



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

NOTE
MÉTHODOLOGIQUE

Campagne nationale exploratoire de mesure des résidus de pesticides dans l'air extérieur : éléments méthodologiques

Juillet 2021

Résumé

En juin 2018, une campagne nationale exploratoire de mesure des résidus de pesticides dans l'air extérieur a été lancée pour une durée d'un an. Fruit de la collaboration entre les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa), le laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA) et l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), cette campagne inédite permet de rechercher 75 substances sur 50 sites de mesure. Le présent document fournit des éléments méthodologiques sur sa mise en œuvre (substances suivies, choix des sites et stratégie de mesure temporelle). Il accompagne la publication intitulée « Vers un suivi national des résidus de pesticides dans l'air extérieur - Principaux résultats de la campagne nationale exploratoire ».

Auteur

Aurélie LE MOULLEC – SDES/SDIE

SOMMAIRE

1. Historique de la mesure des résidus de pesticides dans l'air extérieur en France	4
2. La campagne nationale exploratoire de mesure des résidus de pesticides dans l'air extérieur	5
2.1. Objectifs.....	5
2.2. Substances suivies	5
2.3. Choix des sites de mesure.....	8
2.4. Stratégie de mesure temporelle.....	10
2.4.1. <i>Durée d'échantillonnage</i>	10
2.4.2. <i>Fréquence d'échantillonnage</i>	10
3. Pour en savoir plus.....	11

1. Historique de la mesure des résidus de pesticides dans l'air extérieur en France

La mesure des résidus de pesticides dans l'air extérieur a démarré en France dans les années 1990 avec des études menées par des laboratoires de recherche, puis au début des années 2000 avec la mesure progressive de ces substances par certaines associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa). Ce suivi par les Aasqa s'est peu à peu développé, pour s'étendre ensuite à la plupart des régions. En parallèle, le laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA) a mené de nombreux travaux métrologiques portant sur les méthodes des prélèvements et d'analyses des pesticides dans l'air ambiant, en collaboration avec les Aasqa. Le LCSQA a par ailleurs piloté des travaux de normalisation de ces méthodes :

- norme XP X 43-058 « Air ambiant - Dosage des substances phytosanitaires (pesticides) dans l'air ambiant - Prélèvement actif » ;
- norme XP X 43-059 « Air ambiant - Dosage des substances phytosanitaires (pesticides) dans l'air ambiant - Préparation des supports de collecte - Analyse par méthodes chromatographiques ».

Le suivi des pesticides dans l'air extérieur par les Aasqa, est ainsi réalisé dans un cadre normatif mais, en l'absence de réglementation, selon des stratégies d'échantillonnage spatiales et temporelles variables en fonction des objectifs des études. Ces dernières suivent le plus souvent les orientations et recommandations des programmes régionaux de surveillance de la qualité de l'air et des plans régionaux santé environnement. Afin d'harmoniser le choix des substances recherchées dans ces études, le LCSQA a proposé en 2007 une méthode de hiérarchisation des pesticides à surveiller dans l'air. Les mesures réalisées par les Aasqa sont centralisées dans la base de données Phytatmo, accessible au public depuis fin 2019 sur le site de la fédération des Aasqa [Atmo France](#) ainsi qu'en [open data](#).

Parallèlement, l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (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. Conduits par l'Anses et un groupe d'experts indépendants, ces [travaux](#) ont été publiés en septembre 2017.

2. La campagne nationale exploratoire de mesure des résidus de pesticides dans l'air extérieur

2.1. Objectifs

Fruit de plusieurs années de collaboration entre les Aasqa, le LCSQA et l'Anses, la campagne nationale exploratoire de mesure des résidus de pesticides dans l'air extérieur (CNEP) s'est déroulée de juin 2018 à juin 2019 sur 50 sites de mesure dont 5 localisés dans les DROM avec la recherche de 75 substances. Sa mise en œuvre répond aux engagements gouvernementaux au titre du plan national santé environnement (PNSE3), du plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques et de la feuille de route gouvernementale sur les produits phytopharmaceutiques. Elle a été financée en majorité par le dispositif de pharmacovigilance, surveillance des effets indésirables des produits phytopharmaceutiques, piloté par l'Anses. Le Ministère de la transition écologique (direction générale de l'énergie et du climat) a également contribué au financement de cette campagne en termes d'investissement pour le matériel de prélèvement.

Cette campagne inédite vise à dresser un premier état des lieux harmonisé de la contamination de l'air extérieur par les résidus de pesticides sur l'ensemble du territoire national (DROM inclus), durant une année complète en situation de fond, c'est-à-dire hors proximité de parcelle et/ou d'influence directe d'une seule culture. Elle contribue également à l'étude de l'exposition moyenne de la population générale en situation de fond aux résidus de pesticides dans l'air extérieur.

2.2. Substances suivies

Dans ses travaux d'expertise publiés en septembre 2017, l'Anses avait listé 90 substances comme « hautement prioritaires » et « prioritaires » à surveiller dans l'air extérieur. Ces dernières ont été sélectionnées sur la base de plusieurs critères à partir des 1 316 substances recensées dans la base de données EU pesticides database de la direction générale SANTE de la Commission européenne :

- les quantités de substances utilisées d'après les données de la banque nationale des ventes de produits phytopharmaceutiques par les distributeurs agréés (BNV-D) ;
- le potentiel d'émission et de persistance des substances dans l'atmosphère ;
- les effets sur la santé des substances (critères de danger) ;
- les mesures des Aasqa collectées de 2011 à 2015 et disponibles dans la base Phytatmo.

Sur les 90 substances ainsi retenues, 11 n'ont pas été recherchées durant la campagne nationale exploratoire faute de méthode de prélèvement ou d'analyse disponible. Pour 5 autres substances, les résultats n'ont pas été exploités, les méthodes de prélèvement ou d'analyse n'étant pas suffisamment performantes. De plus, l'Acide aminométhylphosphonique (AMPA), métabolite¹ du glyphosate et substance non priorisée en 2017, a été ajouté à la liste. Ainsi, 75 substances ont été suivies durant la CNEP (*tableau 1*) : 72 d'entre elles sont des molécules semi-volatiles, ensemble qui regroupe des substances dont les volatilités sont très différentes à une température donnée (ambiante) et qui se répartissent dans l'air entre une phase gazeuse et une phase particulaire à température ambiante en fonction de leurs propriétés physico-chimiques de volatilité (tension de vapeur, constante de Henry) ; 3 molécules (glyphosate, AMPA et glufosinate) sont des substances polaires, c'est-à-dire solubles dans l'eau et peu volatiles.

Tableau 1 : liste des substances retenues pour la CNEP

Nom de la molécule	N° CAS	Usage	Usages phytopharmaceutiques autorisés en France entre juin 2018 et juin 2019	Usages biocides autorisés en France entre juin 2018 et juin 2019	Cotation de danger prise en compte dans l'expertise collective menée par l'Anses*
2,4-D (2-ETHYLHEXYL ESTER)	1928-43-4	Herbicide	Oui	Non	Cancérogène probable chez l'Homme
2,4-DB (2-ETHYLHEXYL ESTER)	1320-15-6	Herbicide	Oui	Non	
Acetochlore	34256-82-1	Herbicide	Non	Non	
Bifenthrine (cis à 97 %)	82657-04-3	Insecticide	Non	Oui	
Boscalid	188425-85-6	Fongicide	Oui	Non	Cancérogène possible chez l'Homme, perturbateur endocrinien possible
Bromadiolone	28772-56-7	Insecticide	Oui	Oui	
Bromoxynil octanoate	1689-99-2	Herbicide	Oui	Non	
Butraline	33629-47-9	Herbicide	Non	Non	
Carbetamide	16118-49-3	Herbicide	Oui	Non	
Chlordane	57-74-9	Insecticide	Non	Non	
Chlordécone	143-50-0	Insecticide	Non	Non	
Chlorothalonil	1897-45-6	Fongicide	Oui	Non	Cancérogène probable chez l'Homme
Chlorprophame	101-21-3	Herbicide	Oui	Non	Cancérogène possible chez l'Homme
Chlorpyrifos ethyl	2921-88-2	Insecticide	Oui	Non	Cancérogène probable chez l'Homme, reprotoxique probable chez l'Homme
Chlorpyrifos-methyl	5598-13-0	Insecticide	Oui	Non	
Clomazone	81777-89-1	Herbicide	Oui	Non	
Cyperméthrine (alpha + bêta + théta + zéta)	52315-07-8	Insecticide	Oui	Oui	
Cyproconazole	94361-06-5	Fongicide	Oui	Oui	
Cyprodinil	121552-61-2	Fongicide	Oui	Non	Perturbateur endocrinien possible
Deltaméthrine	52918-63-5	Insecticide	Oui	Oui	Perturbateur endocrinien
Diclorane	99-30-9	Fongicide	Non	Non	
Dieldrine	60-57-1	Insecticide	Non	Non	
Difenoconazole	119446-68-3	Fongicide	Oui	Non	
Diflufenicanil	83164-33-4	Herbicide	Oui	Non	
Diméthénamide-p (total)	163515-14-8	Herbicide	Oui	Non	
Diméthoate	60-51-5	Insecticide	Non	Non	
Diuron	330-54-1	Herbicide	Non	Oui	Cancérogène chez l'Homme
Endrine	72-20-8	Insecticide	Non	Non	
Epoxiconazole	133855-98-8	Fongicide	Oui	Non	Perturbateur endocrinien
Ethion	563-12-2	Insecticide	Non	Non	
Ethoprophos	13194-48-4	Insecticide	Non	Non	
Etofenprox	80844-07-1	Insecticide	Oui	Oui	Reprotoxique chez l'Homme
Fenarimol	60168-88-9	Fongicide	Non	Non	Reprotoxique chez l'Homme
Fenpropidine	67306-00-7	Fongicide	Oui	Non	Cancérogène possible chez l'Homme
Fipronil	120068-37-3	Insecticide	Non	Oui	
Fluazinam	79622-59-6	Fongicide	Oui	Non	Cancérogène possible chez l'Homme, reprotoxique possible chez l'Homme

¹ Les métabolites de pesticides sont des molécules qui proviennent de la transformation des pesticides. Un pesticide peut avoir un ou plusieurs métabolites.

Flumetraline	62924-70-3	Herbicide	Non	Non	
Flopyram	658066-35-4	Fongicide	Oui	Non	
Folpel	133-07-3	Fongicide	Oui	Oui	Cancérogène possible chez l'Homme
Heptachlore	76-44-8	Insecticide	Non	Non	
Iprodione	36734-19-7	Fongicide	Non	Non	Perturbateur endocrinien
Lambda cyhalothrine	91465-08-6	Insecticide	Oui	Oui	
Lenacil	2164-08-1	Herbicide	Oui	Non	
Lindane	58-89-9	Insecticide	Non	Non	Cancérogène chez l'Homme, Reprotoxique chez l'Homme
Linuron	330-55-2	Herbicide	Non	Non	Perturbateur endocrinien
Metamitron	41394-05-2	Herbicide	Oui	Non	
Metazachlore	67129-08-2	Herbicide	Oui	Non	Cancérogène possible chez l'Homme
Metolachlore(S) (total R + S)	87392-12-9	Herbicide	Oui	Non	Cancérogène possible chez l'Homme
Metribuzine	21087-64-9	Herbicide	Oui	Non	Perturbateur endocrinien
Mirex	2385-85-5	Insecticide	Non	Non	
Myclobutanil	88671-89-0	Fongicide	Oui	Non	Perturbateur endocrinien
Oryzalin	19044-88-3	Herbicide	Oui	Non	
Oxadiazon	19666-30-9	Herbicide	Non	Non	Cancérogène probable chez l'Homme, perturbateur endocrinien possible
Oxyfluorfen	42874-03-3	Herbicide	Oui	Non	
Pendimethaline	40487-42-1	Herbicide	Oui	Non	Cancérogène possible chez l'Homme
Pentachlorophenol	87-86-5	Fongicide	Non	Non	Cancérogène chez l'Homme
Permethrine (cis + trans)	52645-53-1	Insecticide	Non	Oui	Perturbateur endocrinien
Phosmet	732-11-6	Insecticide	Oui	Non	Perturbateur endocrinien
Piperonyl butoxide (PBO)	51-03-6	Insecticide	Oui	Oui	
Prochloraz	67747-09-5	Fongicide	Oui	Non	
Propyzamide	23950-58-5	Herbicide	Oui	Non	Cancérogène possible chez l'Homme
Prosulfocarbe	52888-80-9	Herbicide	Oui	Non	
Pyrimethanil	53112-28-0	Fongicide	Oui	Non	Cancérogène possible chez l'Homme, perturbateur endocrinien possible
Pyrimicarbe	23103-98-2	Insecticide	Oui	Non	
Spiroxamine	118134-30-8	Fongicide	Oui	Non	Reprotoxique possible chez l'Homme
Tebuconazole	107534-96-3	Fongicide	Oui	Oui	Cancérogène possible chez l'Homme, reprotoxique possible chez l'Homme, perturbateur endocrinien possible
Tébutiuron	34014-18-1	Herbicide	Non	Non	
Terbutryne	886-50-0	Herbicide	Non	Oui	
Tolyfluanide	731-27-1	Fongicide	Non	Oui	
Triadimenol	55219-65-3	Fongicide	Oui	Non	
Triallate	2303-17-5	Herbicide	Oui	Non	Cancérogène possible chez l'Homme
Trifloxystrobine	141517-21-7	Fongicide	Oui	Non	
Acide aminomethylphosphonique (AMPA)	1066-51-9	Métabolite	Non concerné	Non concerné	
Glufosinate ammonium	77182-82-2	Herbicide	Oui	Non	
Glyphosate	1071-83-6	Herbicide	Oui	Non	Cancérogène probable chez l'Homme

Note : le numéro CAS est un numéro unique alloué à une substance chimique par le Chemical Abstracts Service, une division de l'American Chemical Society. Il est attribué à chaque substance chimique décrite dans la littérature et permet de faciliter les recherches dans les bases de données, une substance chimique pouvant être désignée sous plusieurs noms ; les noms des molécules indiquées en rouge correspondent à des substances dont les usages phytopharmaceutiques uniquement ou phytopharmaceutiques et biocides étaient interdits de juin 2018 à juin 2019 ; les noms des molécules indiquées en bleu correspondent à des métabolites ;

* les cotations de danger indiquées ici sont celles retenues dans le cadre de l'expertise collective menée par l'Anses et dont les résultats ont été publiés en juillet 2020. Elles ne sont données que pour les 32 substances nécessitant des investigations complémentaires visant à déterminer précisément les risques induits par leur présence dans l'air extérieur pour la santé de la population générale.

Source : LCSQA, 2020

2.3. Choix des sites de mesure

Pour la campagne nationale exploratoire, 50 sites de mesure sont retenus pour le suivi des substances semi-volatiles sur la base des critères suivants :

- répondre aux dix situations d'exposition définies par l'Anses en 2017 (*tableau 2*) : sites de type urbain/périurbain ou rural avec cinq classes de profils agricoles (grandes cultures, viticulture, arboriculture, maraîchage et élevage) ;
- disposer de plusieurs sites par situation d'exposition tout en étant globalement représentatif de la surface agricole utile et de la variété des pratiques culturales ;
- correspondre à des situations de fond c'est-à-dire hors situation de proximité de parcelle ou d'influence directe d'une seule culture, avec une distance par rapport aux premières parcelles d'au moins 200 mètres ;
- équilibrer le nombre de sites urbains/périurbains et ruraux afin de rendre compte de la diversité des concentrations à priori plus élevées en milieu rural, les sites urbains/périurbains représentant néanmoins l'exposition d'une plus large population ;
- respecter le budget de l'étude ;
- sélectionner un à deux sites par DROM en fonction des cultures les plus pertinentes ;
- s'appuyer sur les propositions de site des Aasqa.

Tableau 2 : situations d'exposition à couvrir préconisées par l'Anses en 2017

Milieu urbain voire périurbain	Milieu rural
Profil lié à la viticulture	
Profil lié à l'arboriculture	
Profil lié au maraîchage	
Profil lié aux grandes cultures	
Profil lié à l'élevage	

Source : Anses, septembre 2017

Pour définir les profils agricoles (majoritaires et secondaires) des sites de manière homogène, le pourcentage de type de culture dans un rayon de 5 km et de 1 km est calculé à partir des données de Corine Land Cover (CLC), version 2018. L'expertise des Aasqa a permis d'identifier des sites avec des profils « maraîchage » et « élevage », ces informations n'étant pas disponibles dans CLC.

En complément, des sites sans profil agricole majoritaire sont retenus ; ils correspondent à des sites où les pourcentages d'occupation du sol par des catégories « urbaine » et « autre » de CLC sont supérieurs à 90 % dans un rayon de 1 km et supérieurs à 80 % dans un rayon de 5 km.

La typologie des sites (urbain/périurbain ou rural) est établie à partir des données de population à la commune et suit la définition de l'Insee.

Pour les substances polaires (glyphosate, AMPA et glufosinate), le nombre de sites est plus restreint, leur surveillance nécessitant un appareillage spécifique (voir partie [2.4. Stratégie de mesure temporelle](#)). La sélection de ces sites repose d'une part sur les données de ventes de glyphosate par départements et anciennes régions issues de la BNV-D, et d'autre part sur la liste des sites qui peuvent être équipés pour ce suivi par les Aasqa. Huit sites sont ainsi retenus en métropole et correspondent à des sites déjà instrumentés pour le suivi des substances semi-volatiles (*tableau 3*).

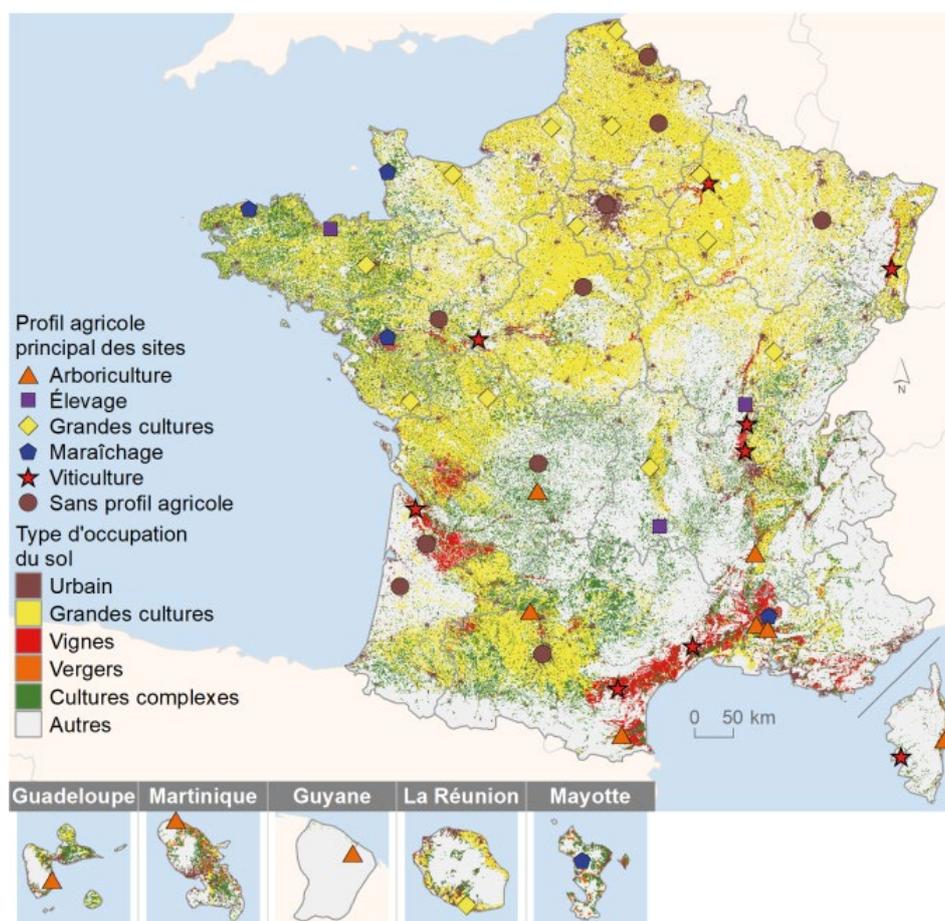
Tableau 3 : caractéristiques et localisation des sites retenus pour le suivi des substances polaires

Profil agricole majoritaire	Typologie du site	Région	Département
Grandes cultures	Rural	Grand Est	Aube
Grandes cultures	Rural	Bourgogne-Franche-Comté	Côte-d'Or
Arboriculture	Rural	Provence-Alpes-Côte d'Azur	Vaucluse
Viticulture	Rural	Nouvelle-Aquitaine	Gironde
Maraîchage	Rural	Normandie	Manche
Élevage	Périurbain	Bretagne	Côtes d'Armor
Sans profil agricole	Urbain	Centre-Val de Loire	Loiret
Sans profil agricole	Urbain	Hauts-de-France	Aisne

Source : LCSQA, 2020

Toutes substances confondues, 50 sites de mesures sont sélectionnés pour la campagne nationale exploratoire (carte 1).

Carte 1 : implantation des sites de mesure durant la CNEP



Note : les cultures complexes regroupent des petites parcelles de cultures annuelles diversifiées, des prairies et/ou des cultures permanentes.

Source : données Géod'Air, juin 2020. Traitements : SDES, 2020

2.4. Stratégie de mesure temporelle

2.4.1. DURÉE D'ÉCHANTILLONNAGE

Pour les substances semi-volatiles, les prélèvements sont réalisés sur des périodes de sept jours consécutifs sur les 50 sites avec des préleveurs dont le débit est de 1 m³/h.

Le suivi des substances polaires est effectué sur des périodes de 48 heures consécutives et sur huit sites de métropole avec des préleveurs dont le débit est de 30 m³/h, leur mesure nécessitant des techniques de prélèvement et d'analyse spécifiques.

2.4.2. FRÉQUENCE D'ÉCHANTILLONNAGE

Les mesures ont lieu tout au long de la campagne, simultanément sur l'ensemble des sites, suivant un plan d'échantillonnage propre à chaque profil agricole.

Pour les sites « grandes cultures », « arboriculture » et « viticulture », le plan d'échantillonnage repose sur les périodes de traitements des cultures connues et identifiées à partir des données historiques des Aasqa (données de la base Phytatmo de la période 2012-2015).

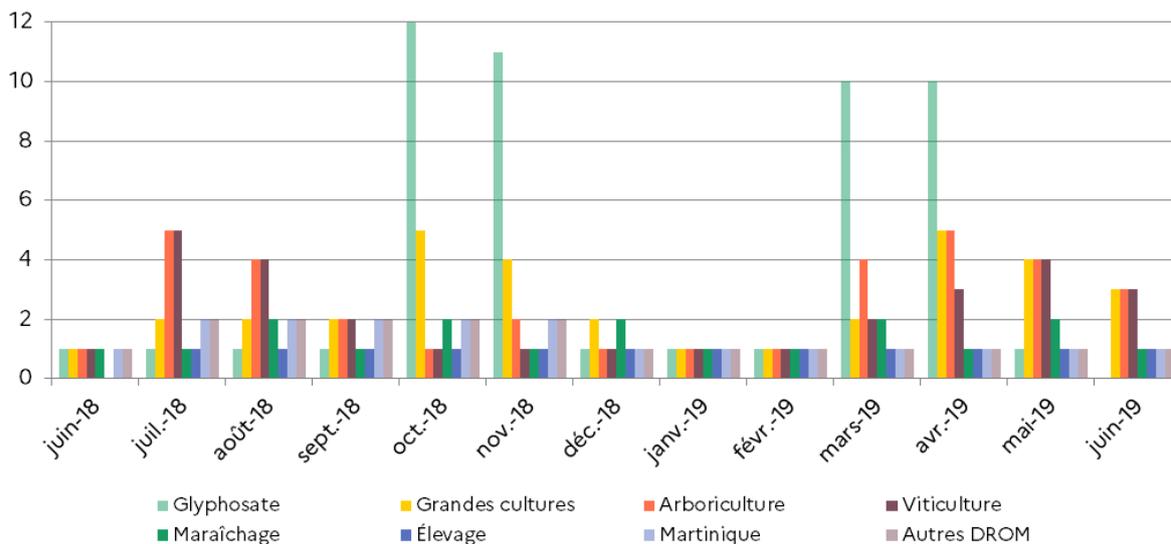
Des prélèvements réguliers tout au long de l'année sont réalisés pour les autres profils et pour les DROM, excepté pour la Martinique où les prélèvements sont renforcés à certaines périodes sur précisions de l'Aasqa.

Pour le glyphosate, des prélèvements plus nombreux sont effectués aux périodes où son utilisation est généralement plus importante. Les plans d'échantillonnage sont présentés dans le *graphique 1*.

À noter que l'irrégularité des fréquences mensuelles d'échantillonnage est prise en compte dans le calcul des concentrations moyennes annuelles afin que ces dernières ne soient pas biaisées.

Graphique 1 : fréquences d'échantillonnage

Nombre de prélèvements



Source : LCSQA, 2020

3. Pour en savoir plus

Les résultats détaillés de la campagne nationale exploratoire de mesure des résidus de pesticides dans l'air ambiant sont disponibles sur le site du LCSQA :

- LCSQA 2020. « Résultats de la campagne nationale exploratoire de mesure des résidus de pesticides dans l'air ambiant (2018-2019) ». 535 p.
- LCSQA 2020. Note technique « Contrôle des données de la campagne nationale exploratoire de mesure des résidus de pesticides dans l'air ambiant (CNEP) ». 3 p.
- Base des données de mesure de la CNEP, issue de Géod'Air.

Les résultats de l'expertise collective visant à 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 sont disponibles sur le site de l'Anses :

- Anses 2017. « Proposition de modalités pour une surveillance des pesticides dans l'air ambiant ». 257 p.

Les résultats de l'expertise collective présentant un premier travail d'interprétation sanitaire des résultats de la campagne nationale exploratoire sont également disponibles sur le site de l'Anses :

- Anses 2020. « Campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air ambiant. Premières interprétations sanitaires ». 141 p.



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Commissariat général
au développement durable

Service des données et études statistiques

Sous-direction de l'information environnementale

Tour Séquoia – 92055 La Défense cedex

Courriel : diffusion.sdes.cgdd@developpement-durable.gouv.fr

www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr