 2021 et parmi les 77 molécules étudiées, entre 14 et 22 ont été identifiées dans les échantillons, selon les sites. Les sites de Mordelles et de Kergoff, plus proches des parcelles agricoles,

se distinguent par le plus grand nombre de substances détectées, avec respectivement 22 et 19 molécules. Le site urbain de Rennes Pays-Bas, plus éloigné des parcelles, présente le plus petit nombre de substance détectée (14). Cette différence porte essentiellement sur le nombre d'herbicide détecté sur chacun des sites.

En ce qui concerne la répartition des substances en fonction de leurs modes d'action, il est notable que les herbicides dominent sur l'ensemble des sites, avec une détection de 8 à 13 substances de type herbicide par site. Le site de Rennes Pays-Bas présente respectivement 3 et 5 herbicides en moins par rapport à Kergoff et Mordelles.

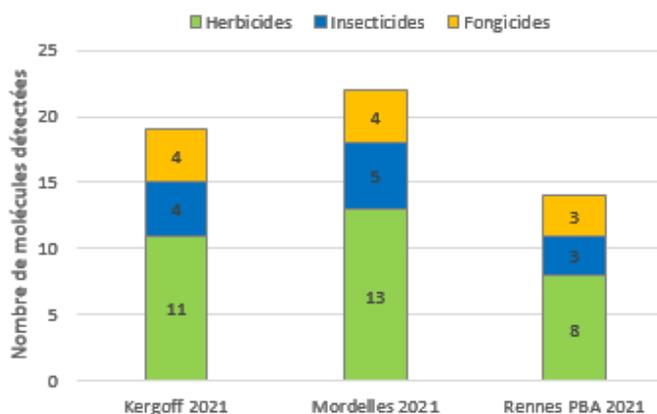


Figure 16: Nombres et diversité de substances retrouvées par sites (2021)

**Si l'on s'intéresse ensuite aux substances retrouvées sur chacun des sites, celles détectées à plus de 50% 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.

Vingt-six 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 diméthanamide, 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.

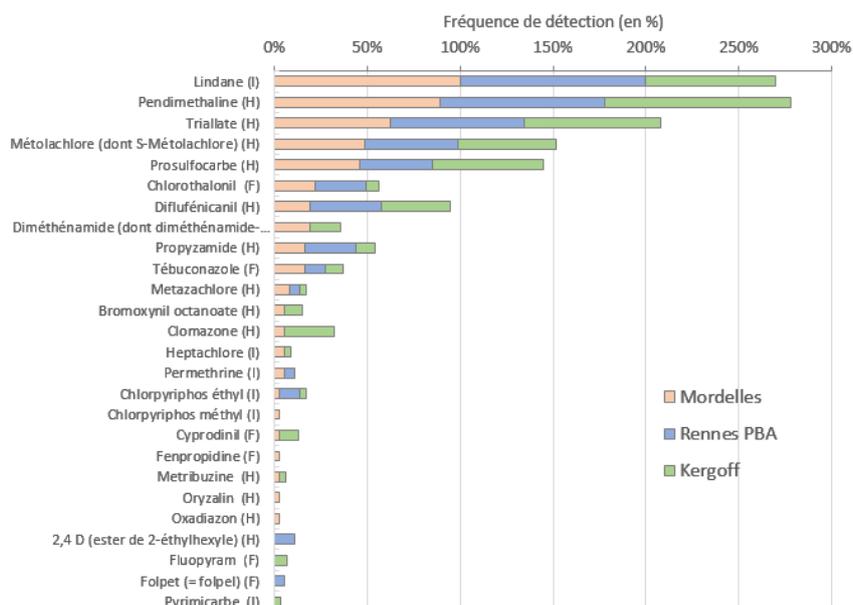


Figure 17: Fréquence de détection des substances par sites (2021)

Cinq molécules présentent des taux de détection supérieurs ou proches de 50 % sur chacun des sites :

- Le lindane
- La pendiméthaline
- Le triallate
- Le S-Métolachlore
- Le prosulfocarbe

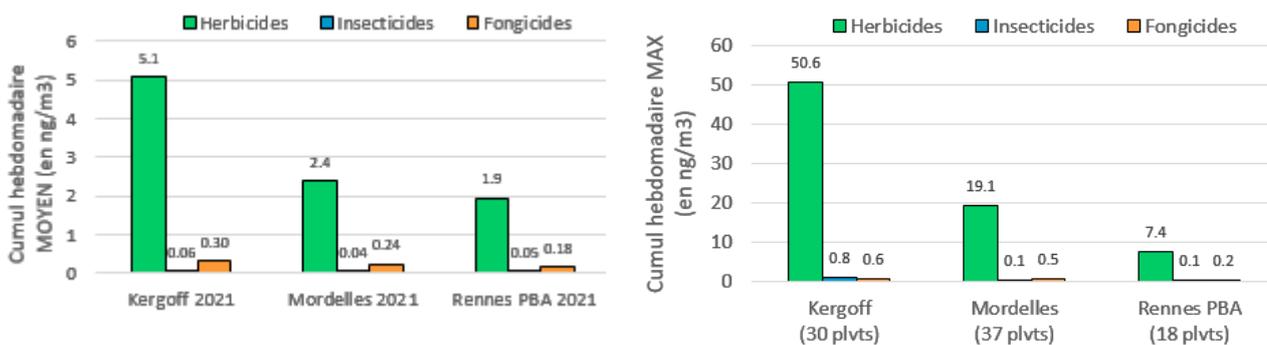


Figure 18: Concentrations cumulées moyennes (à droite) et maximales (à gauche) par sites et par type d'usages (2021)

Comme visible sur la figure 18, les herbicides présentent les cumuls hebdomadaires moyens les plus élevés avec respectivement 5.1 ng/m<sup>3</sup> pour le site de Kergoff et entre 2.4 et 1.9 ng/m<sup>3</sup> pour les deux autres sites. **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/m<sup>3</sup> et de 0.04 ng/m<sup>3</sup>.

Les herbicides présentent également les cumuls hebdomadaires (maximaux) les plus élevés atteignant  $51 \text{ ng/m}^3$  pour le site de Kergoff,  $19 \text{ ng/m}^3$  à Mordelles et  $7 \text{ ng/m}^3$  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  $1 \text{ ng/m}^3$ .

- Réponse à la question posée :

On remarque que les profils présentent une évolution temporelle très similaire, reflétant l'influence de diverses cultures. En effet, les pics de concentrations observés dans les graphiques des différents profils agricoles se produisent aux mêmes moments de l'année. Cependant, ils se distinguent par les niveaux de concentration atteints, qui sont plus élevés en milieu rural par rapport à ceux en milieu périurbain et urbain. Les niveaux de concentration varient suivant les sites de quelques  $\text{ng/m}^3$  en été et au printemps à plusieurs dizaines de  $\text{ng/m}^3$  en période hivernale.

En revanche, bien que l'éloignement aux parcelles puisse influencer la concentration de certaines substances, son impact sur la diversité des substances détectées sur les trois sites est moins significatif. Quelques exceptions toutefois pour le site urbain de Rennes pour lequel les substances très faiblement détectées sur les deux autres sites (<10%) n'ont pas été retrouvées sur ce site en raison de son éloignement aux parcelles agricoles.

### 5.3 Quelle tendance pour les niveaux de pesticides dans l'air depuis le début des mesures en 2003 ?

- Contexte et données utilisées

Depuis le début des campagnes de mesure des pesticides dans l'air ambiant en 2003, de nombreux sites ont fait l'objet de campagne plus ou moins longue, comme présenté en amont dans ce rapport. Afin d'avoir une idée plus précise des évolutions temporelles des concentrations, le choix a été fait de réaliser une analyse détaillée de l'évolution des niveaux sur le site de mesure ayant enregistré le plus grand nombre de prélèvement.

Le site de **Mordelles** a ainsi été retenu puisqu'il s'agit du site historique de mesure des pesticides dans l'air en Bretagne, la première campagne ayant été menée en 2005. De plus il s'agit du seul site breton retenu pour la surveillance nationale des pesticides dans l'air ambiant depuis sa pérennisation en 2021. Le site de Mordelles compte 15 années de mesures (de 2005 à 2022). Les interprétations présentées ici sont réalisées sur la période printanière qui enregistre le nombre d'année de suivi le plus important (12 suivis à cette période). La période automnale ne dispose pas, à l'heure actuelle, de données historiques suffisantes pour permettre une analyse complète des résultats (5 suivis à cette période).

## ■ Analyse des données :

La figure 19 présentée ci-dessous permet de mettre en avant le nombre de substances recherchées (N=X) et détectées par type d'usage (Herbicide, Fongicide, Insecticide) et ce par année sur le site de Mordelles.

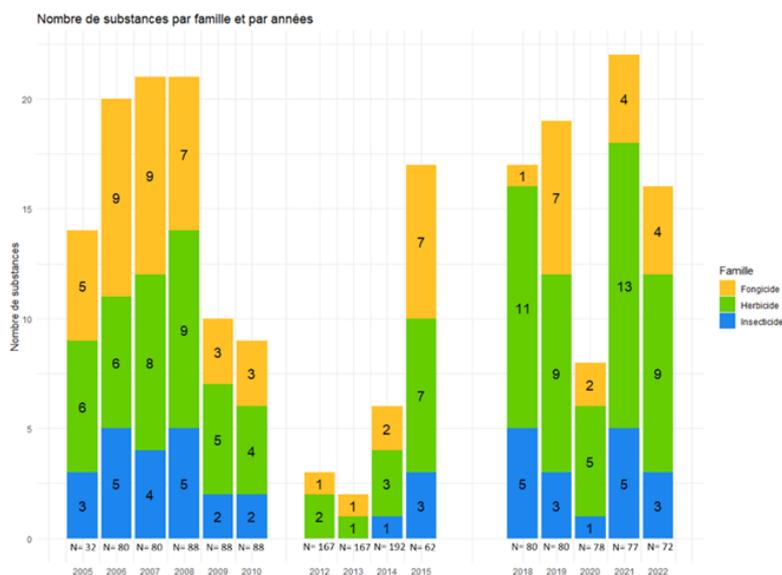


Figure 19 : Evolution du nombre de substances recherchées et détectées à Mordelles de 2003 à 2022

Sur ces 15 années, les périodes investiguées ainsi que la liste des substances recherchées sont différentes. La figure 19 permet de mettre en évidence que ce sont les substances appartenant à la famille des herbicides qui ont été détectées le plus souvent sur le site, avec un maximum de 13 substances en 2021.

**Sur l'ensemble du suivi on remarque très peu de différence entre les années 2000 et la situation actuelle. Par exemple, entre les années 2005 et 2019, pour un même nombre de substances recherchées, les nombres de substances retrouvées sont proches, avec 20 substances actives différentes en 2005 contre 17 en 2019.**

Dans l'objectif de réaliser un suivi historique des concentrations en pesticides, le choix a été fait de concentrer les efforts d'analyses des données sur les semaines ayant été le plus régulièrement fait l'objet de mesure par Air Breizh. Cela concerne le printemps comme annoncé précédemment.

**Une analyse est réalisée sur les semaines 19 à 26**, correspondant à la période printanière. On dispose de 11 années de mesure au maximum par semaine sur ce laps de temps. L'analyse porte sur une liste restreinte de substances ayant été recherchée à chaque fois depuis 2005 sur Mordelles. Les 13 substances prises en compte sont :

- Herbicides : Acétochlore – Pendiméthaline – Diméthénamide(-p) – Oxadiazon – Diflufenicanil
- Insecticides : Lambda cyhalothrine – Lindane - Chlorpyriphos éthyl – Deltaméthrine
- Fongicides : Tebuconazole - Chlorothalonil – Fenpropidine – Folpel

La figure 20, proposée ci-dessous, permet de représenter les évolutions des fréquences de détection des substances sur le site de Mordelles sur la période sélectionnées (S19 → S26). On remarque dans un premier temps que **trois substances choisies n'ont jamais été détectées sur cette période précise**, l'oxadiazon, la deltaméthrine ainsi que la lambda cyhalothrine.

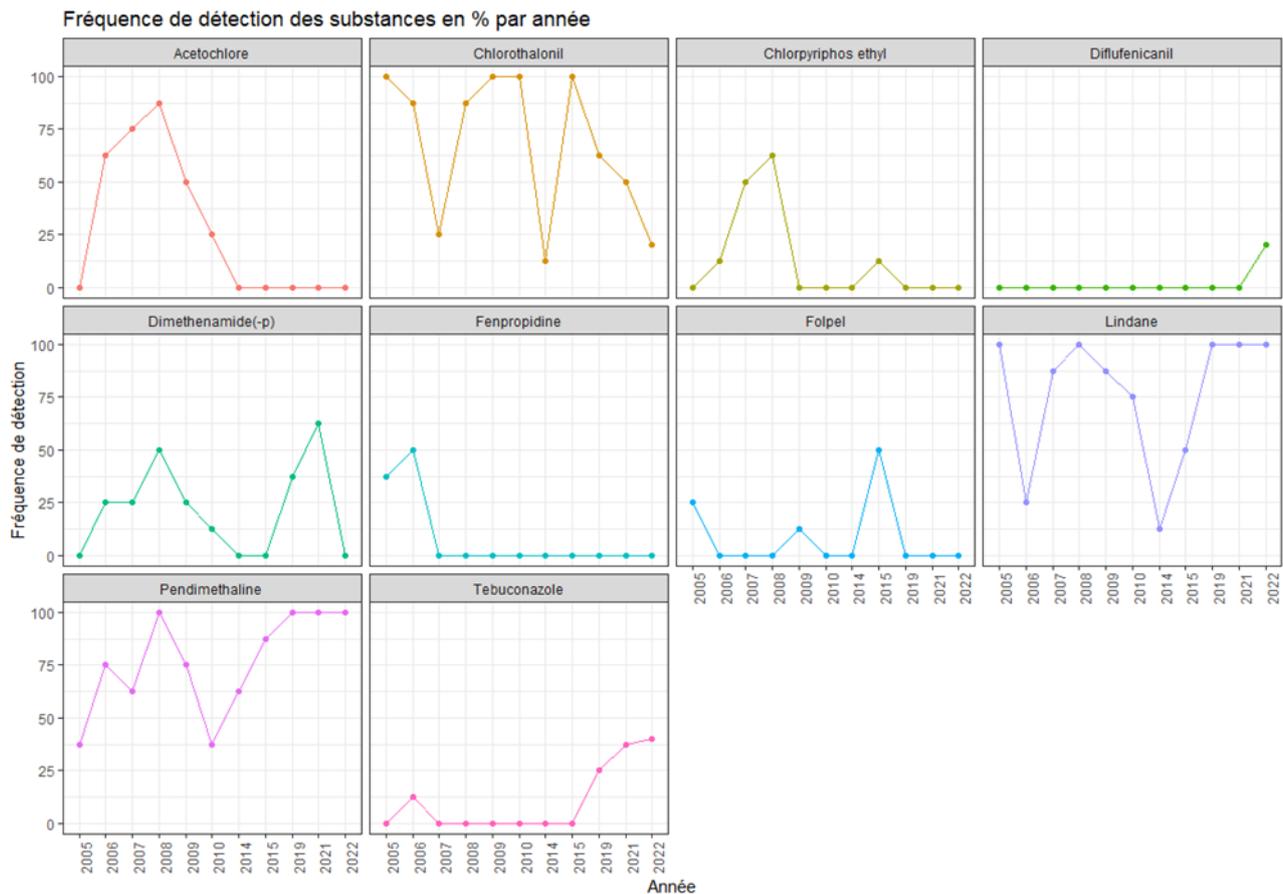


Figure 20: Fréquence de détections des substances sélectionnées par année (période S19 à S26)

Les variations dans les concentrations retrouvées sont différentes en fonction des substances mais également des années. Ainsi certaines **substances subissent des baisses importantes dans leurs détections jusqu'à ne plus être détectées**. C'est le cas par exemple pour l'acétochlore ou encore la fenpropiidine.

D'autres substances ne sont **plus détectées une année mais le sont de nouveau une ou deux années plus tard**, comme la dimethenamide(-p), le folpel ou encore le chlorpyrifos.

Enfin d'autres substances subissent des **variations plus ou moins importante en fonction des années** et sont aujourd'hui détectées dans 100% des cas, par exemple la pendiméthaline ou bien encore le lindane.

Il est à noter que le diflufenicanil n'a été détecté qu'en 2022 sur la période d'étude.

Cette figure 20 met également en avant **l'influence de l'évolution des réglementations** sur les substances détectées. Ainsi, l'absence de détection acétochlore aujourd'hui peut s'expliquer par l'interdiction de la substance en 2013. C'est le cas également pour le chlorpyrifos éthyl interdit en 2018 par exemple.

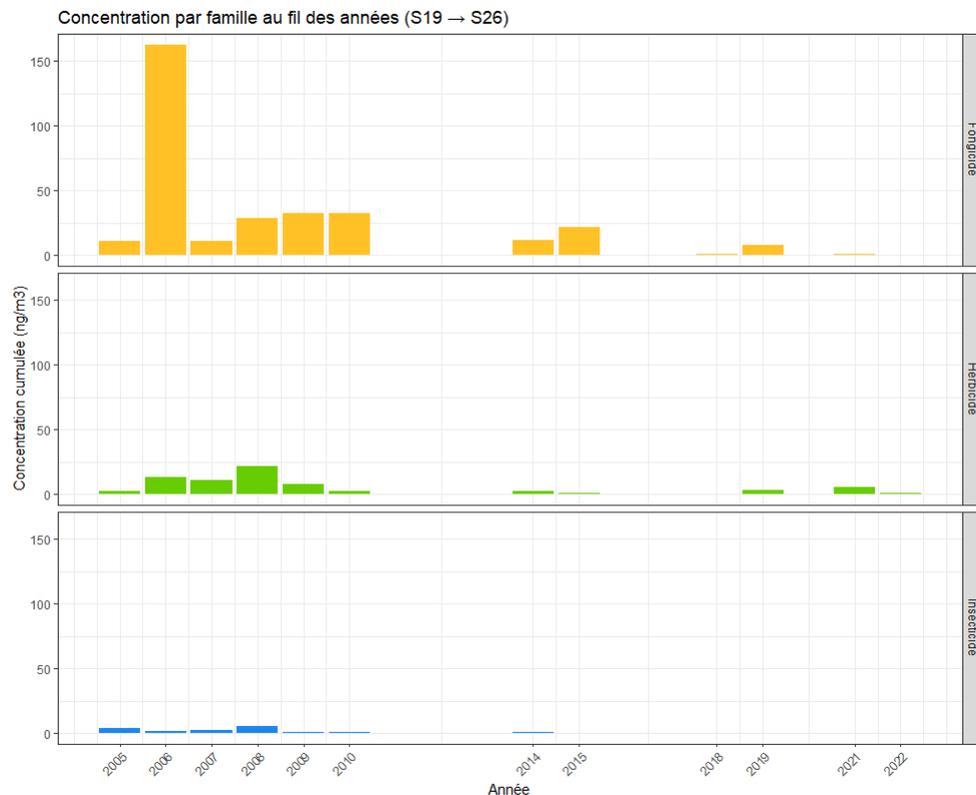


Figure 21: Concentrations hebdomadaires cumulées par famille de substances (période S19 à S26)

L'approche de l'étude des concentrations par famille de pesticide (herbicide, fongicide, insecticide), est illustrée *via* la figure 21 (ci-dessus). Au cours de la période printanière (S19 → S26), **les fongicides sont retrouvés dans les concentrations les plus fortes** avec une valeur maximale de 162 ng/m<sup>3</sup> en 2006, le chlorothalonil étant majoritaire (cumul sur la période). Ceci est vrai pour toutes les années considérées dans l'analyse (n=12) hormis pour l'année 2021 et 2022 où les herbicides sont majoritaires sur cette période. La seconde famille quantifiée dans les plus grandes concentrations sont **les herbicides**.

La présence en forte concentration de ces deux familles de substances peut s'expliquer par les usages possibles des professionnels du monde agricole à cette période de l'année. En effet, les conseils agronomiques dispensés aux agriculteurs suggèrent qu'il s'agit d'une des périodes propices à l'application de ces familles de substances sur les céréales d'hiver, comme le blé ou l'orge par exemple.

La famille de substances phytosanitaires la moins détectée sur la période printanière est celle des insecticides. Cette détection moindre peut également s'expliquer par les avis émis dans les conseils agronomiques.

On remarque par ailleurs une diminution des concentrations observées en fonction des années depuis le début de la mesure. Cette diminution est d'avantage marquée pour les fongicides, majoritairement appliqués sur la période étudiée ici.

Après ce constat de diminution générale des concentrations, il est peut-être intéressant de réaliser la même approche mais par substance sélectionnée. Ce travail est illustré par la figure 22.

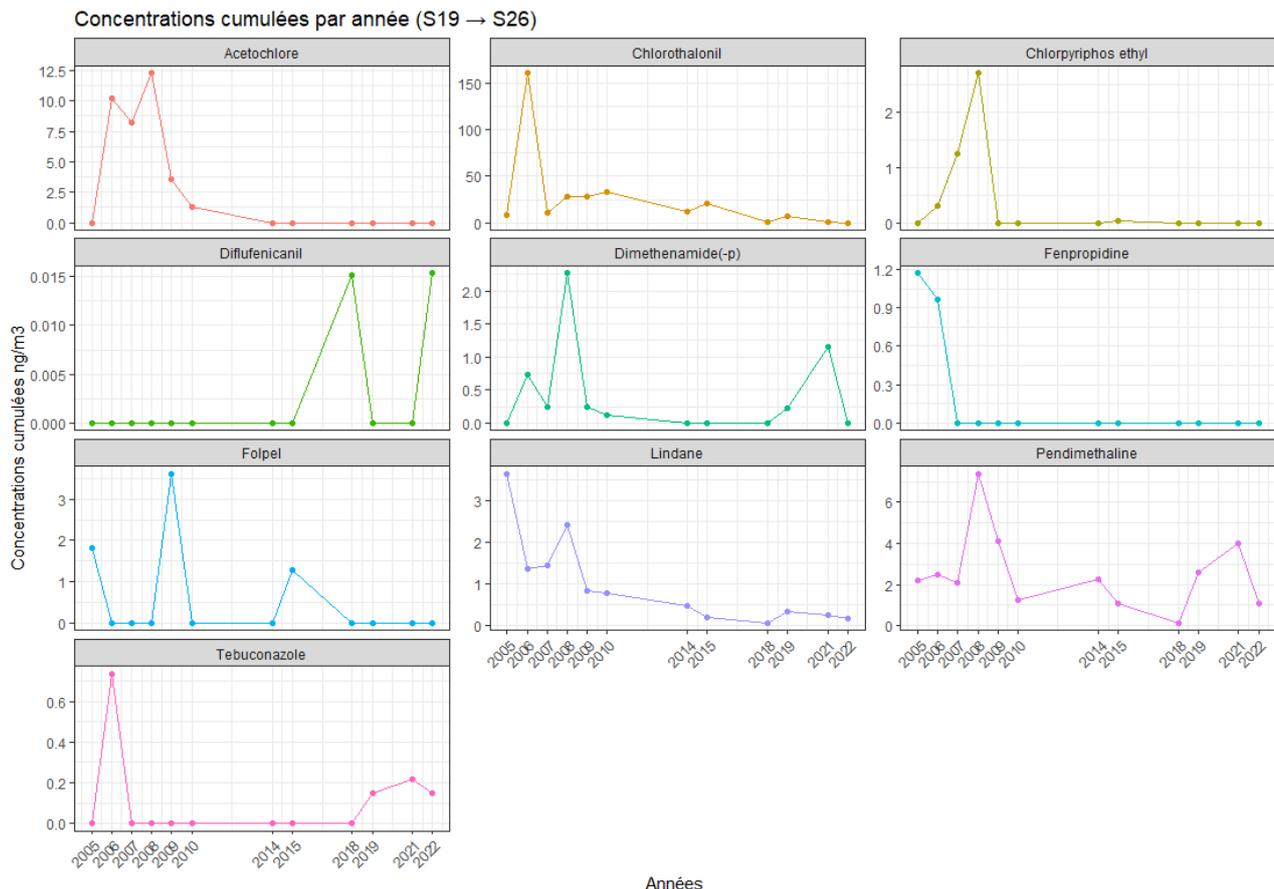


Figure 22: Concentrations cumulées (ng/m<sup>3</sup>) par substance en fonction des années sur la période sélectionnée

Lors de l'approche par substance, il est à noter que parmi les substances sélectionnées, 3 n'ont jamais été détectées sur la période (elles ne sont pas représentées sur la figure proposée). Ces substances sont la deltaméthrine, la lambda cyhalothrine et enfin l'oxadiazon.

Les variations observées sont différentes d'une substance active à une autre.

Pour l'acétochlore, le chlorothalonil et le chlorpyrifos-éthyl, on observe une **baisse continue des concentrations cumulées sur la période depuis 2005**. La pendiméthaline et le lindane sont **détectés chaque année**. Il semble cependant y avoir une **tendance générale à la baisse pour le lindane** qui était quantifié à 3.6 ng/m<sup>3</sup> en concentration cumulée en 2005 contre 0,2 ng/m<sup>3</sup> en 2022. Pour la pendiméthaline, les variations sont plus hétérogènes.

On remarque que les **4 représentants de la famille des fongicides** (Chlorothalonil, Fenpropidine, Folpel, Tebuconazole) sont quantifiés sur la période d'étude (printemps) et sur différentes années. Le chlorothalonil est la substance détectée avec la plus grande concentration avec une valeur

maximale lors de l'année 2006. Cette concentration importante en chlorothalonil explique le pic observé pour les fongicides sur l'année 2006 mis en évidence lors de l'étude par famille.

**Concernant les herbicides, 3 substances sur 4** de cette famille sont également quantifiées (Acétochlore, Dimethenamide-p, Pendiméthaline). Ils sont néanmoins présents dans de plus faibles concentrations que les substances fongicides avec une concentration maximale pour l'acétochlore en 2006.

Enfin, pour la famille des **insecticides, deux substances sont détectées** (Lindane et Chlorpyrifos éthyl) sur les quatre présentes dans l'analyse. Le fait que deux des substances insecticides ne soit pas quantifiées, peut donc également expliquer les différences par famille constatées auparavant.

Cette méthode permet, de mettre en évidence l'évolution des concentrations de substances interdites dans l'air. Après l'interdiction de l'Acétochlore en 2013, il n'a plus été détecté en 2014. Le chlorothalonil a également cessé d'être quantifié en 2019, année de son interdiction. Le Chlorpyrifos éthyl a montré une tendance similaire après son interdiction en 2020. En revanche, le Lindane, bien qu'interdit depuis 1998, est toujours présent en quantités détectables, mais ses concentrations diminuent avec le temps en raison de sa persistance dans l'environnement.

- Réponse à la question posée :

**De manière générale, les résultats mettent en évidence des fluctuations plus ou moins importantes en fonction des années considérées. Ces variations sont explicables par de nombreux facteurs.**

**En premier lieu, les usages des substances sont différents d'une année sur l'autre en raison des conseils prodigués aux professionnels mais également en raison des « pressions » agronomiques qui diffèrent également. En effet, les menaces pesant sur les cultures contre lesquelles les pesticides sont appliqués peuvent varier d'une année à l'autre en fonction des conditions météorologiques, par exemple. Une année pluvieuse va augmenter le risque fongique sur les cultures et donc par la même occasion entraîner un usage plus intensif de substances fongicides pour lutter contre cette menace. Dans un contexte de changement climatique, l'influence des facteurs météorologiques risque d'être de plus en plus importante dans le développement des « menaces » agronomiques et donc dans les usages des produits phytosanitaires. L'évolution de la réglementation impacte également les concentrations retrouvées dans l'air. L'évolution de la réglementation contribue également à la fluctuation des niveaux. Cela fait l'objet d'une analyse spécifique dans le chapitre suivant.**

**Une tendance à la diminution des concentrations est cependant observable sur la période 2003-2022, notamment en ce qui concerne les concentrations en herbicides et fongicides largement utilisés.**

### 5.4 Quels sont les impacts constatés de la réglementation sur les concentrations en pesticides ?

- Contexte et données utilisées

Afin d'être utilisées, les substances subissent une évaluation lors de la première mise sur le marché mais également à la fin d'une période d'autorisation d'usage. Un certain nombre de substances sont

ainsi retirées du marché. L'interdiction peut être effective au niveau européen lorsque la décision est prise par l'EFSA. Elle peut également n'être valable que sur le territoire français lorsque la décision provient des instances françaises comme l'ANSES par exemple. Les arrêts d'homologation sont généralement émis en cas d'atteinte à l'environnement et/ou la santé publique. Au fil des années de plus en plus de substances sont interdites sur les territoires européens et français. Ainsi des substances utilisées dans de grandes quantités et retrouvées dans l'environnement disparaissent progressivement, ou non, en fonction des différentes réglementations mises en place et des caractéristiques des substances.

Dans ce chapitre, nous nous intéressons au comportement des substances dans l'environnement (en l'occurrence le compartiment aérien), à la suite de leur retrait du marché. Pour ce faire, plusieurs exemples de substances suivies depuis plusieurs années sont présentés ci-après.

### ▪ Analyse des données

Le premier exemple concerne l'**acétochlore**. Il s'agit d'une substance phytosanitaire à visée herbicide : elle appartient à la famille des chloroacétanilides. Elle est principalement utilisée pour le désherbage prélevé du maïs au printemps en particulier pour le contrôle des graminées et des dicotylédones.

Le règlement (UE) N°73/2013 de la Commission du 25 janvier 2013 indique que l'acétochlore n'est plus approuvé en tant que substance active au titre du règlement régissant la mise sur le marché et le suivi post-homologation des produits phytosanitaires et des substances actives qui les composent (règlement CE n°1107/20098). Cette interdiction est entrée en vigueur en France le 23/06/2013. Cette substance a été très utilisée en Bretagne notamment pour le désherbage des cultures de maïs, 122 tonnes ont par exemple été vendues sur l'année 2006.

Pour étudier l'influence de cette interdiction, le graphique suivant présente l'évolution des cumuls hebdomadaires par an sur la période allant des semaines 19 à 26, sur le site de Mordelles.

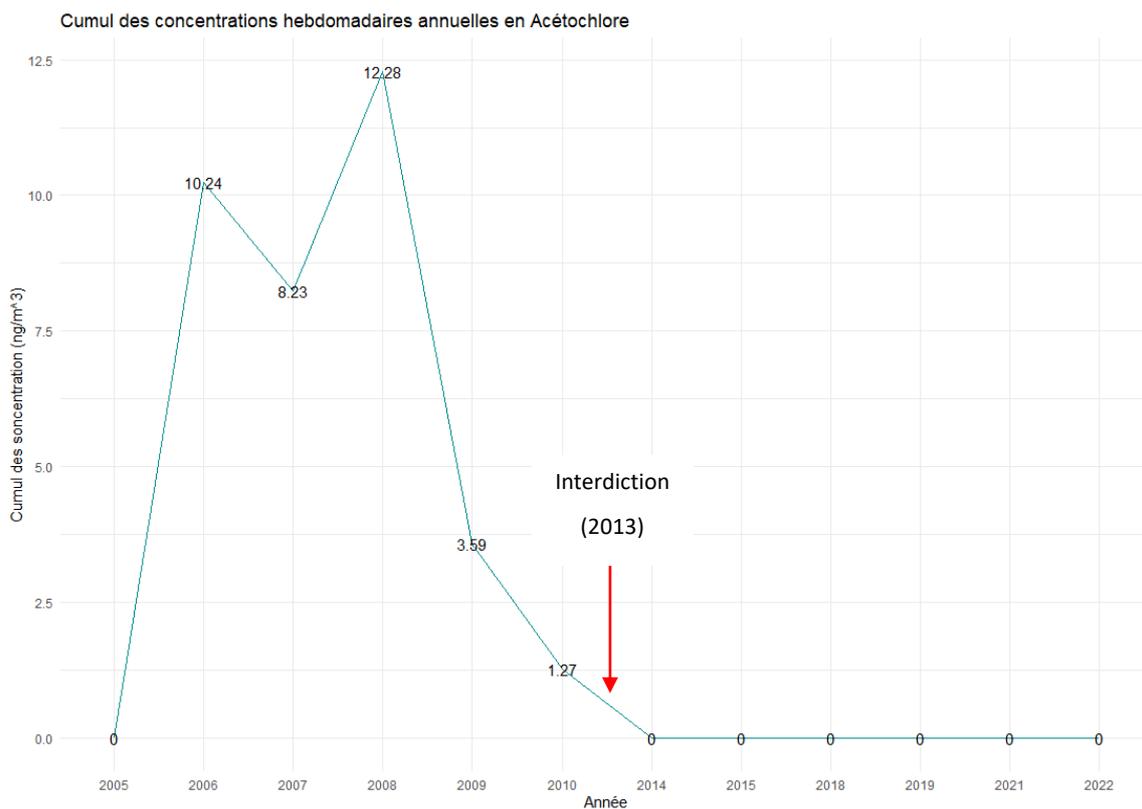


Figure 23 : Evolution des cumuls hebdomadaires (ng/m<sup>3</sup>) par an en Acétochlore sur le site de Mordelles au printemps

Le graphique proposé met en évidence sur la période une absence de détection de la substance depuis son interdiction en 2013. Un phénomène d'anticipation est également visible via ce graphique. En effet, en amont de l'interdiction en 2013 on remarque une baisse dans les concentrations cumulées rencontrées. Ce phénomène peut résulter de l'anticipation de l'interdiction potentielle de l'utilisation de la substance par les professionnels, ce qui se manifeste par une diminution des concentrations, et par la même occasion une augmentation des concentrations de ou des substances de substitutions (S-métolachlore...). De plus, cette réduction peut également découler d'un changement d'utilisation de la substance par les acteurs du secteur agricole, sous l'influence des conseils agronomique par exemple, en plus de l'anticipation du changement réglementaire.

Le deuxième point que nous souhaitons illustrer concerne le remplacement d'une substance interdite par une autre substance. C'est le cas du **S-Métolachlore** comme en témoigne le graphique ci-après (figure 24) sur la même période que celle étudiée précédemment pour l'acétochlore. Excepté en 2018, une tendance à la hausse des concentrations semble être observée après l'interdiction de l'acétochlore en 2013.

De plus le S-métolachlore correspond à une alternative à de nombreuses substances interdites, ce qui peut expliquer les niveaux atteints en termes de concentrations certaines années. Il s'est d'autant plus imposé qu'un certain nombre d'herbicides racinaires ont été interdits, tels que le métolachlore en 2006, l'atrazine en 2002, l'alachlore et la trifluraline en 2008, mais également l'acétochlore en 2013. Le S-métolachlore apparaît aujourd'hui comme un incontournable du désherbage pour certaines cultures conduites en conventionnel telles que les maïs doux et semences.

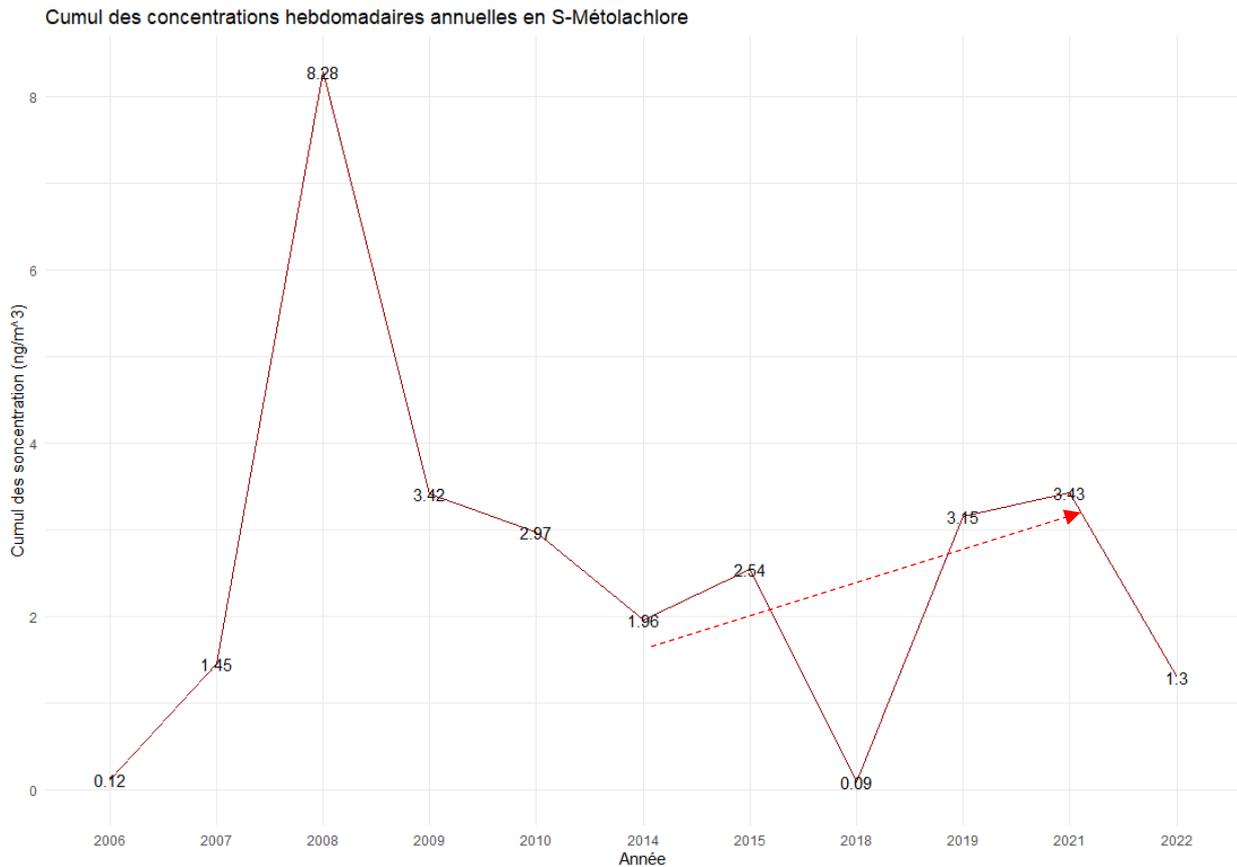


Figure 24 : Evolution des cumuls hebdomadaires (ng/m<sup>3</sup>) par an pour le S-Métolachlore à Mordelles au printemps

À la suite d'une interdiction il est également possible que la substance reste présente dans l'environnement. C'est le cas des substances dites persistantes comme le **lindane** par exemple.

Le lindane est un insecticide organochloré dont la commercialisation avait débuté en 1938. Doué d'un très large spectre d'activité insecticide – vis-à-vis des insectes phytophages, des insectes vivant dans le sol et des parasites des animaux et de l'homme – il a été largement utilisé en agriculture et dans les produits pharmaceutiques pour le traitement de la gale et l'élimination des poux.

En France, le lindane n'est plus utilisé en agriculture depuis le 1 juillet 1998, 2005 en usage biocide, et depuis 2009 dans le reste du monde. Cependant, la substance reste aujourd'hui présente dans le compartiment aérien (figure 25). Le graphique réalisé permet de mettre en avant les variations des concentrations en lindane sur la période printanière allant des semaines 19 à 26 sur le site de Mordelles. Les concentrations mesurées fluctuent en fonction des années dans les relevés.

En effet, malgré son interdiction, les concentrations relevées sur la période d'étude sont différentes en fonction des années. **Une baisse des concentrations de la substance est à noter.** Une des hypothèses de la présence de la substance dans l'environnement malgré son interdiction relativement ancienne, serait la remise en suspension lors de travaux agricoles mais également sur du bâti ayant subi un traitement au lindane pendant la période de construction.

L'ANSES travaille actuellement à la constitution d'un groupe de travail traitant du devenir du lindane dans l'environnement et des concentrations dans les médias d'exposition. Les résultats issus de ces travaux pourront être exploités pour expliquer la rémanence dans l'environnement de la substance.

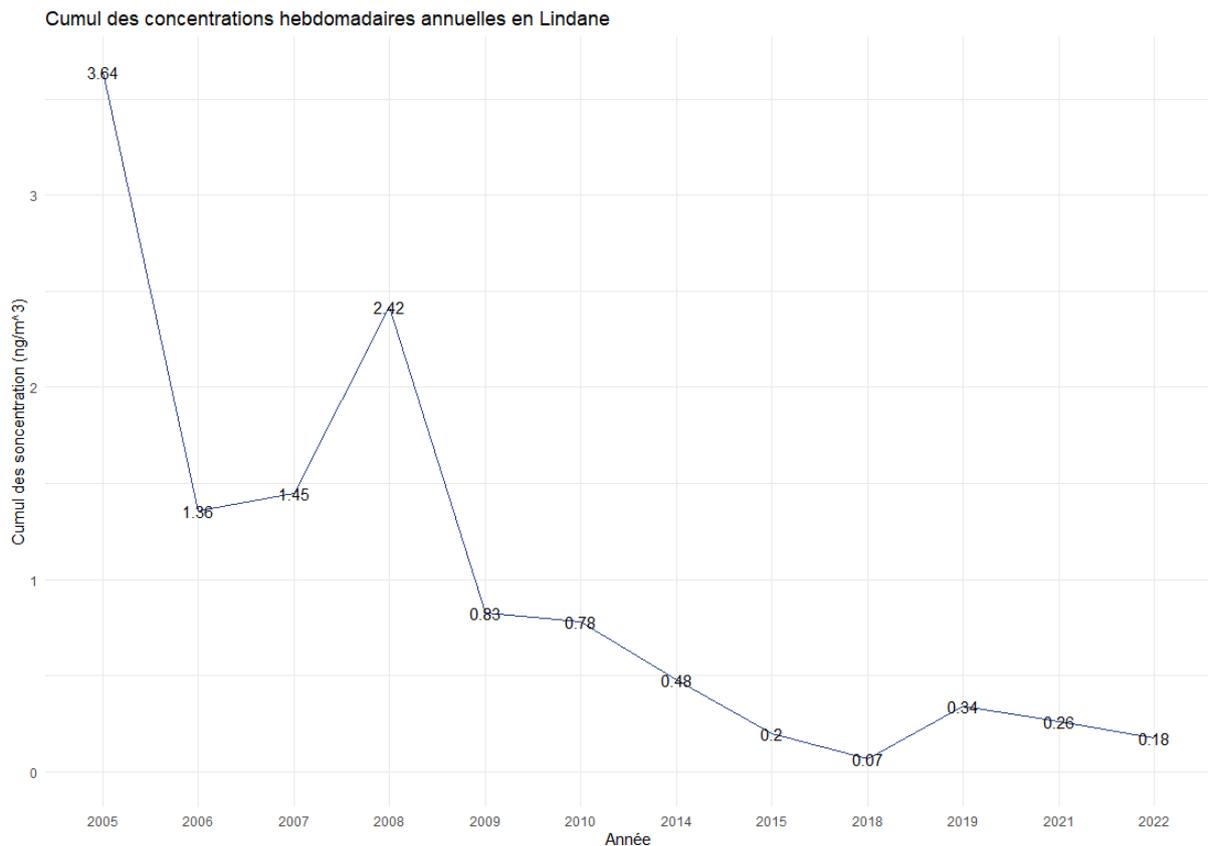


Figure 25 : Evolution des cumuls hebdomadaires (ng/m<sup>3</sup>) par an en Lindane sur le site de Mordelles au printemps

▪ Réponse à la question posée :

La liste des substances autorisées évolue en tenant compte de l'interdiction progressive de certaines substances. La mise en application de ces directives permet une diminution rapide des concentrations retrouvées dans le milieu aérien, comme c'est le cas pour l'acétochlore par exemple, mais également pour des substances telles que le chlorpyrifos ou encore le chlorothalonil.

Cependant, pour certaines d'entre elles, les effets des interdictions sont tardifs. Ces substances dites persistantes, sont mesurées dans l'air pendant de nombreuses années à la suite de leur retrait du marché notamment du fait de leur propriété. C'est le cas du lindane encore détecté dans l'air malgré son interdiction pour un usage agricole en 1998.

Ce constat met en évidence l'importance des caractéristiques physico-chimiques des substances sur la dispersion et la rémanence de celles-ci dans l'environnement.

Les interdictions d'usages peuvent également entraîner un changement dans les pratiques. En effet, les besoins auxquels répondaient les substances interdites restent les mêmes après la mise en place de la réglementation. Afin de répondre aux besoins de protection des cultures, les usagers peuvent être amenés à reporter leurs achats vers une substance encore autorisée, ayant les mêmes effets. C'est le cas pour le S-métolachlore par exemple.

Enfin, certaines substances interdites car problématiques dans d'autres compartiments de l'environnement que l'air ont vu leurs usages reportés sur des substances plus volatiles et ont donc entraîné une augmentation des concentrations relevées.

Ce constat soulève le besoin de prise en compte de l'ensemble des compartiments environnementaux dans les politiques d'interdiction des produits phytosanitaires.

Malgré ces éléments, l'analyse met en évidence un impact positif de la réglementation sur les niveaux relevés et les substances mesurées dans le compartiment aérien. Ainsi par exemple, lors de la campagne de mesure 2022, sur 39 substances interdites recherchées dans l'air, 34 n'ont pas été détectées.

### 5.5 Dans quelle mesure les ventes en produits phytosanitaires ont-elles une influence sur les concentrations relevées dans l'air ambiant ?

#### ▪ Contexte et données utilisées

L'objectif de ce chapitre est d'étudier le lien entre les usages des pesticides et les concentrations mesurées dans l'air

Pour ce faire, la base nationale des ventes distributeur (BNV-d) a été exploitée. Les ventes déclarées en 2021 sur Mordelles ont ainsi été mises en relation avec les concentrations relevées sur cette même commune.

L'application d'une telle méthode de travail comporte toutefois certaines limites. En effet, la BNV-d regroupe les ventes de produits ce qui n'est pas directement corrélé aux applications (stock par exemple) et les données sont communiquées à au niveau du code postal de l'exploitation ce qui ne correspond pas toujours au lieu d'application.

#### ▪ Analyse des données

Sur le site de Mordelles en 2021, 22 substances actives ont été quantifiées au cours de la campagne. Certaines substances étant interdites à la vente (n=8), elles ne sont donc pas présentes dans les résultats issus de la base de ventes (ex. du lindane).

Parmi les 22 substances dénombrées, on en retrouve 16 pour lesquelles les quantités de vente théorique sont disponibles : Prosulfocarbe, Pendiméthaline, S-Métolachlore, Dimethenamide-p, Tebuconazole, Propyzamide, Triallate, Diflufenicanil, Métazachlore, Cyprodinil, Bromoxynil, Clomazone, Chlorpyrifos-méthyl, Fenpropidine, Oryzalin, Métribuzine.

Ces quantités de vente ont été obtenues après exploitation de la base, la méthode d'exploitation de la base à fait l'objet dans travail approfondi effectué dans le cadre d'un stage de master 2 réalisé en collaboration avec l'EHESP.

La figure 26 présente les concentrations annuelles moyennes pour l'année 2021 (pour les substances autorisées) en fonction des quantités vendues sur la commune de Mordelles. L'utilisation de ce type de graphique permet de mettre en relation les usages et les concentrations retrouvées dans l'air sur le site de Mordelles.

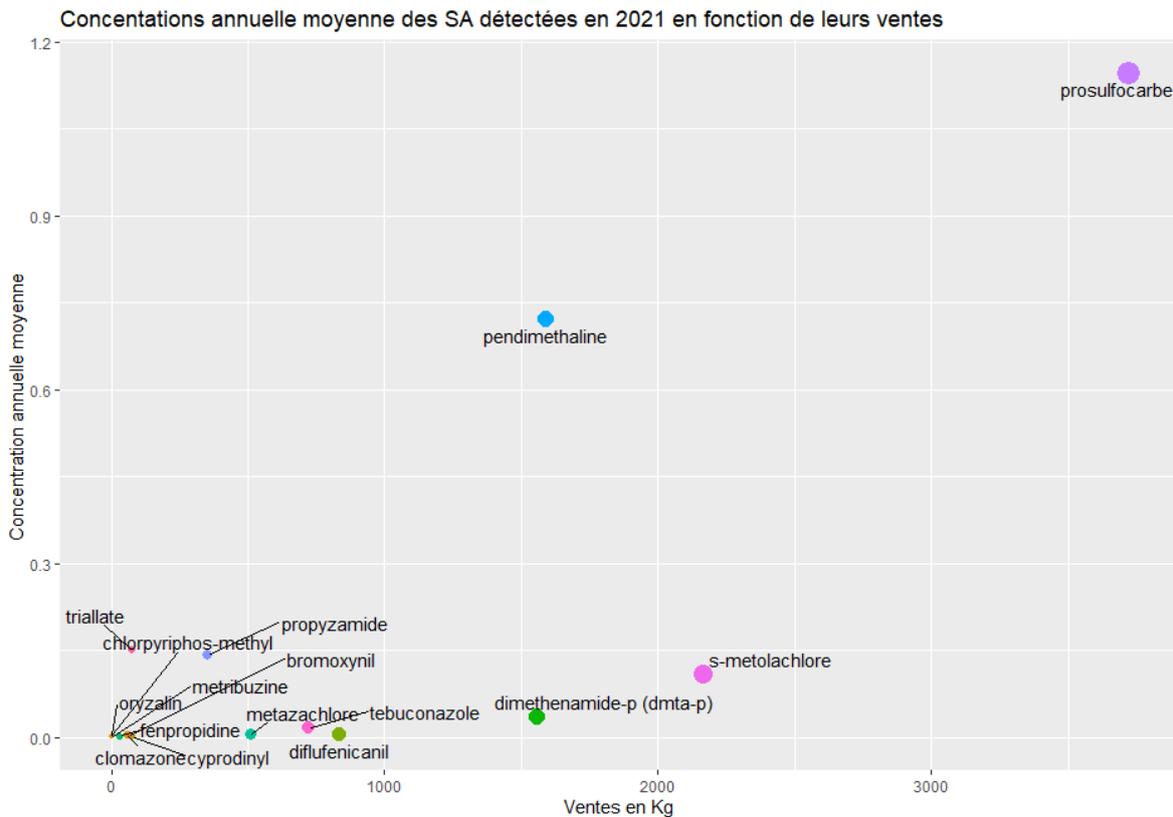


Figure 26 : Concentrations moyennes des substances détectées sur Mordelles en fonction des ventes (2021)

Une corrélation entre les paramètres de vente et les concentrations moyennes est donc réalisée (figure 25). On observe deux « groupes » de substances :

- 1) Les substances les plus vendues et qui ont une concentration moyenne dans l'air plus élevée. C'est le cas par exemple pour le prosulfocarbe ou la pendiméthaline. Le S-Métolachlore est lui vendu dans de plus grandes proportions mais avec une concentration annuelle moyenne relativement faible en comparaison des deux autres.
- 2) Les autres substances sont artificiellement regroupées du fait de la présence de deux fortes concentrations moyennes.
- 3) Certaines substances peu vendues sur le territoire sont retrouvées dans des concentrations moyennes plus fortes que le S-métolachlore. C'est le cas du triallate et du propizamide notamment.

Ainsi, on observe que le prosulfocarbe est détecté à une concentration moyenne annuelle la plus élevée et est également vendu en quantité importante. La quantité vendue ainsi que la volatilité de la substance explique la concentration moyenne. Le même constat est réalisable pour la pendiméthaline. Les quantités vendues sont également importante et la volatilité explique de nouveau la concentration moyenne de la substance dans l'air.

Le S-métolachlore, pourtant vendu en quantité importante, est retrouvé dans des concentrations moindre, voire inférieures à certaines substances largement moins vendues sur le territoire.

Le constat inverse est réalisable pour le triallate et le propyzamide, les ventes déclarées pour ces deux substances sont « faibles » avec moins de 500 kg vendus, pour autant, elles présentent les 3<sup>ème</sup>

et 4<sup>ème</sup> concentrations les plus élevées parmi les substances retenues. Les concentrations moyennes annuelles calculées pour les deux substances en question sont plus importantes que la concentration moyenne en S-métolachlore, pourtant largement plus vendu. Cette différence peut s'expliquer notamment par les propriétés physico-chimiques des substances. Le triallate est une substance avec une volatilité importante au même titre que le Propyzamide. Ces derniers en lien avec les paramètres environnementaux influencent la volatilisation des substances pendant et après leurs applications sur les surfaces de cultures.

- **Réponse à la question posée :**

**Les substances les plus vendues présentent généralement des concentrations plus élevées que celles vendues en quantité plus réduite. Cependant, il convient de noter que cette tendance ne s'applique pas uniformément à toutes les substances actives étudiées. En conséquence, les concentrations de ces substances dans l'air nécessite une prise en compte non seulement de la quantité vendue, mais aussi d'autres variables comme les paramètres physico-chimiques de la substance elle-même, ou encore le matériel de pulvérisation utilisé pour l'application en parcelles (qui peut favoriser la dérive). Ces paramètres peuvent jouer un rôle essentiel dans la façon dont la substance se propage dans l'air lors de son utilisation.**

### 5.6 Les niveaux mesurés en Bretagne sont-ils comparables à ceux d'autres régions ?

#### ▪ Contexte et données analysées

La Bretagne est une région agricole par excellence, en comparaison des autres régions françaises. En partant de ce constat, il peut être intéressant de s'interroger sur les niveaux de pesticides retrouvés dans l'air breton en comparaison des autres régions métropolitaines.

Ce chapitre répondra à la question : **Les niveaux en pesticides dans l'air ambiant retrouvés en Bretagne sont-ils comparables à ceux d'autres régions françaises ?**

Pour répondre à cette question, les données issues de la CNEP sont utilisées en comparant les résultats obtenus en Bretagne à ceux d'autres régions françaises sur des sites avec la même typologie. Ainsi les sites de Henvic, Lamballe et Mordelles seront comparés à d'autres sites français ayant la même typologie et étudiés lors de la CNEP.

#### ▪ Analyse des données

Le site péri-urbain de Mordelles, sous influence grandes cultures, est comparé aux sites de Poitiers (Nouvelle-Aquitaine) et Rambouillet (Ile-de-France) qui sont des sites urbains sous une influence agricole identique. L'éloignement des capteurs aux cultures étaient respectivement de 180 m pour le site de Mordelles, 360 m pour le site de Rambouillet et enfin 445 m pour Poitiers.

Le premier indicateur utilisé pour comparer les trois sites est le nombre de substances retrouvées lors de la CNEP. Sur le site de Mordelles 25 substances différentes sont retrouvées. Sur le site de Poitiers, on en compte 26 substances et 23 sur le site de Rambouillet (figure 27).

Sur l'ensemble des trois sites de mesure, les substances de type herbicides sont les plus nombreuses avec respectivement 13, 12 et 11 substances retrouvées en fonction des sites de mesure. Les différences observées en termes de nombre de substances retrouvées restent relativement faibles et peuvent s'expliquer par les différentes pratiques agricoles appliquées dans les territoires d'étude.

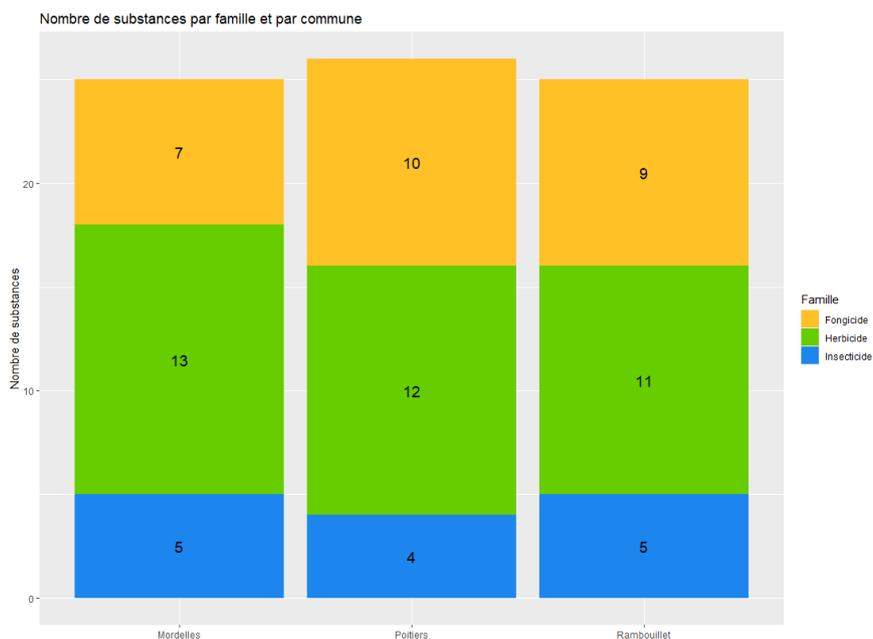


Figure 27: Nombre de substances détectées en fonction du type d'usage et par site lors de la CNEP (Péri-urbains)

Maintenant, lorsque l'on compare les fréquences de détection des substances sur l'ensemble des trois sites (figure 28), on remarque que **les substances détectées à plus de 20% sont identiques** hormis le folpel (site de Poitiers) et le 2-4-D et métazachlore (site de Rambouillet).

**Pour les 3 sites, le trio de tête est composé du lindane, de la pendiméthaline et du triallate.** Le reste des fréquences de détection pour les substances est semblable pour les trois sites considérés dans l'analyse.

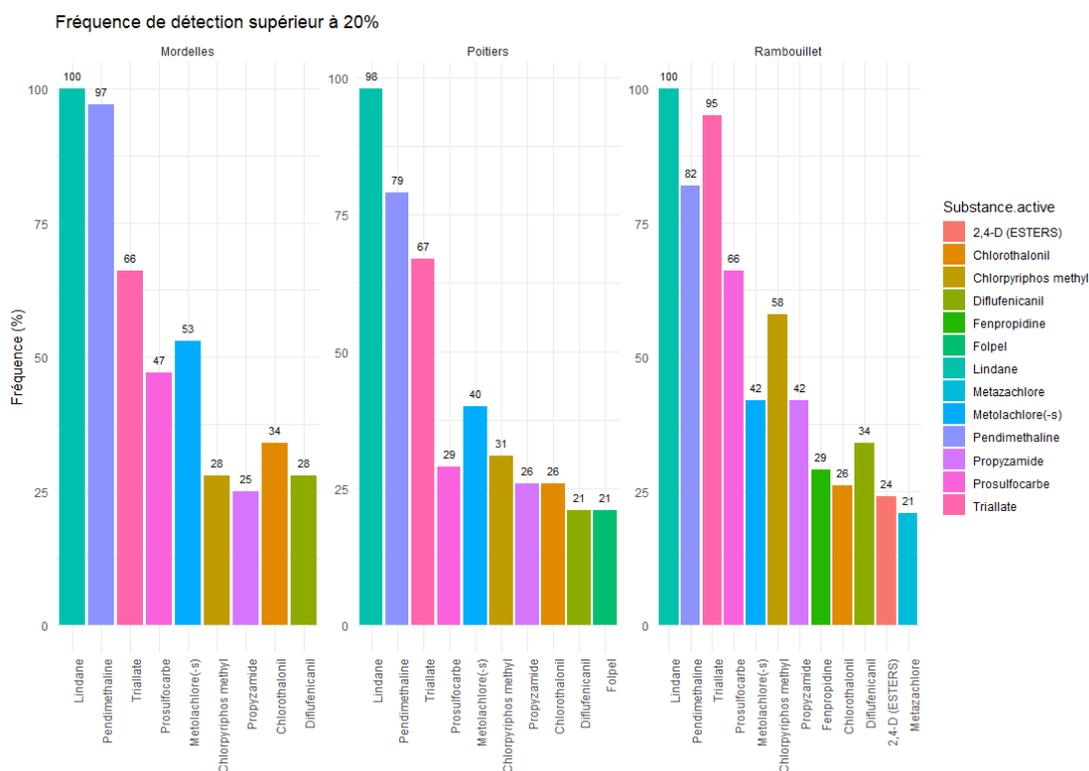


Figure 28: Substances ayant une fréquence de détection supérieures à 20% en fonction des sites lors de la CNEP (Péri-urbains)

Lorsque l'on étudie les concentrations cumulées en fonction des types de substance par site, on remarque que ce sont les herbicides qui sont retrouvés en concentration les plus importantes par semaine d'échantillonnage (figure 29).

Sur l'ensemble des sites, les profils temporels des concentrations sur l'année sont semblables avec une forte concentration en herbicides sur la période automnale et des concentrations plus importantes en fongicides sur la période printanière.

Outre ces similitudes, il y a également des différences entre les sites. On peut constater une concentration plus importante en insecticides sur les sites de Poitiers et Rambouillet entre les semaines 40 et 48 en comparaison des concentrations retrouvées sur le site de Mordelles.

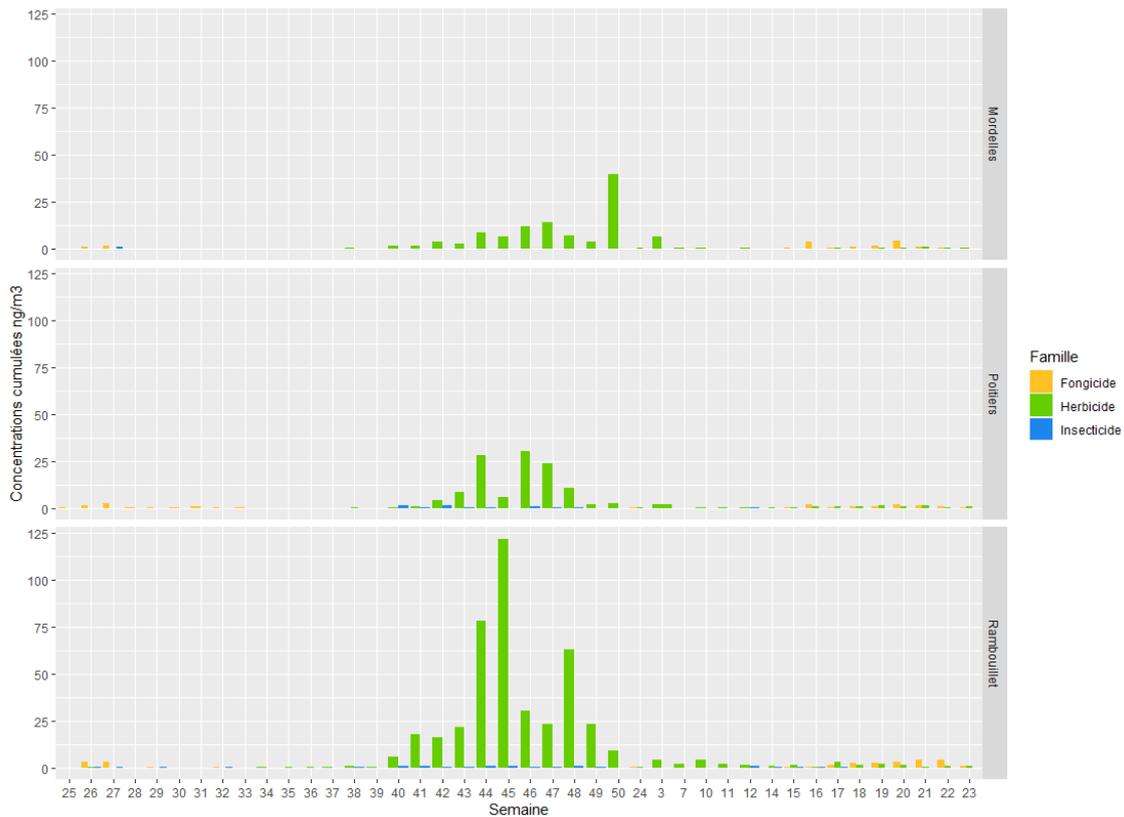


Figure 29: Concentrations hebdomadaires cumulées par types d'usage en fonction des sites lors de la CNEP (Péri-urbains)

Le profil temporel des concentrations observées sur le site de Mordelles est comparable à ceux d'autres sites sous influence grandes cultures et de typologie péri-urbaine. Les substances retrouvées sur les trois différents sites sont les mêmes, il en va de même pour les temporalités de détection.

Toutefois, une légère différence dans les concentrations relevées est à noter avec des concentrations plus importantes pour le site situé en région parisienne. Les résultats obtenus pour Mordelles sont plus proches de ceux obtenus pour le site de Poitiers.

Pour poursuivre cette analyse comparative entre différentes régions, nous examinons le site de Henvic en le comparant à deux autres sites, Créances en Normandie et St Julien de Concelles dans les Pays de la Loire. Ces deux sites ont également une orientation agricole axée sur le maraîchage.

Les distances par rapport aux parcelles sont respectivement de 245 mètres, 250 mètres et 180 mètres. Il convient de noter que ces sites présentent des typologies différentes, Henvic et Créances étant de nature rurale tandis que St Julien de Concelles à un caractère péri-urbain. De plus, en ce qui concerne les activités agricoles secondaires, les sites se consacrent principalement aux grandes cultures.

Sur les trois sites sélectionnés, on retrouve respectivement 19 substances différentes sur les sites de Henvic et de Créances. On dénombre 23 substances différentes sur le site de St Julien (figure 30). Concernant la diversité des substances, on remarque que les herbicides sont majoritaires sur les sites

de Henvic et de Créances. Sur le site de St Julien, ce sont les fongicides qui sont majoritaires. Cette particularité peut s'expliquer par la présence de parcelles viticoles aux alentours du point de mesure. Les fongicides sont largement utilisés en viticulture pour assurer une production quantitative de grappes indemnes de maladies fongiques.

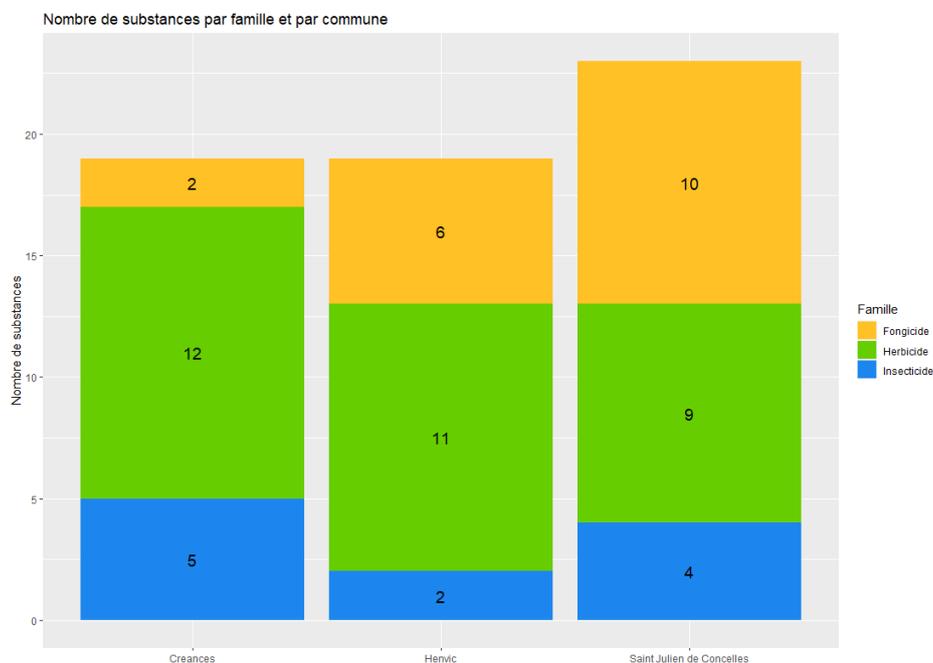


Figure 30: Nombre de substances détectées en fonction du type d'usage et par site lors de la CNEP (Maraichage)

La diversité des substances ayant une fréquence de détection à 20% est illustrée en figure 30. Comme pour les sites de grandes cultures, le lindane à une fréquence de détection de 100%, on remarque également que la pendiméthaline est également retrouvé en grande proportion lors des échantillonnages réalisés lors de la CNEP, 94% pour les 3 sites considérés.

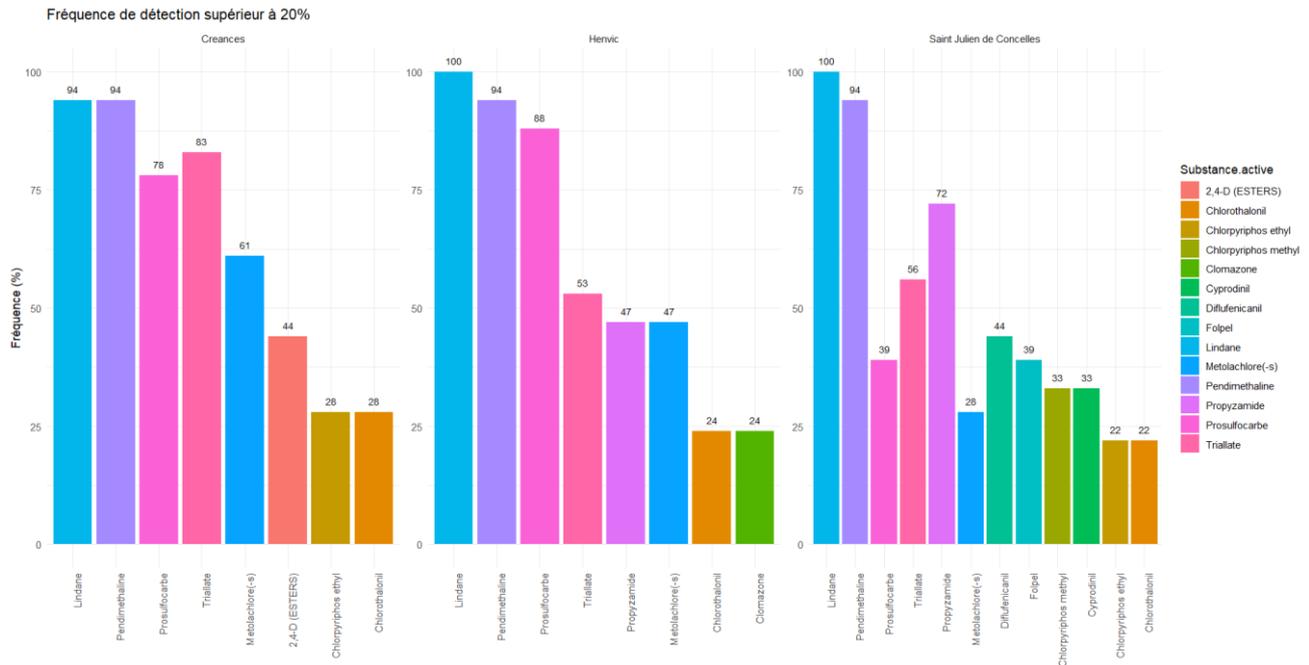


Figure 31: : Substances ayant une fréquence de détection supérieures à 20% en fonction des sites lors de la CNEP (Maraiçage)

De manière générale on retrouve **les mêmes substances détectées à plus de 20% sur les différents sites de mesure**. Le site de St Julien a la particularité d'avoir deux substances fongicides détectées à plus de 20% qui ne le sont pas sur les autres sites. Les substances en question sont la diflufenicanil et le cyprodinil. La présence de ces deux substances peut de nouveau s'expliquer par l'activité viticole présente sur le territoire d'étude.

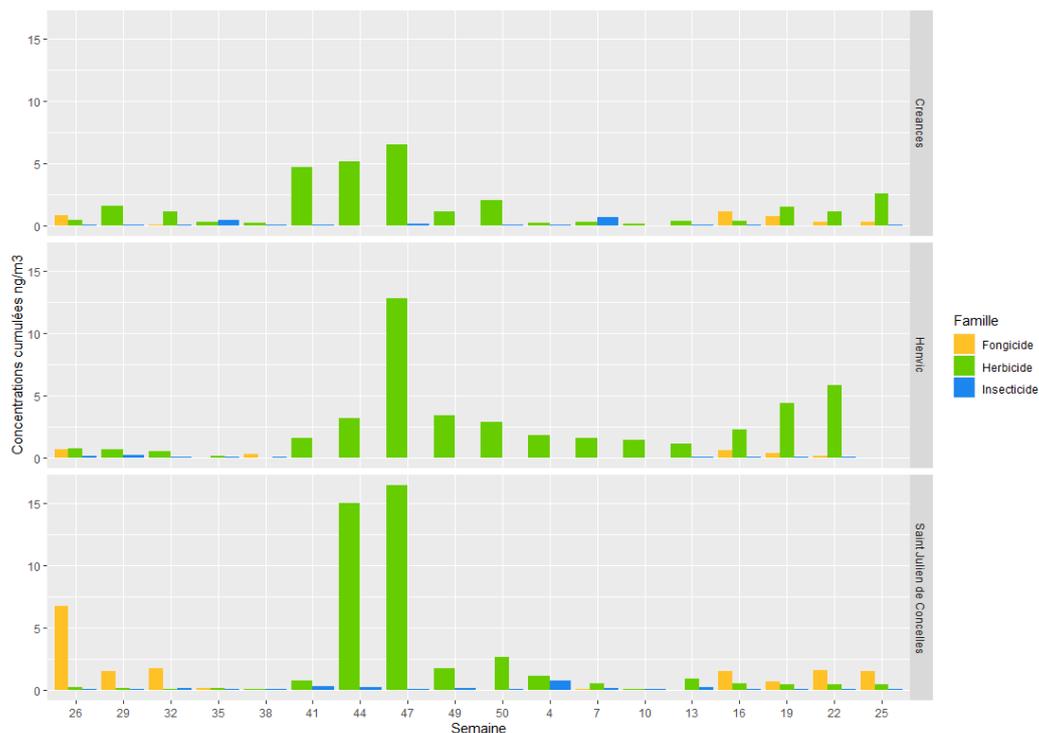


Figure 32: Concentrations hebdomadaires cumulées par types d'usage en fonction des sites lors de la CNEP (Maraiçage)

En ce qui concerne les concentrations cumulées hebdomadaires par famille lors de la CNEP (figure 32), on remarque que les profils suivent la même tendance. En effet, les herbicides sont majoritaires sur la période automnale sur l'ensemble des sites. Les concentrations en fongicides sont plus importantes sur le site de St Julien que sur les autres sites de l'étude. Sur l'ensemble des sites, les concentrations en insecticides sont minoritaires en comparaison de celles relevées pour les autres familles de substances. Cependant les concentrations en substances insecticides sont plus importantes sur les sites de St Julien et de Créances en comparaison de celles relevées sur le site de Henvic.

**Sur un profil agricole maraîchage, on remarque que les niveaux retrouvés en Bretagne sur le site d'Henvic sont comparables aux niveaux retrouvés sur les autres sites avec un profil agricole similaire. Cependant, on remarque également que les profils agricoles secondaires semblent avoir un impact sur les résultats obtenus, comme c'est le cas pour le site de St Julien qui est soumis à un profil secondaire en majorité viticole.**

Le dernier profil agricole étudié est celui à dominance élevage. Le site breton investigué est le site de **Lamballe**. Ce site est comparé à deux autres sites ayant le même type d'influence, les sites de Chissey-lès-Mâcon en Bourgogne Franche Comté et le site de Rageade en Auvergne-Rhône-Alpes. Les distances aux parcelles sont respectivement de 400 m, 50 m et 234 m. Enfin pour les sites de Chissey-lès-Mâcon et Lamballe, le profil agricole secondaire correspond à un profil grandes cultures (pas de profil agricole secondaire pour le site de Rageade).

Concernant le nombre de substances retrouvées par site (figure 33), on compte 18 substances différentes sur le site de Chassey, 20 substances pour le site de Lamballe et 12 substances pour le site de Rageade. Les substances herbicides sont majoritaires sur l'ensemble des sites de mesure. Sur le site de Chassey, on retrouve les fongicides dans la même quantité que les herbicides. Enfin, les substances insecticides sont minoritaires sur l'ensemble des sites de mesure.

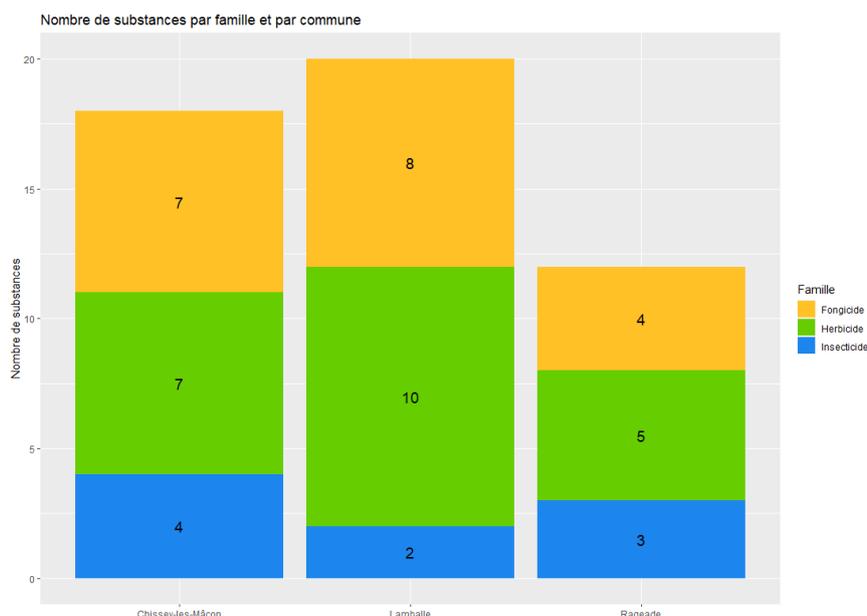


Figure 33: Nombre de substances détectées en fonction du type d'usage et par site lors de la CNEP (Elevage)

La figure 34 représente les substances actives retrouvées plus de 20% du temps lors de la CNEP sur les différents sites avec un profil agricole de type élevage. Il est à noter que le lindane à une fréquence de détection de 100% uniquement pour le site de Lamballe, on retrouve cette substance à une fréquence de 83% sur le site de Chissey et à 58% sur le site de Rageade.

Les substances les plus mesurées sur l'ensemble des sites restent toutefois les mêmes avec un trio de tête une nouvelle fois identique pour les trois sites considérés. Cependant, sur le site Rageade on retrouve peu de substances actives à plus de 20% (n=5), à l'inverse des deux autres sites. Cette différence pourrait s'expliquer par l'absence d'un profil agricole secondaire, n'entraînant pas de contaminations annexes.

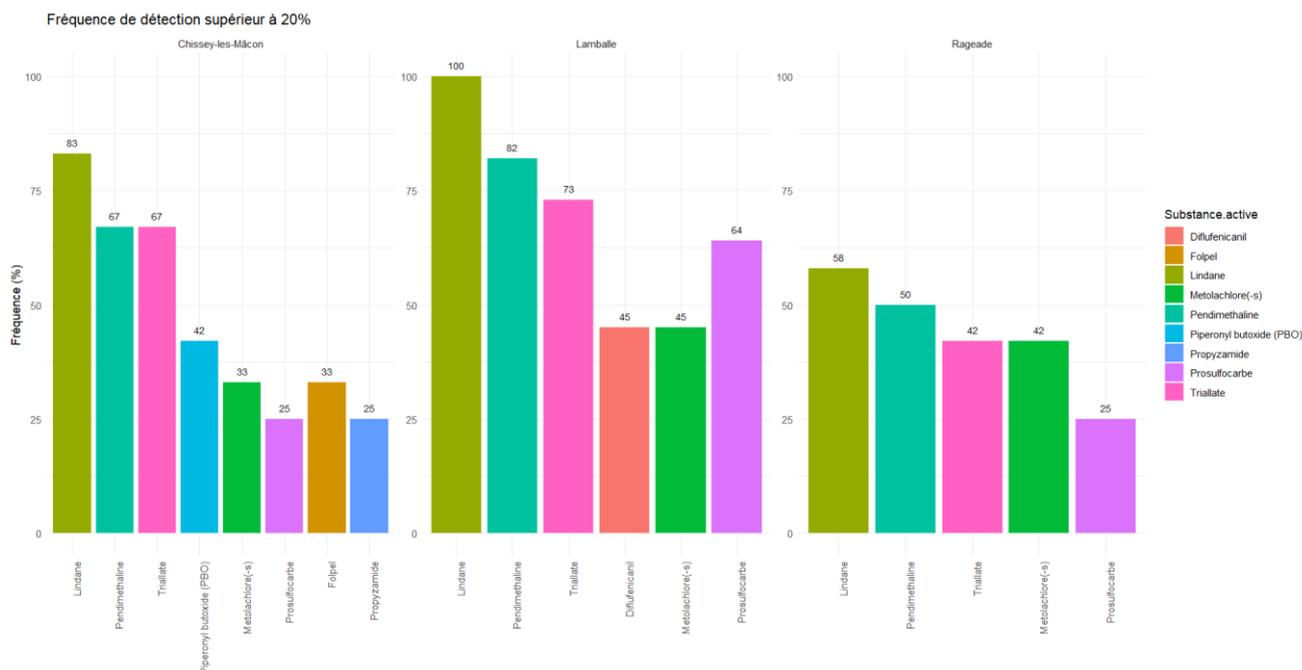


Figure 34: Substances ayant une fréquence de détection supérieures à 20% en fonction des sites lors de la CNEP (Elevage)

Enfin, lorsque l'on regarde le dernier indicateur à savoir les concentrations cumulées, différentes choses sont à noter (figure 35). Dans un premier temps, le site de Rageade suit la même tendance que celle mise en avant précédemment, les concentrations cumulées en pesticides sont faibles comparées à celles observées sur les autres sites de mesure de profil élevage.

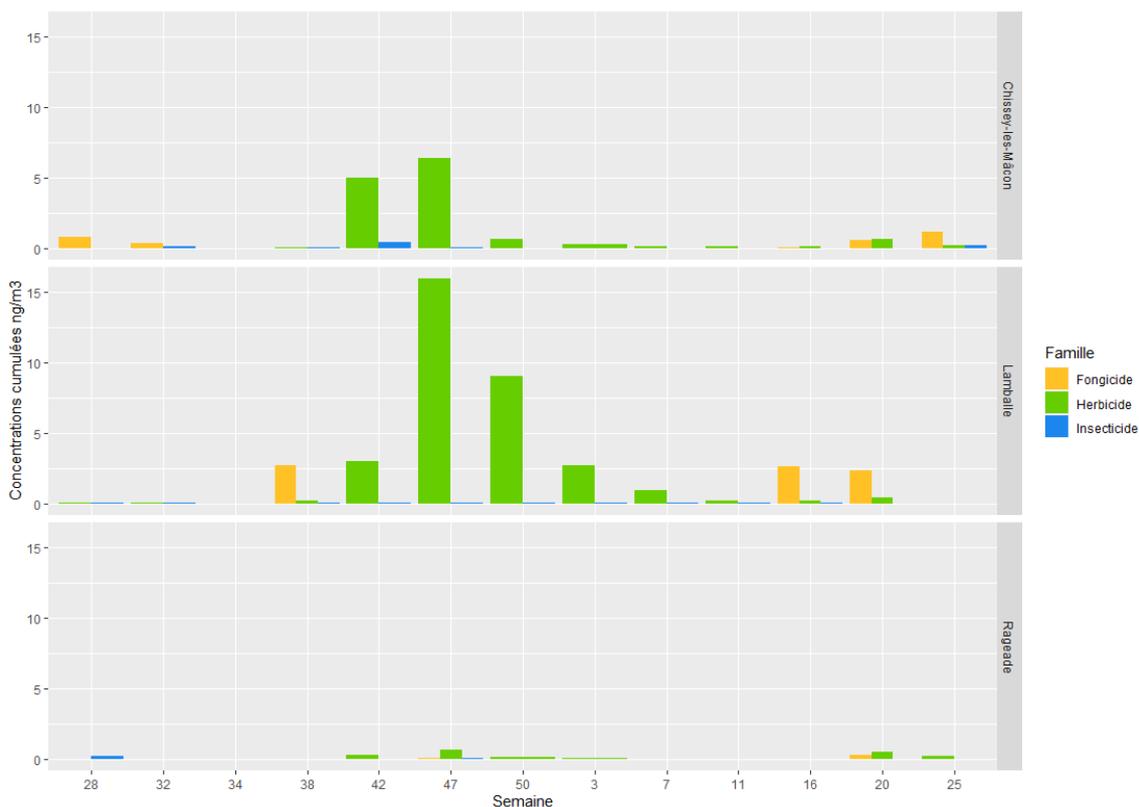


Figure 35 : Concentrations hebdomadaires cumulées par types d'usage en fonction des sites lors de la CNEP (Elevage)

Concernant les deux autres sites de mesure, on remarque qu'une fois encore, les profils sont sensiblement les mêmes en termes de périodicité et de concentrations relevées. En effet comme pour les autres profils étudiés ici, on remarque que la période automnale est propice à l'application d'herbicides et que la période printanière est d'avantage sujette à des concentrations en fongicides plus importantes. Toutefois les concentrations en herbicides sont plus importantes sur le site de Lamballe, notamment en semaine 47.

**Sur un profil agricole élevage, on remarque que les niveaux retrouvés en Bretagne sur le site de Lamballe sont comparables aux niveaux retrouvés sur le site de Chissey-lès-Mâcon qui partage notamment le même profil agricole principal et secondaire. Une nouvelle fois, cette analyse met en avant le fait, que les profils agricoles secondaires semblent avoir un impact sur les résultats obtenus.**

### ▪ Réponse à la question posée

En résumé, les niveaux de pesticides mesurés dans l'air en Bretagne sont similaires à ceux observés sur d'autres sites ayant les mêmes profils agricoles. Les substances détectées ainsi que les périodes de détection sont également cohérentes avec l'ensemble des sites partageant un profil agricole commun.

Cependant, des légères différences sont apparues dans les concentrations relevées, avec des niveaux plus élevés dans la région parisienne avec un profil 'grandes cultures'.

De plus, l'impact des profils agricoles secondaires sur les résultats obtenus est clair, comme illustré par le cas du site de St Julien qui dispose d'un profil principal de type maraîchage mais dont le profil secondaire, principalement viticole, impacte les résultats de façon importante.

En somme, cette étude met en lumière l'influence des profils agricoles sur les concentrations de substances détectées, soulignant ainsi l'importance de prendre en considération ces facteurs dans les évaluations des concentrations relevées dans l'air.

Pour conclure, ce chapitre a donc permis de mettre en avant l'absence d'une situation spécifique en Bretagne quant aux concentrations de pesticides retrouvées dans l'air en comparaison avec d'autres régions françaises.

### 5.7 Quelles sont les évolutions constatées pour les substances les plus utilisées sur la région Bretagne ?

#### ▪ Contexte et analyse des données

Afin de poursuivre l'analyse historique des concentrations, un focus a été réalisé sur deux substances. Les substances en question sont le **Prosulfocarbe** et le **S-Métolachlore**. Ce sont les deux substances les plus quantifiées dans l'air en 2021 AIR BREIZH, « Les pesticides dans l'air. Bilan annuel 2021 ». d'où cette étude sur ces substances en particulier. De plus, ces deux substances font parties des plus vendues sur le territoire breton. Les concentrations hebdomadaires, des périodes d'application recommandées, ont été étudiées pour les deux substances.

La figure 35 présente les concentrations de **prosulfocarbe** pendant les périodes automnales de 2012 à 2021. Ainsi, la période allant des semaines 40 à 51 est présentée dans ce graphique. Pour le Prosulfocarbe, les données de 5 années sur la période étaient disponibles pour l'analyse. Le **prosulfocarbe** est un herbicide utilisé principalement sur les cultures de céréales et pommes de terre. Les ventes de cette substance sont en nette progression depuis 2015. Il a remplacé progressivement l'**Isoproturon**, principal désherbant sur céréales retiré du marché en 2017. En 2019 sur la région Bretagne, plus de 130 tonnes de prosulfocarbe ont été vendues (3<sup>ème</sup> substance la plus vendue en 2019). **En octobre 2023, l'ANSES a décidé d'imposer de nouvelles conditions d'utilisation des produits contenant du prosulfocarbe et ce à effet immédiat** <sup>14</sup> :

- **Réduction des doses maximales** de prosulfocarbe autorisées à l'hectare, d'au moins 40 %.
- **Obligation d'utiliser du matériel agricole d'application des produits** (buses) permettant une réduction de 90 % de la dérive de pulvérisation et de respecter une distance de sécurité de 10 mètres avec les zones d'habitation, ou application d'une distance de sécurité de 20 mètres le temps de s'équiper de ces buses plus performantes.

<sup>14</sup> <https://www.anses.fr/fr/content/prosulfocarbe-point-travaux-anses>

Une tendance à la hausse de la concentration hebdomadaire en prosulfocarbe est observée depuis 2012 sur le site de Mordelles (figure 36), une réserve est cependant émise pour la première année de mesure étant donné que la première semaine de prélèvement semblait correspondre au pic de concentration de la substance. En 2012, une seule concentration supérieure à zéro est enregistrée pour la semaine 46. Pour les années suivantes, les concentrations ont généralement augmenté, avec une valeur hebdomadaire maximale atteignant près de 40 ng/m<sup>3</sup> en 2018. L'année 2018 coïncide avec des ventes importantes de la substance (312 tonnes) sur le territoire régional. En 2021, les ventes ont été plus faibles en 2021 (220 tonnes) ce qui se traduit par des niveaux de concentrations également plus faibles.

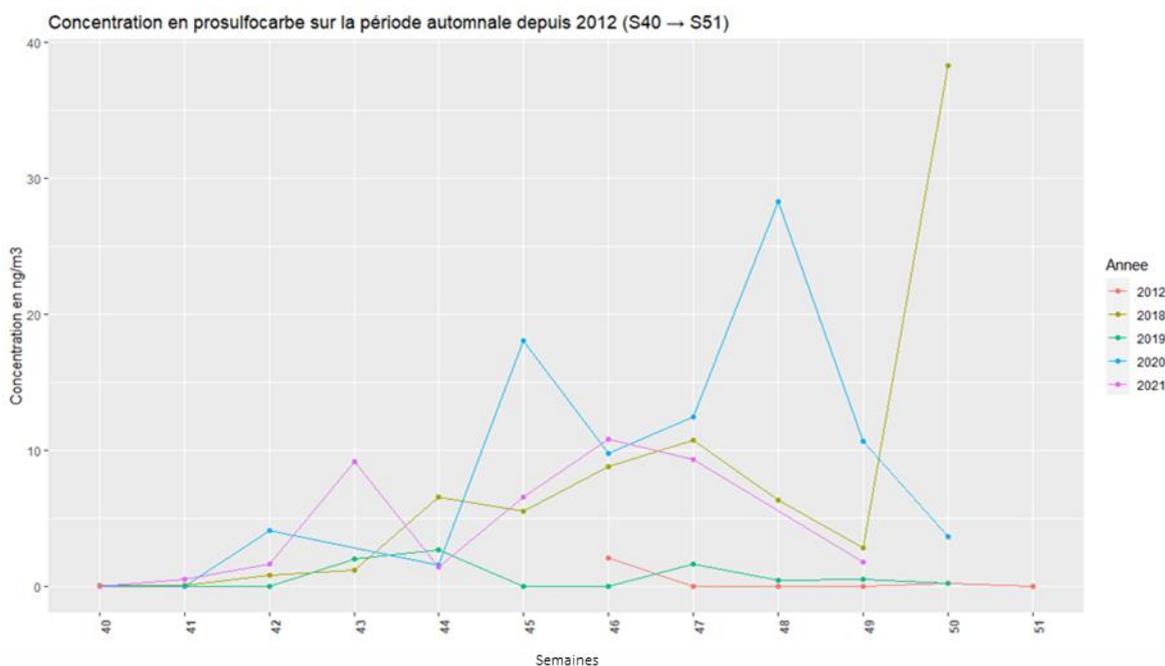


Figure 36: Concentration en Prosulfocarbe (S40 → S51)

A titre de comparaison, sur la semaine 44 pour l'année 2021 une concentration de 267 ng/m<sup>3</sup> a été détectée sur la commune de Montroy (17) en région Nouvelle Aquitaine (concentration maximale retrouvée sur le territoire français). Cette concentration hebdomadaire élevée a fait l'objet d'une saisine de l'ANSES. **L'agence a conclu que les niveaux de concentration dans l'air ambiant ne constituaient pas une alerte sanitaire.**

Le **S-métolachlore** est l'une des substances actives herbicides les plus utilisées en France. Il s'agit d'une substance active herbicide à mode d'action racinaire de la famille des chloracétamides. Cette substance peut être utilisée du pré-semis à la post-levée précoce sur maïs, tournesol, betterave, sorgho, soja, millet-moha, haricot et plantes porte graines mineures. En Bretagne, cette substance a été vendue à la hauteur de 113 tonnes en 2019 (4<sup>ème</sup> substance la plus vendue).

Lors des contrôles des eaux destinées à la consommation humaine, les métabolites du S-métolachlore ont été fréquemment détectés à des concentrations dépassant les normes de qualité. Au vu du risque d'impact de certaines molécules de dégradation dans les eaux souterraines, l'Anses engage une procédure de retrait des principaux usages des produits phytopharmaceutiques

contenant la substance active S-métolachlore. Cela permettra de réduire la contamination de l'environnement par cette substance et contribuera donc à une restauration progressive de la qualité des eaux souterraines

La figure 37 présente les données pour le **S-métolachlore** sur le site de Mordelles lors de la période d'application de la substance sur les cultures. Sur la période choisie, on dispose de 10 années de mesure. Comme le Prosulfocarbe une hausse des concentrations hebdomadaires est visible depuis le début du suivi de la substance. Les profils des différentes courbes sont assez similaires d'une année sur l'autre avec notamment une hausse commune en semaine 21 sur un certain nombre d'années. La concentration maximale relevée sur une semaine date de 2008 en semaine 22 avec une concentration de plus de 3,5 ng/m<sup>3</sup>. Cette élévation ponctuelle pourrait s'expliquer par des applications à proximité immédiate du capteur.

A titre de comparaison une concentration hebdomadaire de 2,15 ng/m<sup>3</sup> a été rapportée en semaine 22 sur le site de Preignac (Nouvelle Aquitaine) contre 0,760 ng/m<sup>3</sup> la même semaine sur le site de Mordelles en 2021.

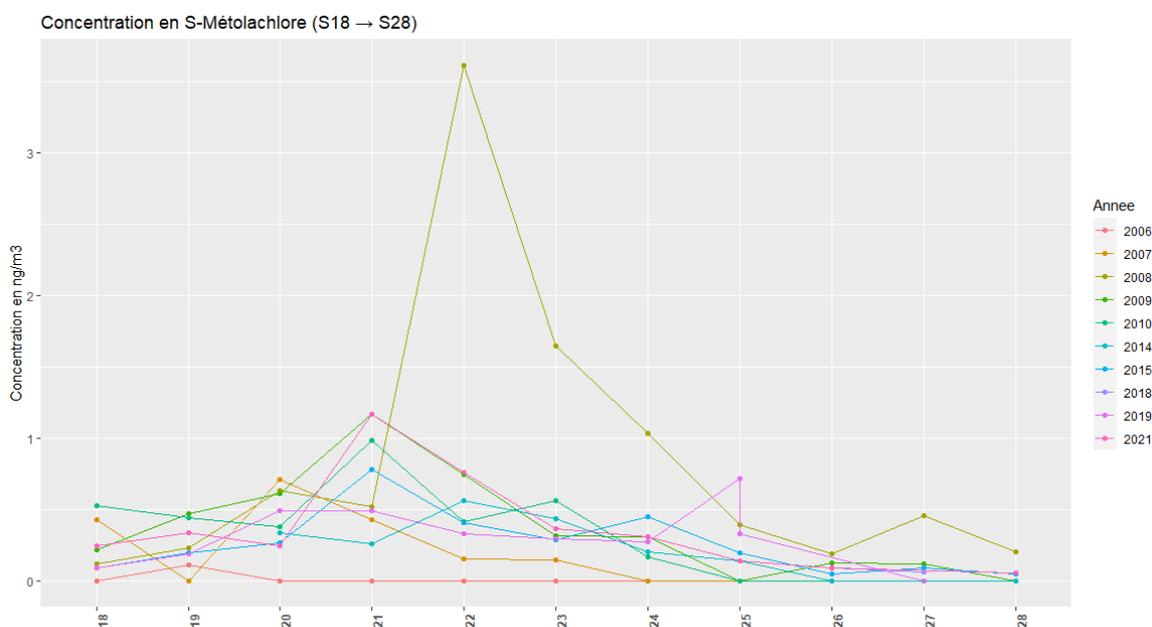


Figure 37: Concentration hebdomadaire en S-Métolachlore par année (S18 → S28)

### ▪ Réponse à la question posée

Une hausse des concentrations en prosulfocarbe est observée en fonction des années de suivi de la substance dans l'air, avec de manière générale, une hausse à partir de la semaine 44. Les années 2018 et 2020 sont les années avec les concentrations observées les plus importantes. La présence en forte concentration de la substance s'explique notamment par l'utilisation en grande quantité de produits à base de Prosulfocarbe. Il s'agit du principal herbicide utilisé sur les céréales d'hiver en prélevé. De plus, le Prosulfocarbe est une substance sujette à la dérive lors de l'application en champs ce qui explique la présence de la substance dans le compartiment aérien. En effet, selon l'Anses **La volatilité importante de la substance active**, favorise sa dispersion dans l'air y compris après l'application. Cette caractéristique de la substance ne permet pas à l'Anses d'exclure, pour une

exposition par voie cutanée principalement, **le dépassement des seuils de sécurité pour des enfants** se trouvant à moins de 10 mètres de distance de la culture lors des traitements<sup>15</sup>.

Le S-métolachlore est la deuxième substance ayant fait l'objet d'une analyse propre. Sur la période d'étude définie, 10 années de données sont disponibles. La concentration hebdomadaire la plus importante est observée en 2008 en semaine 22. De manière générale les profils des concentrations sont similaires avec une hausse des concentrations de mi-mai à début juin (S20-S22). La volatilisation de cette substance après application est également une explication à la présence de S-métolachlore dans l'air. **Les pertes par volatilisation de la substance sont estimées à 10%** selon une étude. La même étude suggère que la présence de S-métolachlore dans l'air pourrait être dû à l'érosion éolienne des sols. En effet, la substance est généralement appliquée sur sol nu au moment de la plantation des graines de maïs dans le sol. Le S-métolachlore est également présent dans les eaux souterraines, notamment les métabolites ESA, OXA et NOA qui migrent dans les milieux : sols, eaux de surfaces et eaux souterraines. La détection de concentrations dépassant les normes européennes dans les eaux souterraines a conduit l'Anses à imposer l'interdiction des principaux usages de cette substance.

**Parmi les substances les plus vendues sur le territoire breton, le prosulfocarbe et le S-métolachlore font également partis de celles retrouvées dans les plus fortes concentrations. Cette présence dans le compartiment aérien s'explique par leur forte utilisation mais également par les propriétés de volatilisation des substances, notamment pour le prosulfocarbe. Les concentrations retrouvées en Bretagne, notamment sur le site de Mordelles restent moins importantes que dans certaines autres régions françaises, Nouvelle Aquitaine par exemple. De plus, on remarque une tendance à la diminution des concentrations ces dernières années. On peut également émettre l'hypothèse que les différentes décisions rendues par l'Anses sur les usages et les pratiques vont entraîner une diminution des concentrations retrouvées dans l'air.**

Enfin, le cas du S-métolachlore notamment met en évidence l'importance de prendre en compte l'environnement dans sa globalité pour traiter la problématique des pesticides. En effet, cette substance est à la fois retrouvée dans l'air, les sols et enfin dans l'eau.

---

<sup>15</sup> <https://www.anses.fr/fr/content/prosulfocarbe-point-travaux-anses>

### VI. SYNTHÈSE

#### - **Rappel du contexte**

Cette étude, s'appuyant sur près de 20 ans (2003-2022) de données a eu pour objectif de synthétiser et analyser les données de mesure de l'air en Bretagne.

Un premier volet a permis de compiler les informations concernant les sites de mesure, les méthodes de prélèvement, les analyses, et les données elles-mêmes ainsi que les limites identifiées pour le traitement de ces données. Dans un second volet, nous avons présenté une vue d'ensemble des tendances, menée depuis des analyses spécifiques en réponse à différents questionnements.

Cette analyse approfondie des données a permis d'améliorer les connaissances sur l'évolution des pesticides dans l'air en Bretagne au fil des années.

#### - **Synthèse des données**

Notre étude a porté sur 11 sites présentant des profils et des influences agricoles différents. Parmi ces derniers, celui de Mordelles correspond au point de mesure historique en Bretagne avec 11 années de données disponibles.

Au total près de 20 ans de données ont été exploitées (2003 à 2022).

L'étude a permis de montrer que la méthode de prélèvement, basée sur un pas de temps hebdomadaire, a connu peu d'évolutions et est désormais considérée comme la méthode de référence, ceci nous permettant de comparer les années entre-elles. Les variables les plus importantes au fil des années concernent les périodes d'investigation durant l'année et les substances recherchées.

Depuis 2018, le LCSQA a établi des périodes de prélèvement en fonction des profils agricoles et une liste de substances à rechercher, simplifiant ainsi la comparaison des données entre les sites et les régions françaises. Ces avancées facilitent une analyse plus approfondie des données postérieures à 2018 pour une meilleure compréhension des influences agricoles sur la qualité de l'air.

#### - **Méthode d'interprétation des données**

Du fait de la variabilité de certains facteurs depuis 2003, deux approches ont été conduites : une exploitation de l'ensemble des données de manière systématique et macroscopique, puis en complément une analyse sous la forme de questionnaire permettant une exploitation optimale du jeu de données et dont le but est de s'intéresser à des préoccupations/attendus précis.

Les principaux enseignements de notre étude sont les suivants :

#### - **Une évolution saisonnière marquée des niveaux de pesticides dans l'air**

Deux périodes majoritaires ressortent des résultats présentés dans ce rapport. Les herbicides sont davantage quantifiés lors de la période automnale. A l'inverse, les fongicides sont quant à eux détectés en majorité au printemps. Les niveaux relevés sont faibles en hiver et durant l'été, ces

périodes étant moins adaptées à l'application de pesticides. Les résultats mettent en évidence un lien important entre les opérations d'épandage et la présence des substances dans l'air <sup>16</sup>.

### - **Les Herbicides : substances détectées le plus fréquemment depuis 2003**

Parmi les huit substances les plus fréquemment détectées depuis 2003, cinq sont classées comme herbicides. Cette détection est en accord avec les ventes de produits herbicides, elles aussi plus importantes que pour les autres familles.

A noter que le lindane, un insecticide interdit en agriculture depuis 1998, se distingue par son taux de détection le plus élevé, atteignant 74% depuis 2003. Ces résultats mettent en évidence la persistance de certaines substances dans l'environnement, malgré leur interdiction, soulignant ainsi l'importance de la surveillance continue de ces agents chimiques <sup>17</sup>.

### - **Des niveaux de pesticides dans l'air très influencés par le profil « grandes cultures »**

La comparaison de 3 sites bretons de profils agricoles différents a permis de mettre en évidence l'influence du profil « grandes cultures » sur l'ensemble des points de mesure. Ce profil agricole est majoritaire sur le territoire breton, ce qui explique son influence importante sur les résultats obtenus. Cela se traduit par des pics de concentration en fongicides au printemps et en herbicides à l'automne sur l'ensemble des sites, malgré des influences agricoles principales différentes.

### - **Les niveaux diminuent au fur et à mesure de l'éloignement des parcelles agricoles**

La comparaison de 3 sites de proximité différentes (rural/péri-urbain/urbain) a été réalisée. D'après notre étude, la diversité des substances mesurées est proche, avec quelques exceptions pour le site urbain. Les 10 substances les plus détectées sont identiques sur les 3 sites. Il est à noter que les niveaux de concentration diminuent généralement au fur et à mesure de l'éloignement des parcelles. La distance influence donc les concentrations retrouvées dans l'air mais pas la diversité des substances présentes.

### - **Une influence multifactorielle pour expliquer l'évolution des niveaux mesurés dans l'air depuis 2003**

L'analyse de l'historique des données révèle que la variation des taux de substances dans l'atmosphère est soumise à diverses influences, telles que par exemple les recommandations aux agriculteurs, les pratiques agronomiques ou encore la réglementation. Malgré cela, on observe une tendance générale à la baisse des concentrations d'herbicides et de fongicides dans l'air.

### - **Plusieurs effets possibles à la suite de l'interdiction d'une substance**

La diminution d'une substance dans l'air après son retrait du marché dépend en grande partie de sa persistance dans l'environnement. Un exemple illustratif est le lindane, qui, malgré son interdiction en 1998, présente un taux de détection encore élevé en 2022.

Il est important de noter que le retrait d'une substance peut avoir des effets secondaires indésirables, notamment le remplacement par une autre substance potentiellement plus nuisible pour

---

<sup>16</sup> Villiot et al., « Temporal and Seasonal Variation of Atmospheric Concentrations of Currently Used Pesticides in Champagne in the Centre of Reims from 2012 to 2015 ».

<sup>17</sup> Kumar et Pannu, « Perspectives of Lindane ( $\gamma$ -Hexachlorocyclohexane) Biodegradation from the Environment ».

l'environnement. Cela souligne la nécessité d'adopter une approche multi-compartiments lors de la prise de décision concernant le retrait de substances chimiques.

Malgré ces exceptions, l'évolution de la réglementation a eu un impact globalement positif en ce qui concerne la qualité de l'air. A titre d'exemple, en 2022, parmi les 39 substances recherchées, seules 5 substances interdites ont été détectées dans l'air. Cette avancée témoigne des progrès réalisés dans la gestion des substances chimiques et de leur impact sur l'environnement. Une réserve toutefois puisque la réduction du nombre de substances ne donne pas d'information sur la toxicité, ce qui constitue une limite à l'interprétation proposée.

### - **Une corrélation non systématique des concentrations dans l'air et des ventes de substances**

D'autres facteurs que les ventes sont à considérer pour expliquer la présence des pesticides dans l'air. Les propriétés physico-chimiques et le matériel utilisé ont notamment été mis en avant.

### - **Des niveaux de pesticides dans l'air en Bretagne comparables à ceux d'autres régions françaises**

Une comparaison a été effectuée entre trois sites bretons participants à la campagne nationale et des sites situés dans d'autres régions de France ayant des profils agricoles similaires pour les années 2018/2019. Cette analyse n'a révélé aucune différence significative, mais a mis en évidence quelques particularités liées aux profils agricoles secondaires. Même si la Bretagne occupe la première place en tant que région agricole en France, elle ne présente pas de niveaux spécifiques de pesticides dans l'air.

### - **Des niveaux dans l'air a priori en baisse pour deux des substances les plus vendues en Bretagne**

Le prosulfocarbe est de loin la substance la plus présente dans l'air depuis quelques années. Les concentrations les plus élevées (de l'ordre de plusieurs dizaines de  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) sont observées durant l'automne chaque année. Depuis 2018, une tendance à la baisse semble s'amorcer en lien possible avec l'évolution de la réglementation. Les niveaux dans l'air pour cette substance très volatile, dont les effets sur la santé notamment des enfants viennent d'être mis en avant par l'ANSES<sup>18</sup>, restent préoccupants.

Le S-métolachlore est lui retrouvé au printemps en lien avec sa période d'application sur le maïs. Bien que les niveaux dans l'air de cette substance soient plus faibles que ceux du Prosulfocarbe (de l'ordre de quelque  $\text{ng}/\text{m}^3$ ), celle-ci affecte l'ensemble des compartiments environnementaux (eau, air, sol). La présence de cette substance en concentration importante dans les eaux souterraines a contraint l'ANSES à interdire les principaux usages autorisés afin de garantir la qualité des eaux souterraines.

---

<sup>18</sup> <https://www.anses.fr/fr/content/prosulfocarbe-point-travaux-anses>

### VII. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

#### Les résultats obtenus

En somme, cette compilation exhaustive des données d'études ponctuelles réalisées par Air Breizh depuis 2003 a fourni des perspectives importantes sur la qualité de l'air en Bretagne. À travers une analyse détaillée, elle a mis en lumière l'évolution saisonnière des niveaux de pesticides, avec des herbicides prédominants en automne et des fongicides en printemps, révélant ainsi le lien étroit entre les pratiques agricoles et la présence de ces substances dans l'atmosphère.

De plus, elle a mis en évidence la persistance de certaines substances malgré leur interdiction, soulignant l'importance de la surveillance continue des agents chimiques même après leur interdiction. L'influence significative du profil agricole "grandes cultures" sur les niveaux de pesticides a été démontrée, avec des pics de concentration en fongicides au printemps et en herbicides à l'automne. Par ailleurs, l'éloignement des parcelles agricoles s'est avéré réduire les concentrations de pesticides dans l'air, bien que la diversité des substances reste constante. Cette évolution complexe est influencée par divers facteurs, dont les conseils aux agriculteurs, la pression agronomique, et la réglementation. Malgré tout, une tendance globale à la baisse des niveaux d'herbicides et de fongicides a été observée, témoignant des progrès dans la gestion des substances. En outre, l'étude a souligné l'importance de prendre en compte la persistance des substances chimiques retirées du marché, ainsi que les possibles effets secondaires de telles décisions. Enfin, la corrélation non systématique entre les ventes de pesticides et leur présence dans l'air, ainsi que la comparaison avec d'autres régions françaises, ont apporté des éléments de contexte supplémentaire.

En résumé, cette étude offre une vision complète de la qualité de l'air en Bretagne sur cette thématique particulière, mettant en lumière plus globalement les différents enjeux liés aux pesticides.

#### Le protocole de la CNEP, un atout pour l'avenir

En termes de perspectives, le LCSQA a défini en 2018 un protocole harmonisé avec une liste de substances communes de près de 80 molécules et des périodes d'échantillonnage à respecter en fonction des profils agricoles. Réaliser un suivi historique sur la période à partir de 2018 permettrait de se libérer de l'ensemble des limites évoquées dans ce rapport. La mise en place d'actions de surveillance, par Air Breizh, sur plusieurs années va également dans ce sens. Il serait donc intéressant de reprendre ce travail dans quelques années en comparant notamment les données bretonnes à celles d'autres régions françaises.

#### La question du choix des substances

Pour donner suite à ce travail, il pourrait également paraître pertinent de faire évoluer la liste des substances recherchées dans l'air (en plus de la liste commune nationale) afin de tenir compte des particularités de notre territoire. En effet, d'un point de vue financier, cas particuliers mis à part

(notamment le glyphosate), les coûts d'analyse sont similaires que l'on réduise ou que l'on étende la liste des substances étudiées.

De plus, réaliser une analyse comparative de la présence des pesticides dans l'eau et l'air en parallèle, avec une liste commune de substances recherchées, permettrait de mettre en lumière la problématique multi-compartimentales que sont les pesticides.

### **Vers une nouvelle phase de la mise en œuvre de la stratégie de surveillance des pesticides**

Dans le cadre d'une action menée sous l'égide du Programme régionale santé environnement (PRSE3), Air Breizh a publié début 2021 une stratégie long terme sur la surveillance des pesticides. Le présent rapport fait la synthèse d'une première phase triennale (2021-2023) qui aura vu la mise en place d'une surveillance pérenne sur 2 sites, avec notamment le soutien de la Métropole de Rennes. Un travail de faisabilité mené en 2023, en collaboration avec différents partenaires locaux dont l'EHESP, a permis de montrer qu'il est possible de tirer profit des données de vente.

Pour sa part, en parallèle, la CRAB a mené un travail auprès des agriculteurs autour du site de Mordelles, notamment sur le thème des pratiques. L'ensemble de ces travaux ont permis de préparer une nouvelle phase de travail, évoquée ci-dessous.

### **Phase 2 (2024-2026) : développer une approche observatoire-laboratoire**

Pour progresser sur le sujet des pesticides dans le compartiment "air », nous suggérons la création d'une plateforme qui soit, à terme, un observatoire (suivi dans le temps des substances dans différents compartiments environnementaux mais aussi suivi des ventes, suivi des pratiques agricoles), un laboratoire (conception/évaluation de nouvelles pratiques), et un lieu de rencontre entre le monde scientifiques, la profession agricole et les décideurs locaux.

Un enjeu sera notamment de contribuer à améliorer la prise en compte de la thématique "air" dans le programme Ecophyto2+ en Bretagne.

Enfin, cette plateforme a vocation à accueillir des acteurs œuvrant sur le dialogue entre la profession agricole et les citoyens autour des pratiques de protection des cultures et leurs impacts.

Une première phase de développement du concept sera menée autour du site de mesures de Mordelles.

Cette approche s'appuiera sur les acquis conjoints d'Air Breizh et de la Chambre d'agriculture de Bretagne (programme Reppair, action PRSE 2022/2023 de la CRAB à Mordelles, suivi CNEP, etc.). Elle tirera également bénéfice de suites données à la présente étude, à savoir la thèse EHESP - Air Breizh de Killian Guillaume

De soutiens locaux seront à solliciter en complément des partenariats recherchés dans l'axe « pesticide » du PRSE4.

## ANNEXE 1 : PRESENTATION DES SITES DE MESURES

### a) Sites urbains

#### Site Urbain de Rennes Thabor

Le site de Rennes Thabor est un site **urbain**<sup>19</sup>, située dans le centre de la ville de Rennes. Il a été équipé début 2022 dans le cadre de la convention pluriannuelle (2022-2026) passée avec Rennes Métropole. Il s'agit d'un site dit de **fond**, éloigné des parcelles agricoles. L'occupation du sol de type 'urbaine' représente 72% du territoire dans un rayon de 5 kilomètres autour du site [Corine Land Cover 2018].



Figure 38: Site de Rennes Thabor– Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms

#### Site Urbain de Rennes Pays Bas

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

<sup>19</sup> Densité population dans un rayon de 1 km : 8 233 hab/km<sup>2</sup> [INSEE 2016]

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

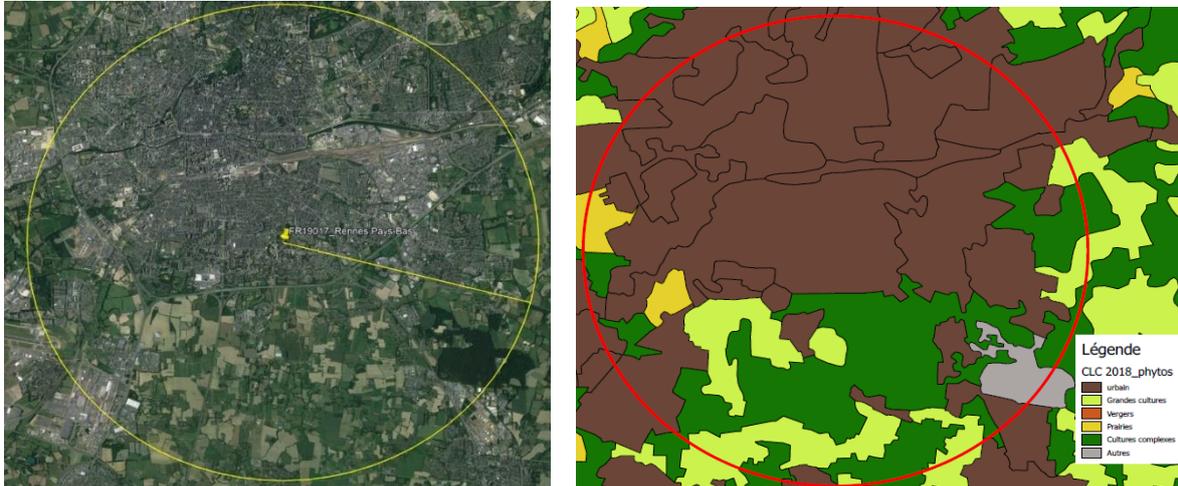


Figure 39 : Site de Pays-Bas – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms

## Site urbain de Pontivy

Le site de Pontivy est un site **urbain** situé à l'est de la commune de Pontivy dans le Morbihan (56300). Il est placé à proximité immédiate des cultures, au bord d'un champ de blé. Ce site fait l'objet d'un suivi d'une campagne de mesures réalisée en 2005.

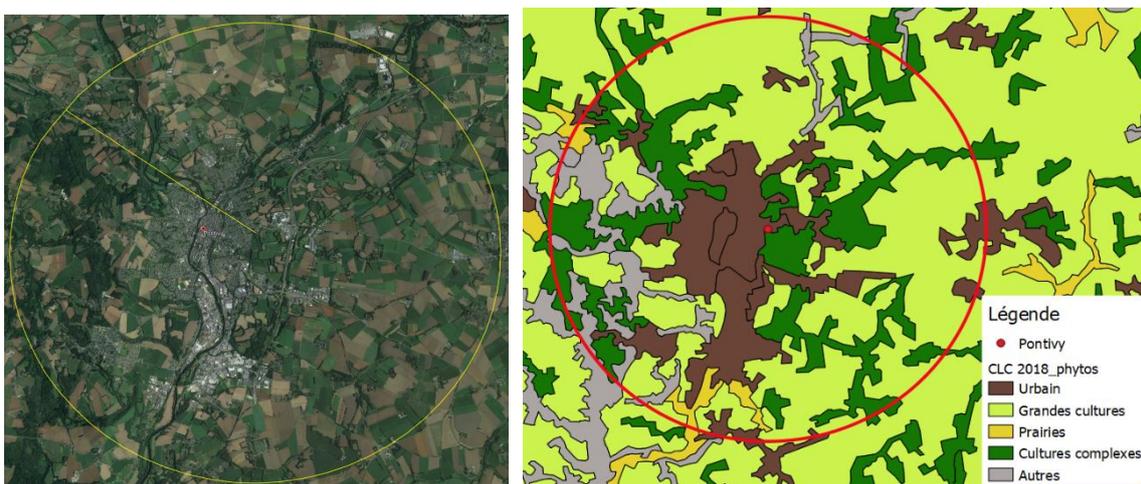


Figure 40 : Site de Pontivy – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms

## b) Sites péri-urbains

### Sites péri-urbains 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**<sup>20</sup>, 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 complexes<sup>21</sup> 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.

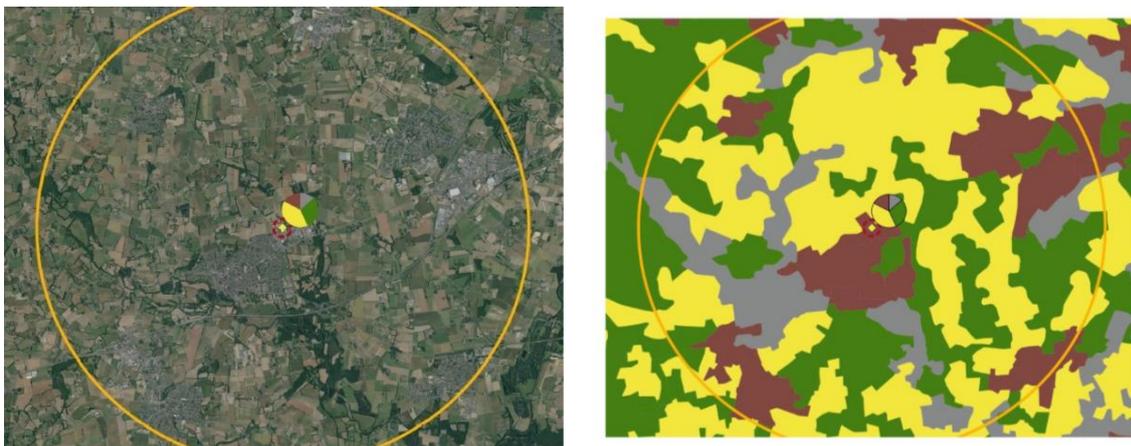


Figure 41: Site de Mordelles – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms

### Site péri-urbain de Lamballe

Le site de Lamballe (22 400) est situé dans les Côtes d'Armor. Ce site a fait l'objet d'un suivi lors de la campagne nationale exploratoire réalisée entre 2018 et 2019. Il s'agit d'un site sous influence **péri-urbaine**. Lors de la CNEP, le site est considéré comme représentatif d'une zone géographique avec une pratique agricole majoritaire de type élevage. La station est installée à 400 m de la première parcelle cultivée.

<sup>20</sup> Densité de population dans un rayon de 1 km : 684 hab/km<sup>2</sup> [INSEE 2016], Mordelles : 7 479 habitants [INSEE 2019]

<sup>21</sup> Mélange de différents types de cultures

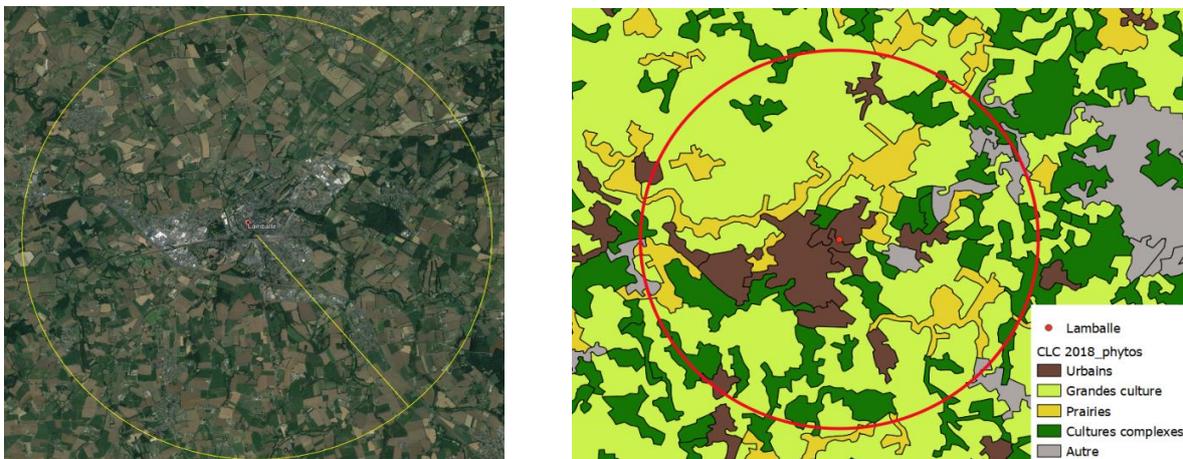


Figure 42: Site de Lamballe – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms

## Site péri-urbain de Vezin-Le-Coquet

La station de Vezin-Le-Coquet (35 132) correspond à un site **péri-urbain**. Elle est située en périphérie de Rennes. Cette station a fait l'objet d'une campagne de mesure lors de l'année 2004. Les prélèvements ont été réalisés sur le terrain des services municipaux situés au 1 Rue Lozeret. La parcelle cultivée la plus proche est située à environ 400 du point de mesure

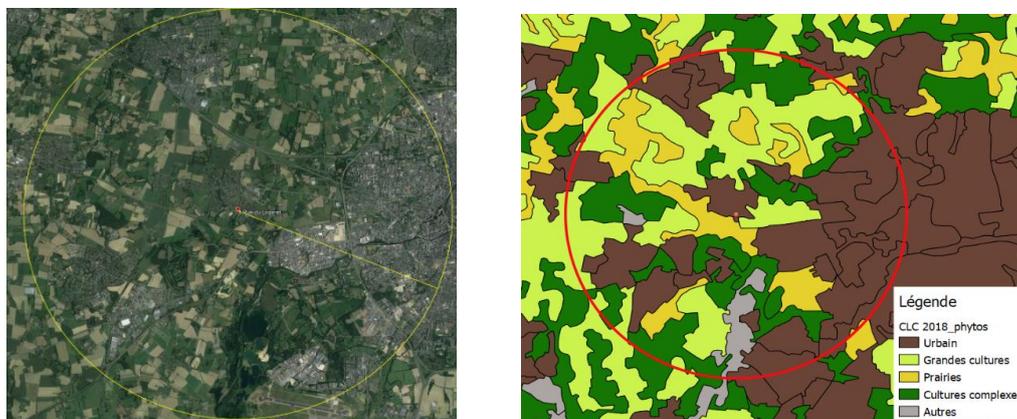


Figure 43: Site de Vezin – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms

## Site péri-urbain de Le Rheu

Le site du Rheu correspond à une station **péri-urbaine** de prélèvement. Le Rheu est une commune située en périphérie de la métropole Rennaise. La typologie du site se caractérise par un recouvrement urbain important. L'activité agricole est également présente sur le territoire (zones de grandes cultures et cultures complexes). La station est mise en place au sein de l'école de la Gabillais située 7 Place de la Gabillais au Rheu. Les parcelles cultivées les plus proches sont situées à environ 150m de la station.



Figure 44: Site du Rheu – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms

## g) Sites ruraux

### Site rural de Henvic

Le site **rural** de Henvic (29670) situé dans le Finistère Nord a fait l'objet d'une campagne de surveillance lors de la CNEP sur l'année 2018-2019. Il s'agit d'un site avec une influence agricole de type maraichage. L'occupation des sols est de type agricole avec une majorité de cultures complexes, type légumière proche du site de mesure. Le site était situé à 180m de la première parcelle cultivée lors de l'étude.

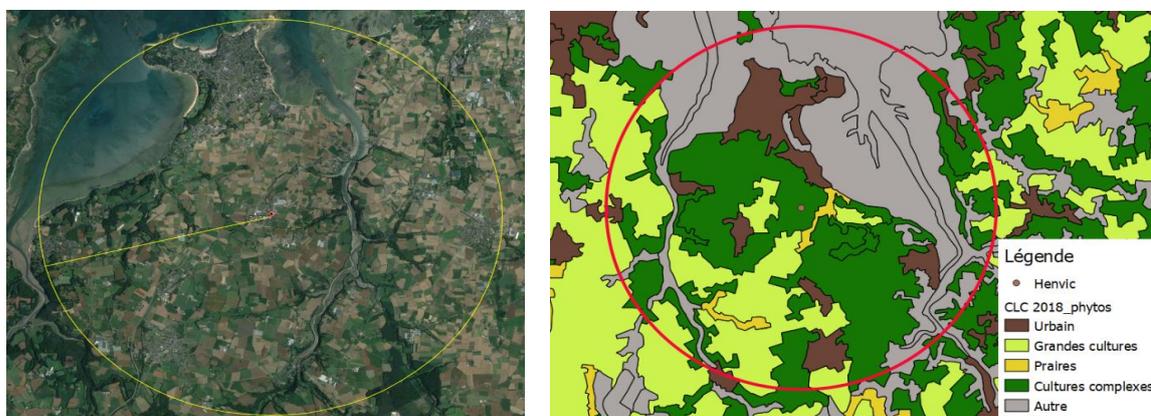


Figure 45: Site de Henvic – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms

### Site rural de Kergoff

La **station rurale**<sup>22</sup> 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

<sup>22</sup> Densité de population dans un rayon de 1 km<sup>2</sup> : 8 hab/km<sup>2</sup> [INSEE 2016]

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.

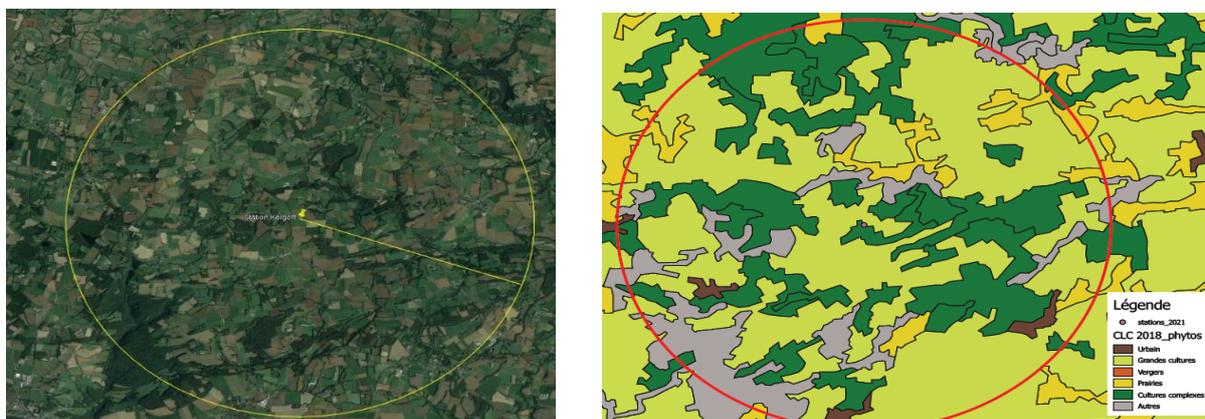


Figure 46: Site de Kergoff – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms

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').

### Site rural de Bignan

Le site de mesure **rural** est situé sur la commune de Bignan (56500) dans le département du Morbihan. Il s'agit de l'emplacement retenu pour le suivi des concentrations en pesticides lors de la campagne REP'AIR menée sur les années 2017-2018 et 2019. Ce site est considéré comme étant représentatif d'un site de polyculture élevage. Un système de polyculture élevage est caractérisé présence à la fois de cultures (hors prairies) et d'élevage dans une exploitation agricole suffisait à

constituer un système de polyculture-élevage. La station de mesure était située au sein de la station expérimentale de Kerguéhennec appartenant à la Chambre d'Agriculture de Bretagne.

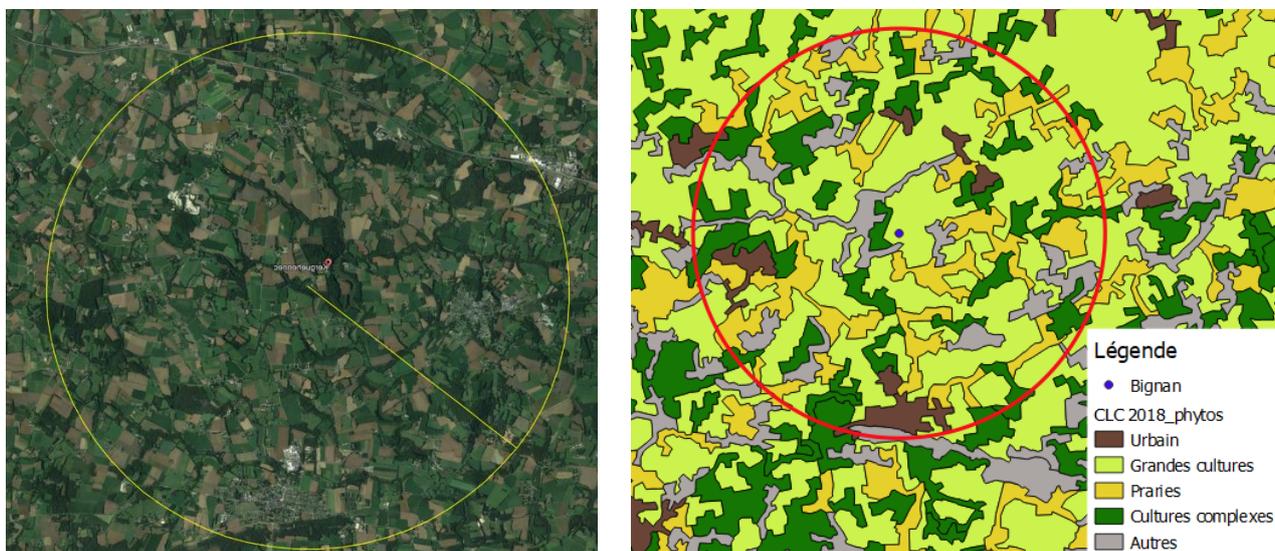


Figure 47: Site de Bignan Kerguéhennec – Vue aérienne (à gauche) et occupation des sols [Corine Land Cover 2018] (à droite) dans un rayon de 5 kms

### ANNEXE 2 : LISTE DES SUBSTANCES RECHERCHEES

Substances	Occurrence	Concentration maximale	Détection	Non détection
2,4-D	28	-	0	28
2,4-D (ESTERS)	317	0.40	17	300
2,4-D (SELS)	24	-	0	24
2,4-DB (ESTERS)	258	0.38	1	257
2,4-MCPA (SELS)	90	-	0	90
2,4DDD	122	-	0	122
2,4DDE	122	-	0	122
2,4DDT	148	-	0	148
2,4MCPA	28	-	0	28
4,4DDD	122	0.70	2	120
4,4DDE	122	0.37	1	121
4,4DDT	148	-	0	148
Abamectine	72	-	0	72
Acetamipride	24	-	0	24
Acetochlore	490	9.46	48	442
Acide aminomethylphosphonique (AMPA)	50	0.0044	13	37
Aclonifen	269	1.80	5	264
Alachlore	269	7.68	51	218
Aldicarbe	39	-	0	39
Aldrine	206	-	0	206
Alpha HCH	122	-	0	122
Alpha endosulfan	28	-	0	28
Anthraquinone	24	-	0	24
Atrazine	160	0.41	4	156
Azinphos ethyl	24	-	0	24
Azinphos methyl	24	-	0	24
Azoxystrobine	207	-	0	207
Bendiocarb	24	-	0	24
Benomyl	90	-	0	90
Benoxacor	11	-	0	11
Bentazone	28	-	0	28
Beta HCH	122	-	0	122
Beta endosulfan	28	-	0	28
Bifenox	24	-	0	24
Bifenthrine	341	0.01	5	336
Bitertanol	24	-	0	24
Boscalid	367	-	0	367
Bromacil	24	-	0	24
Bromadiolone	258	-	0	258

## Historique des concentrations en pesticides dans l'air

Substances	Occurrence	Concentration maximale	Détection	Non détection
Bromopropylate	24	-	0	24
Bromoxynil	14	-	0	14
Bromoxynil octanoate	355	0.63	15	340
Bromuconazole	24	-	0	24
Bupirimate	24	-	0	24
Butraline	258	-	0	258
Captane	122	-	0	122
Carbaryl	122	-	0	122
Carbendazime	24	-	0	24
Carbetamide	268	-	0	268
Carbofuran	184	0.49	5	179
Carbophenothion	11	-	0	11
Chlordane	258	-	0	258
Chlordane cis	24	-	0	24
Chlordane trans	24	-	0	24
Chlordecone	271	-	0	271
Chlorfenvinphos	24	-	0	24
Chlorothalonil	527	78.79	204	323
Chlorprophame	295	-	0	295
Chlorpyrifos ethyl	527	0.90	31	496
Chlorpyrifos methyl	367	0.26	14	353
Chlortoluron	124	-	0	124
Chlotoluron	28	-	0	28
Clodinafop propargyl	106	-	0	106
Clomazone	354	1.37	30	324
Clopyralid	24	-	0	24
Clothianidine	11	-	0	11
Cyazofamide	24	-	0	24
Cyfluthrine	181	-	0	181
Cymoxanil	354	40.25	1	353
Cypermethrine	465	-	0	465
Cyproconazole	442	0.32	3	439
Cyprodinil	465	1.20	33	432
DEA	28	-	0	28
DIA	28	-	0	28
Dazomet	37	-	0	37
Delta HCH	122	-	0	122
Deltamethrine	527	-	0	527
Desethyl simazine	10	-	0	10
Desethylatrazine	156	-	0	156
Desisopropylatrazine	146	0.13	1	145

## Historique des concentrations en pesticides dans l'air

Substances	Occurrence	Concentration maximale	Détection	Non détection
Diazinon	184	1.19	2	182
Dicamba (acide)	33	-	0	33
Dichlobenil	122	0.42	5	117
Dichlorprop-p (ester de 2-ethylhexyle)	39	-	0	39
Dichlorvos	243	-	0	243
Diclofop methyl	24	-	0	24
Diclorane	258	-	0	258
Dicofol	304	-	0	304
Dieldrine	282	-	0	282
Difenoconazole	367	-	0	367
Diflufenicanil	527	1.63	67	460
Dimethenamide	50	1.17	4	46
Dimethenamide(-p)	477	14.71	55	422
Dimethoate	258	-	0	258
Dimethomorphe	207	-	0	207
Dimoxystrobin	11	-	0	11
Dinocap	122	-	0	122
Diphenylamine	50	0.36	4	46
Dithianon	24	-	0	24
Diuron	471	-	0	471
Dodine	24	-	0	24
Endosulfan	50	1.80	9	41
Endosulfan alpha	160	4.14	11	149
Endosulfan beta	50	-	0	50
Endrine	282	-	0	282
Epoxiconazole	461	0.44	7	454
Epoxyconazole	40	1.94	2	38
Esfenvalerate	122	-	0	122
Ethion	258	-	0	258
Ethofumesate	122	-	0	122
Ethoprophos	380	0.15	1	379
Etofenprox	258	0.03	2	256
Etridiazole	11	-	0	11
Fempropi morphe	10	-	0	10
Fenarimol	258	-	0	258
Fenbuconazole	85	-	0	85
Fenhexamide	50	-	0	50
Fenitrothion	24	-	0	24
Fenoxaprop ethyl	134	-	0	134
Fenoxaprop p ethyl	38	-	0	38

## Historique des concentrations en pesticides dans l'air

Substances	Occurrence	Concentration maximale	Détection	Non détection
Fenoxaprop-ethyl	12	-	0	12
Fenoxycarbe	116	-	0	116
Fenpropathrine	11	-	0	11
Fenpropidine	527	9.95	42	485
Fenpropimorphe	259	19.80	42	217
Fipronil	341	-	0	341
Flazasulfuron	24	-	0	24
Florasulame	24	-	0	24
Fluazinam	419	0.18	2	417
Fludioxonil	122	-	0	122
Flufenacet	10	-	0	10
Flufenoxuron	24	-	0	24
Flumetraline	258	-	0	258
Fluopyram	277	0.39	12	265
Flurochloridone	109	-	0	109
Flusilazole	184	0.44	3	181
Fluthiamide	28	-	0	28
Folpel	489	3.62	14	475
Fonofos	11	-	0	11
Forchlorfenuron	11	-	0	11
Glufosinate ammonium	50	-	0	50
Glyphosate	50	0.04	37	13
Heptachlore	282	0.03	3	279
Hexaconazole	160	2.10	5	155
Hexythiazox	24	-	0	24
Hydroxyatrazine	28	-	0	28
Imazamethabenz methyl	38	0.35	6	32
Imidaclopride	11	-	0	11
Indoxacarbe	24	-	0	24
Ioxynil	28	-	0	28
Ioxynil (ester, sel)	24	-	0	24
Iprodione	308	-	0	308
Iprovalicarbe	24	-	0	24
Isoproturon	128	-	0	128
Isoxaben	85	-	0	85
Isoxaflutole	24	-	0	24
Kresoxim methyl	257	0.30	2	255
Kresoxim-methyl	12	-	0	12
Lambda cyhalothrine	515	0.11	1	514
Lambda cyhalotrine	12	-	0	12

## Historique des concentrations en pesticides dans l'air

Substances	Occurrence	Concentration maximale	Détection	Non détection
Lenacil	419	0.50	1	418
Lindane	521	1.21	381	140
Linuron	282	-	0	282
Lufenuron	90	-	0	90
Malathion	181	-	0	181
Mandipropamide	24	-	0	24
Mecoprop	28	-	0	28
Mecoprop (ester de butylglycol)	85	0.17	2	83
Mecoprop (toutes formes)	24	-	0	24
Mepanipyrim	24	-	0	24
Mercaptodimethur	24	-	0	24
Metaldehyde	59	-	0	59
Metamitron	295	-	0	295
Metazachlore	465	0.31	16	449
Metconazole	11	-	0	11
Methacriphos	11	-	0	11
Methidathion	122	-	0	122
Methomyl	122	-	0	122
Metolachlore	38	0.06	1	37
Metolachlore(-s)	465	30.74	204	261
Metrafenone	24	-	0	24
Metribuzine	258	0.03	2	256
Mirex	258	-	0	258
Myclobutanil	282	-	0	282
Napropamide	24	-	0	24
Norflurazon	122	-	0	122
Oryzalin	380	0.08	1	379
Oxadiazon	468	1.20	10	458
Oxadixyl	34	0.55	1	33
Oxydemeton methyl	122	-	0	122
Oxyfluorfen	380	-	0	380
Parathion ethyl	122	-	0	122
Parathion methyl	171	-	0	171
Penconazole	37	-	0	37
Pendimethaline	527	30.70	363	164
Pentachlorophenol	258	0.22	12	246
Permethrine	341	0.24	13	328
Phosalone	24	-	0	24
Phosmet	380	0.22	2	378
Phoxime	122	1.46	1	121

## Historique des concentrations en pesticides dans l'air

Substances	Occurrence	Concentration maximale	Détection	Non détection
Piclorame (acide)	33	-	0	33
Picoxystrobine	11	-	0	11
Piperonyl butoxide (PBO)	269	0.19	1	268
Prochloraz	277	-	0	277
Procymidone	50	-	0	50
Profoxydim	11	-	0	11
Propachlore	134	0.86	5	129
Propargite	122	-	0	122
Propazine	24	-	0	24
Propiconazole	109	0.31	3	106
Propyzamide	465	1.78	61	404
Proquinazide	24	-	0	24
Prosulfocarbe	367	62.53	166	201
Prosulfuron	24	-	0	24
Pyraclostrobin	11	-	0	11
Pyrimethanil	367	0.25	6	361
Pyrimicarbe	282	0.78	2	280
Pyriproxyfen	24	-	0	24
Quinmerac	182	-	0	182
Quinoxyfen	109	0.18	2	107
Quizalofop ethyl	85	-	0	85
Quizalofop-p-tefuryl	11	-	0	11
Simazine	160	-	0	160
Spiroxamine	465	11.22	29	436
Sulcotrione	52	-	0	52
Tau fluvalinate	207	-	0	207
Tebuconazole	527	0.73	24	503
Tebufenpyrad	24	-	0	24
Tebutame	184	0.45	11	173
Tebuthiuron	258	-	0	258
Tefluthrine	11	-	0	11
Tembotrione	201	-	0	201
Terbufos	52	-	0	52
Terbuphos	10	-	0	10
Terbuthylazine	245	0.80	9	236
Terbutryne	258	-	0	258
Tetraconazole	258	0.12	2	256
Thiabendazole	24	-	0	24
Thiaclopride	24	-	0	24
Thiamethoxam	11	-	0	11

## Historique des concentrations en pesticides dans l'air

Substances	Occurrence	Concentration maximale	Détection	Non détection
Thiodicarbe	90	-	0	90
Thiophanate methyl	11	-	0	11
Thirame	24	-	0	24
Tochlophos methyl	24	-	0	24
Tolyfluanide	406	-	0	406
Triadimenol	258	-	0	258
Triallate	367	2.80	205	162
Trichlopyr	28	-	0	28
Triclopyr (ester)	59	0.15	1	58
Triclopyr (sel d amine)	24	-	0	24
Trifloxystrobine	366	0.24	1	365
Trifluraline	279	3.03	43	236
Triticonazole	24	-	0	24
Vinchlorzoline	122	0.35	1	121
Warfarin	11	-	0	11
Zirame	24	-	0	24

### ANNEXE 3 : 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 :

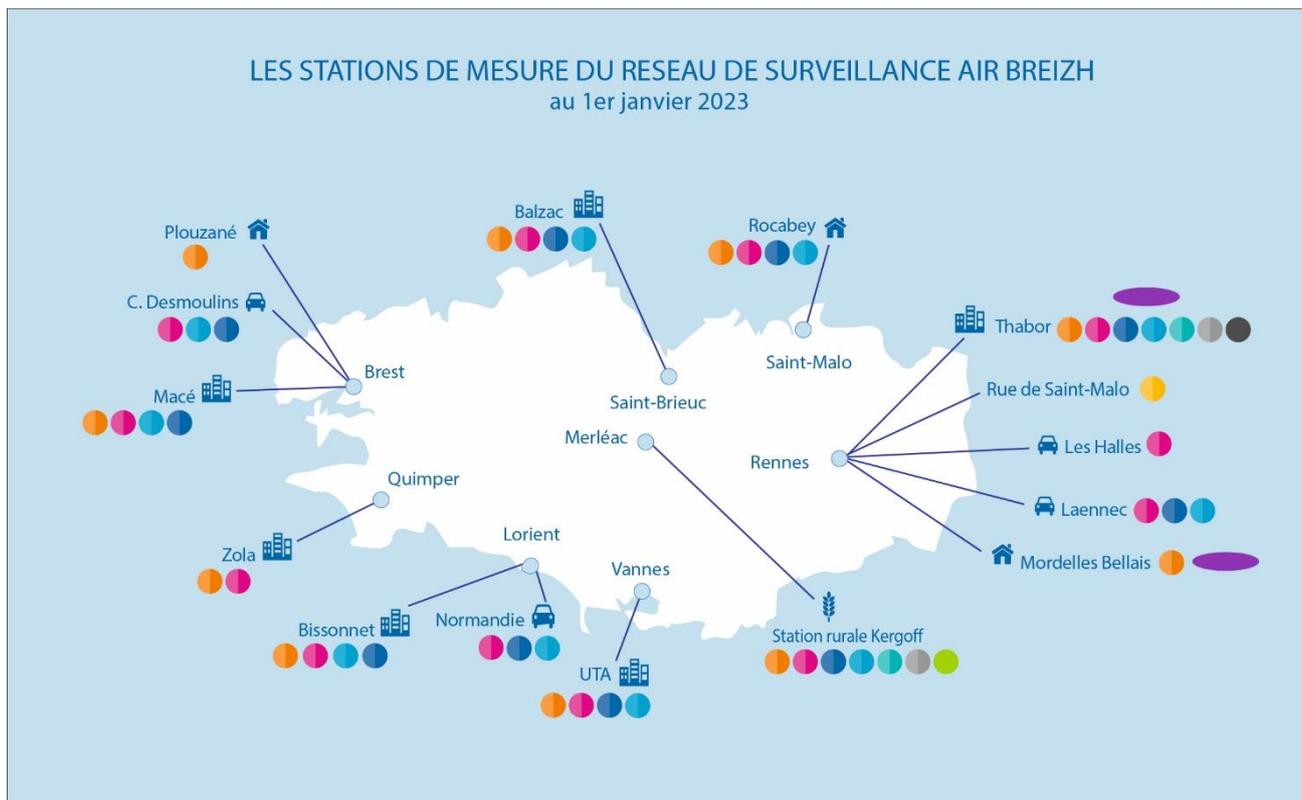
- Collège 1 : services de l'Etat,
- Collège 2 : collectivités territoriales,
- Collège 3 : émetteurs de substances polluantes,
- Collège 4 : associations de protection de l'environnement et personnes qualifiées.

#### Missions d'Air Breizh

- Surveiller les polluants urbains nocifs (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, Métaux lourds, HAP, Benzène, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>) 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.



### POLLUANTS MESURÉS

● Oxydes d'azote  
● Ozone

● PM 10  
● Benzène

● PM 2,5  
● HAP

● Ammoniac  
● Métaux lourds

### POLLUANTS D'INTERET NATIONAL

● Spéciation chimique des particules  
● Pesticides

### TYPE DE STATION

● Urbaine trafic  
● Urbaine de fond  
● Périurbaine de fond  
● Rurale de fond

*Implantation des stations de mesure d'Air Breizh (au 01/01/23)*

## 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.