

SANTÉ  
ENVIRONNEMENT

JUILLET 2025

# PestiRiv

Étude de l'exposition  
aux pesticides chez les riverains  
de zones viticoles et non viticoles

## Tome 1 - Résultats des contaminations environnementales

### Poussières





# PestiRiv : Étude d'exposition aux pesticides chez les riverains de zones viticoles et non viticoles

## Tome 1b : Résultats des contaminations environnementales - Poussières



L'étude PestiRiv est une réalisation conjointe de Santé publique France et de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) réalisée à la demande du Ministère en charge de la Santé, avec la participation de l'Institut Ipsos, l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee), la Direction générale des Finances publiques (DGFIP), le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA), l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris), le Laboratoire d'étude et de recherche en environnement et santé (LERES), Atmo France et les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) qui participent à l'étude (Atmo Grand Est, Atmo Bourgogne Franche-Comté, Atmo Auvergne – Rhône-Alpes, Atmo Nouvelle-Aquitaine, Atmo Occitanie, Atmo Sud) et l'Observatoire du développement rural de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (Inrae).

## Promoteur

Anses

## Investigatrices principales

Maïté Brugioni, Laurine Gonnard

## Équipe projet

**Anses, direction de l'évaluation des risques** : Romain Boissonnot, Fabrizio Botta, Titouan Brandicourt, Maïté Brugioni, Laurine Gonnard, Adrien Jean, Laurie Lecomte, Klervi Leuraud, Manon Longvixay, Lynda Saïbi-Yedjer, Josselin Réty, Natacha Tessier, Jean-Luc Volatier, Jessica Wermuth, Ohri Yamada

## Groupe d'experts

Un groupe d'experts sur les mesures environnementales et les pratiques agricoles a apporté son appui pendant la phase d'élaboration du protocole (2018 à 2021).

Membres : Carole Bedos, Mathilde Carra, Laurent Delière, Cyril Feidt, Maurice Millet, Bernadette Ruelle.

Un groupe de travail (GT) a validé les orientations méthodologiques, aidé à la rédaction et à l'interprétation des résultats et validé la rédaction des conclusions (2023 à 2025).

Membres : Carole Bedos, Rémi Béranger, Laurent Delière, Raphaëlle Teyssière, Ingrid Ruthy, Philippe Glorennec, Marine Lambert, Anne Mérot.

Le détail est disponible en Annexe 1.

## Partenaires

L'OQAI/CSTB (Olivier Ramalho) et l'EHESP/LERES (Barbara Le Bot, Fleur Chaumet, Gaëlle Raffy) ont contribué à la réalisation de l'enquête PestiRiv et ont aidé à l'interprétation des résultats.

## Remerciements

Nos remerciements vont à toutes les personnes qui ont contribué directement ou indirectement à la réalisation du volet poussières de l'étude PestiRiv. Nous remercions plus particulièrement les enquêteurs, les participants et les relecteurs de ce rapport. L'étude PestiRiv est réalisée avec le soutien financier de l'Office français de la Biodiversité (OFB) dans le cadre du plan Ecophyto 2+.

**Les résultats de l'étude PestiRiv sont présentés dans un rapport d'étude en trois tomes :**

- **Tome 0 : Matériels, méthodes et bilan de la collecte**
- **Tome 1 : Résultats des contaminations environnementales**
- **Tome 2 : Résultats d'imprégnation biologique**

**Ce rapport est accompagné d'un avis final porté conjointement par Santé publique France et l'Anses incluant les conclusions et les recommandations de leurs collectifs d'experts sur les résultats de cette étude.**

**Ce Tome 1b décrit la contamination des poussières.**

# Table des matières

<b>0</b>	<b>Préambule.....</b>	<b>17</b>
<b>1</b>	<b>Rappel du Tome 0 « Matériels, méthodes et bilan de la collecte » .....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>Contexte.....</b>	<b>19</b>
2.1	Statuts et usages des substances d'intérêt pour les poussières.....	19
2.2	Spécificités du contexte agricole en 2022.....	19
2.3	Spécificités de la matrice poussières.....	19
2.3.1	Rappel du protocole de collecte des poussières.....	19
2.3.2	Temps de séjour de la poussière dans le logement.....	20
2.3.3	Pesée et tamisage de la poussière.....	20
2.3.4	Analyses chimiques .....	20
2.4	Choix méthodologiques.....	21
2.4.1	Analyses qualitatives des métadonnées associées au recueil des échantillons de poussières.....	21
2.4.2	Analyses quantitatives des données de contamination.....	21
2.4.3	Modèles statistiques.....	22
2.4.4	Représentation graphique .....	22
<b>3</b>	<b>Bilan de la collecte des échantillons de poussières.....</b>	<b>23</b>
3.1	Bilan de la collecte en zones viticoles en période de traitement .....	23
3.1.1	Métadonnées associées au recueil des échantillons de poussières .....	23
3.1.2	Répartition spatiale et temporelle des échantillons de poussières.....	25
3.1.3	Traitement au laboratoire des échantillons.....	27
3.2	Bilan de la collecte en zones non viticoles en période de traitement .....	29
3.2.1	Métadonnées associées au recueil des échantillons de poussières .....	29
3.2.2	Répartition spatiale et temporelle des échantillons de poussières.....	31
3.2.3	Traitement au laboratoire des échantillons.....	32
3.3	Bilan de la collecte en zones viticoles en période hors traitement .....	34
3.3.1	Métadonnées associées au recueil des échantillons de poussières .....	34
3.3.2	Répartition spatiale et temporelle des échantillons de poussières.....	38
3.3.3	Traitement au laboratoire des échantillons.....	39
<b>4</b>	<b>Description des foyers et de leur environnement.....</b>	<b>41</b>
4.1	Caractéristiques des foyers .....	41
4.2	Données météorologiques des foyers .....	50
4.3	Environnement culturel des foyers .....	50
4.3.1	Méthode de construction des indicateurs associés à l'environnement culturel .....	50
4.3.2	Distance à la parcelle viticole la plus proche .....	51
4.3.3	Surface de la parcelle viticole la plus proche.....	52
4.3.4	Indicateurs spatialisés de niveau 1.....	52
4.3.5	Indicateurs spatialisés de niveau 2.....	54
4.3.6	Indicateurs spatialisés de niveau 3.....	62
4.3.7	Quantités annuelles de substance active .....	62
4.3.8	Densité des cultures autres que la vigne consommatrices de PPP .....	64

4.3.9	Part de surface de vignes et d'exploitations viticoles conduites en agriculture biologique.....	65
4.3.10	Type de matériel de pulvérisation.....	65
<b>5</b>	<b>Contamination des poussières .....</b>	<b>66</b>
5.1	Contamination en zones viticoles en période de traitement.....	66
5.1.1	Résultats par substance tous foyers confondus sur l'ensemble de la période de traitement .....	66
5.1.2	Distribution temporelle par substance tous foyers confondus .....	81
5.2	Contamination en zones non viticoles en période de traitement .....	81
5.2.1	Résultats par substance tous foyers confondus sur l'ensemble de la période de traitement .....	81
5.2.2	Distribution temporelle par substance tous foyers confondus .....	93
5.3	Contamination en zones viticoles en période hors traitement.....	94
5.3.1	Résultats par substance tous foyers confondus sur l'ensemble de la période hors traitement .....	94
5.3.2	Distribution temporelle par substance tous foyers confondus .....	107
<b>6</b>	<b>Comparaison des contaminations des poussières en période de traitement en zones viticoles et en zones non viticoles.....</b>	<b>108</b>
6.1	Analyses descriptives.....	108
6.1.1	Comparaison des FD, FQ, P50 et P95 .....	108
6.1.2	Comparaison graphique des distributions des concentrations dans les poussières.....	108
6.1.3	Caractérisation de l'effet de la zone viticole.....	110
6.2	Modèle de régression linéaire généralisé .....	114
6.2.1	Substances candidates au modèle.....	114
6.2.2	Variables candidates au modèle .....	114
6.2.3	Stratégie retenue pour le modèle .....	115
6.2.4	Conditions d'application des modèles .....	115
6.2.5	Résultats .....	115
<b>7</b>	<b>Identification des facteurs associés aux contaminations des poussières en zones viticoles en période de traitement.....</b>	<b>139</b>
7.1	Substances candidates au modèle.....	139
7.2	Variables candidates au modèle .....	139
7.3	Stratégie retenue pour le modèle GLM.....	140
7.4	Conditions d'application des modèles .....	140
7.5	Résultats .....	140
7.5.1	Illustration avec le facteur « quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m » .....	142
7.5.2	Autres facteurs associés à la « présence de vignes » .....	161
7.5.3	Autres facteurs (hors facteurs « présence de vignes »).....	172
<b>8</b>	<b>Comparaison des niveaux de contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement et en période hors traitement .....</b>	<b>176</b>
8.1	Analyses descriptives.....	176
8.1.1	Comparaison des FD, FQ, P50 et P95 .....	176
8.1.2	Caractérisation de l'effet de la période .....	176

8.2	Comparaison graphique des distributions et tests de comparaison des moyennes	180
8.3	Modèle mixte.....	183
8.3.1	Substances candidates au modèle.....	183
8.3.2	Variables candidates au modèle .....	184
8.3.3	Stratégie retenue pour le modèle .....	184
8.3.4	Conditions d'application des modèles .....	184
8.3.5	Résultats .....	184
<b>9</b>	<b>Discussion.....</b>	<b>188</b>
9.1	Ce que le protocole a permis de faire .....	188
9.2	Résultats principaux .....	188
9.2.1	Contamination des poussières .....	188
9.2.2	Comparaison de la contamination des poussières en période de traitement selon la zone (viticole ou non).....	190
9.2.3	Identification des facteurs associés aux contaminations des poussières en zones viticoles en période de traitement .....	191
9.2.4	Comparaison de la contamination des poussières en zones viticoles selon la période (traitement des vignes ou hors traitement).....	192
9.3	Mise en perspective des résultats avec la littérature.....	196
9.3.1	Revue bibliographiques récentes.....	196
9.3.2	Etude PestiPrev .....	197
9.3.3	Projet SIGEXPO.....	198
9.3.4	Étude néerlandaise sur l'exposition des riverains vivant à proximité des cultures de bulbes de fleurs (étude OBO).....	198
9.4	Limites et incertitudes.....	200
9.4.1	Limites .....	200
9.4.2	Incertitudes .....	201
9.4.3	Synthèse .....	203
9.5	Perspectives .....	204
<b>10</b>	<b>Liste des annexes .....</b>	<b>205</b>
	<b>Résumé .....</b>	<b>208</b>
	<b>Summary.....</b>	<b>209</b>



## Liste des tableaux

Tableau 1 : Parties du Tome 0 « Matériels, méthodes et bilan de la collecte » en lien avec le volet poussières. Pestiviv, France, 2021-2022.....	18
Tableau 2 : Métadonnées de prélèvement disponibles issues des 427 questionnaires disponibles sur les 449 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période de traitement. Pestiviv, France, 2021-2022. ....	24
Tableau 3 : Métadonnées de prélèvement fournies par le laboratoire pour les 449 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période de traitement. Pestiviv, France, 2021-2022.....	25
Tableau 4 : Répartition par région des 449 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période de traitement. Pestiviv, France, 2021-2022. ....	26
Tableau 5 : Nombre d'échantillons par filière analytique et résultats en termes de substances analysées pour les 449 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période de traitement. Pestiviv, France, 2021-2022. ....	28
Tableau 6 : Métadonnées de prélèvement disponibles issues des 104 questionnaires disponibles sur les 113 échantillons de poussières collectés en zones non viticoles en période de traitement. Pestiviv, France, 2021-2022.....	30
Tableau 7 : Métadonnées de prélèvement fournies par le laboratoire pour les 113 échantillons de poussières collectés en zones non viticoles en période de traitement. Pestiviv, France, 2021-2022.....	31
Tableau 8 : Répartition par région des 113 échantillons de poussières collectés en zones non viticoles en période de traitement. Pestiviv, France, 2021-2022. ....	31
Tableau 9 : Nombre d'échantillons par filière analytique et résultats en termes de substances analysées pour les 113 échantillons de poussières collectés en zones non viticoles en période de traitement. Pestiviv, France, 2021-2022.....	34
Tableau 10 : Métadonnées de prélèvement disponibles issues des 210 questionnaires disponibles sur les 228 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période hors traitement. Pestiviv, France, 2021-2022. ....	36
Tableau 11 : Métadonnées de prélèvement fournies par le laboratoire pour les 228 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période hors traitement. Pestiviv, France, 2021-2022.....	37
Tableau 12 : Répartition par région des 228 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période hors traitement. Pestiviv, France, 2021-2022. ....	38
Tableau 13 : Nombre d'échantillons par filière analytique et résultats en termes de substances analysées pour les 228 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période hors traitement. Pestiviv, France, 2021-2022. ....	40
Tableau 14 : Nombre de foyers représentés pour le volet poussières après application des poids de sondage selon la zone et la période. Pestiviv, France, 2021-2022. ....	41
Tableau 15 : Caractéristiques des foyers avec prélèvement de poussières (variables catégorielles ; résultats pondérés). Pestiviv, France, 2021-2022. ....	44
Tableau 16 : Caractéristiques des foyers avec prélèvement de poussières (variables continues ; résultats pondérés). Pestiviv, France, 2021-2022.....	49
Tableau 17 : Distance à la parcelle viticole la plus proche des foyers avec prélèvement de poussières (résultats pondérés). Pestiviv, France, 2021-2022.....	51
Tableau 18 : Densité de vignes (%) selon 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m (indicateurs spatialisés de niveau 1) des foyers avec prélèvement de poussières (résultats pondérés). Pestiviv, France, 2021-2022. ....	54
Tableau 19 : Nombre de foyers en zones viticoles avec prélèvement de poussières ayant des vignes présentes dans 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m (indicateurs spatialisés de niveau 1) (résultats pondérés). Pestiviv, France, 2021-2022. ....	54
Tableau 20 : Utilisation probable des 38 substances parmi les 47 substances recherchées sur les vignes localisées dans un cercle de rayon 1 000 m autour des foyers avec prélèvement de poussières en zones viticoles en période de traitement (résultats pondérés). Pestiviv, France, 2021-2022.....	57



Tableau 21 : Estimation des utilisations de 47* substances analysées dans les poussières et cohérence avec les approbations des substances actives phytopharmaceutiques au niveau européen. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	59
Tableau 22 : Part de foyers avec une utilisation probable en 2022 de substances actives dans les 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m autour des foyers concernés par le volet poussières (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	63
Tableau 23 : Densité de cultures autres que la vigne (%) selon 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m autour des foyers concernés par le volet poussières (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	64
Tableau 24 : Nombre de foyers concernés par le volet poussières selon la densité de cultures autres que la vigne (%) selon 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	65
Tableau 25 : Nombre de foyers représentés, limites analytiques, fréquences de détection et de quantification et concentrations (ng/g) des 48 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	67
Tableau 26 : Classement des 46 substances quantifiées en fonction de la fréquence de quantification parmi les 48 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	71
Tableau 27 : Nombre de substances détectées et quantifiées par foyer (sur 48 substances recherchées) pour les poussières en zones viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	72
Tableau 28 : Classement des 23 substances avec FD $\geq$ 50 % en fonction du P50 (ng/g) dans les poussières en zones viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	75
Tableau 29 : Classement des 40 substances avec FD $\geq$ 5 % en fonction du P95 (ng/g) dans les poussières en zones viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	76
Tableau 30 : Fréquence de détection et pourcentage de foyers avec une utilisation probable de la substance dans un cercle de rayon 1 000 m pour les 48 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	79
Tableau 31 : Nombre de foyers représentés, limites analytiques, fréquences de détection et de quantification et concentrations (ng/g) des 48 substances analysées dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	82
Tableau 32 : Classement des 41 substances quantifiées en fonction de la fréquence de quantification parmi les 48 substances analysées dans les échantillons de poussières collectés en zones non viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	86
Tableau 33 : Paramètres de distribution associés au nombre de substances détectées et au nombre de substances quantifiées par foyer pour les échantillons de poussières collectés en zones non viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	87
Tableau 34 : Classement des 18 substances avec FD $\geq$ 50 % en fonction du P50 (ng/g) dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	90
Tableau 35 : Classement des 36 substances avec FD $\geq$ 5 % en fonction du P95 (ng/g) dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	91
Tableau 36 : Nombre de foyers représentés, limites analytiques, fréquences de détection et de quantification et concentrations (ng/g) des 48 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	95
Tableau 37 : Classement des 46 substances quantifiées en fonction de la fréquence de quantification parmi les 48 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	99

Tableau 38 : Nombre de substances détectées et quantifiées par foyer (sur 48 substances recherchées) pour les poussières en zones viticoles en période hors traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.	100
Tableau 39 : Classement des 17 substances avec FD > 50 % en fonction du P50 (ng/g) dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.	103
Tableau 40 : Classement des 38 substances avec FD > 5 % en fonction du P50 (ng/g) dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.	104
Tableau 41 : Fréquence de détection et pourcentage de foyers avec une utilisation probable de la substance dans un cercle de rayon 1 000 m pour les 7 substances probablement utilisées au moins une fois en zones viticoles en période hors traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.	106
Tableau 42 : Comparaison de la contamination des poussières en période de traitement selon la zone : viticole ou non viticole – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet de la zone viticole à partir des analyses descriptives (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.	111
Tableau 43 : Comparaison de la contamination des poussières en période de traitement selon la zone : viticole ou non viticole – Plausibilité et force de l'effet de la zone viticole à partir des analyses descriptives (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.	112
Tableau 44 : Modèle de régression linéaire de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Liste des modèles testés conclusifs. PestiRiv, France, 2021-2022.	116
Tableau 45 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Synthèse des résultats pour les 17 substances avec une fréquence de quantification supérieure à 40 %. PestiRiv, France, 2021-2022.	135
Tableau 46 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet de l'environnement viticole. PestiRiv, France, 2021-2022.	137
Tableau 47 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Plausibilité et force de l'effet de l'environnement viticole. PestiRiv, France, 2021-2022.	138
Tableau 48 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement - Liste des modèles testés conclusifs. PestiRiv, France, 2021-2022.	141
Tableau 49 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet du facteur « quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m ». PestiRiv, France, 2021-2022.	159
Tableau 50 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Plausibilité et force de l'effet du facteur « quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m ». PestiRiv, France, 2021-2022.	160
Tableau 51 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières collectées en zones viticoles en période de traitement – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force du facteur « distance ». PestiRiv, France, 2021-2022.	161
Tableau 52 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières collectées en zones viticoles en période de traitement – Plausibilité et force de l'effet distance. PestiRiv, France, 2021-2022.	162
Tableau 53 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet du facteur « densité de vignes dans un cercle de rayon 500 m ». PestiRiv, France, 2021-2022.	163

Tableau 54 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Plausibilité et force de l'effet du facteur « densité de vignes dans un cercle de rayon 500 m ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	164
Tableau 55 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet du facteur « quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m et probablement dérivée vers le foyer ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	165
Tableau 56 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Plausibilité et force de l'effet du facteur « quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m et probablement dérivée vers le foyer ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	166
Tableau 57 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet du facteur « quantité annuelle de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	167
Tableau 58 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Plausibilité et force de l'effet du facteur « quantité annuelle de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	168
Tableau 59 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Plausibilité et force de l'effet des facteurs en lien la présence de vignes. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	169
Tableau 60 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet du facteur global « présence de vignes ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	170
Tableau 61 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Plausibilité et force de l'effet du facteur « présence de vignes ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	171
Tableau 62 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières collectées en zones viticoles en période de traitement – Synthèse des résultats par substance pour les variables explicatives d'intérêt (hors indicateurs spatialisés) (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	174
Tableau 63 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières collectées en zones viticoles en période de traitement – Synthèse générale des résultats pour les variables explicatives d'intérêt (hors indicateurs spatialisés) (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	175
Tableau 64 : Comparaison de la contamination des poussières en zones viticoles selon la période : période de traitement ou période hors traitement – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet de la période à partir des analyses descriptives (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	177
Tableau 65 : Comparaison de la contamination des poussières en zones viticoles selon la période : traitement ou hors traitement – Plausibilité et force de l'effet de la période à partir des analyses descriptives (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	178
Tableau 66 : Comparaison de la contamination des poussières en zones viticoles selon la période : période de traitement ou période hors traitement – Résultats des tests de Student (tests de comparaison des concentrations moyennes) (résultats sur données appariées pondérées). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	181
Tableau 67 : Modèle mixte de comparaison de la contamination des échantillons de poussières en zones viticoles selon la période : période de traitement ou période hors traitement – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet de la période. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	186
Tableau 68 : Modèle mixte de comparaison de la contamination des échantillons de poussières en zones viticoles selon la période : période de traitement ou période hors traitement – Plausibilité et force de l'effet de la période. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	186

Tableau 69 : Contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement et en période hors traitement et en zones non viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	190
Tableau 70 : Synthèse générale de la plausibilité et de la force des effets de la zone viticole et de la période principale de traitement des vignes sur la contamination des poussières. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	194

## Liste des figures

Figure 1 : Bilan des substances analysées dans les poussières. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	21
Figure 2 : Répartition temporelle des 449 enquêtes réalisées en zones viticoles en période de traitement pour lesquelles un échantillon de poussières a été collecté. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	27
Figure 3 : Répartition temporelle des 113 enquêtes réalisées en zones non viticoles en période de traitement pour lesquelles un échantillon de poussières a été collecté. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	32
Figure 4 : Répartition temporelle des 228 enquêtes réalisées en zones viticoles en période hors traitement pour lesquelles un échantillon de poussières a été collecté. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	39
Figure 5 : Répartition du nombre de foyers avec prélèvement de poussières par anneau de distance selon la distance à la parcelle viticole la plus proche (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	52
Figure 6 : Densité de vignes (%) selon 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m (indicateurs spatialisés de niveau 1) autour des foyers avec prélèvement de poussières (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	53
Figure 7 : Limites de détection et de quantification de 46 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	69
Figure 8 : Fréquences de détection et de quantification des 48 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	70
Figure 9 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement et dont la médiane est située dans le 1 <sup>er</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	72
Figure 10 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement et dont la médiane est située dans le 2 <sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	73
Figure 11 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement et dont la médiane est située dans le 3 <sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	73
Figure 12 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement et dont la médiane est située dans le 4 <sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	74
Figure 13 : Distribution temporelle des concentrations (ng/g) du glyphosate dans les poussières en zones viticoles en période de traitement (résultats pondérés ; N=37 988). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	81
Figure 14 : Limites de détection et de quantification de 46 substances analysées dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	84
Figure 15 : Fréquences de détection et de quantification des 48 substances analysées dans les poussières collectés en zones non viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	85

Figure 16 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement et dont la médiane se situe dans le 1 <sup>er</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.	87
Figure 17 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement et dont la médiane se situe dans le 2 <sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.	88
Figure 18 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement et dont la médiane se situe dans le 3 <sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.	88
Figure 19 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement et dont la médiane se situe dans le 4 <sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.	89
Figure 20 : Distribution temporelle des concentrations (ng/g) du glyphosate dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement (résultats pondérés ; N=9 711). PestiRiv, France, 2021-2022.	94
Figure 21 : Limites de détection et de quantification de 46 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.	97
Figure 22 : Fréquences de détection et de quantification des 48 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.	98
Figure 23 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement et dont la médiane se situe dans le 1 <sup>er</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.	100
Figure 24 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement et dont la médiane se situe dans le 2 <sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.	101
Figure 25 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement et dont la médiane se situe dans le 3 <sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.	101
Figure 26 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement et dont la médiane se situe dans le 4 <sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.	102
Figure 27 : Distribution temporelle des concentrations (ng/g) du glyphosate des poussières en zones viticoles en période hors traitement (résultats pondérés ; N=22 012). PestiRiv, France, 2021-2022.	107
Figure 28 : Comparaison des concentrations (ng/g) en métrafénone dans les poussières en période de traitement selon la zone : viticole ou non viticole (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.	109
Figure 29 : Comparaison des concentrations (ng/g) en boscalid dans les poussières en période de traitement selon la zone : viticole ou non viticole (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.	109
Figure 30 : Comparaison des concentrations (ng/g) en cuivre dans les poussières en période de traitement selon la zone : viticole ou non viticole (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.	110
Figure 31 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le cuivre (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.	118
Figure 32 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme	



de forest-plot pour le cuivre acido-soluble (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.	119
Figure 33 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le difénoconazole (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022...	120
Figure 34 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour l'azoxystrobine (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	121
Figure 35 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le diméthomorphe (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. .	122
Figure 36 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour l'amétoctradine (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	123
Figure 37 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le tébuconazole (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	124
Figure 38 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour la métrafénone (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	125
Figure 39 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le fosétyl-aluminium (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.	126
Figure 40 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le fluopicolide (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	127
Figure 41 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le fluopyrame (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	128
Figure 42 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le pyriméthanil (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	129
Figure 43 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le cyazofamide (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	130
Figure 44 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le cyprodinil (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	131
Figure 45 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le boscalid (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	132
Figure 46 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le glyphosate (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	133
Figure 47 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour la cyperméthrine (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ...	134
Figure 48 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le cuivre et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	143
Figure 49 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le folpel et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	144

Figure 50 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le difénoconazole et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	145
Figure 51 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le diméthomorphe et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	146
Figure 52 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour l'amétoctradine et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	147
Figure 53 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le tébuconazole et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	148
Figure 54 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour la métrafénone et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	149
Figure 55 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le fosétyl-aluminium et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	150
Figure 56 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le fluopicolide et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	151
Figure 57 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le fluopyrame et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	152
Figure 58 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le pyriméthanil et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	153
Figure 59 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le cyazofamide et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	154
Figure 60 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le cyprodinil et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	155
Figure 61 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le boscalid et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	156
Figure 62 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le glyphosate et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	157
Figure 63 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour la cyperméthrine et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.....	158



Figure 64 : Comparaison des concentrations (ng/g) en fosétyl-aluminium dans les poussières en zones viticoles selon la période : période de traitement ou période hors traitement (résultats appariés pondérés ; N=22 055). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	182
Figure 65 : Comparaison des concentrations (ng/g) en glyphosate dans les poussières en zones viticoles selon la période : période de traitement ou période hors traitement (résultats appariés pondérés ; N=22 055). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	182
Figure 66 : Comparaison des concentrations (ng/g) en cuivre dans les poussières en zones viticoles selon la période : période de traitement ou période hors traitement (résultats appariés pondérés ; N=21 708). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	183
Figure 67 : Modèle mixte de la contamination des échantillons de poussières en zones viticoles selon la période : période de traitement ou période hors traitement – Résultats pour l'ensemble des substances (résultats appariés pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	185

## Abréviations

Agreste	Statistiques agricoles de référence du ministère en charge de l'agriculture et de l'alimentation
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARA	Auvergne-Rhône-Alpes
BFC	Bourgogne-Franche-Comté
BNVD	Banque nationale des ventes de produits phytopharmaceutiques par les distributeurs agréés
CPF Agro	Solution développée par le service AGRO de Météo France pour modéliser spatialement des données météorologiques quotidiennes
CVI	Casier viticole informatisé
CSTB	Centre scientifique et technique du bâtiment
EHESP	Ecole des hautes études en santé publique, Rennes
GE	Grand Est
GLM	Modèle de régression linéaire généralisé
GT	Groupe de travail
IC	Intervalle de confiance (%)
IC95	Intervalle de confiance avec un niveau de confiance de 95 %
IFT	Indicateur de fréquence de traitement
INRAE	Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
LERES	Laboratoire d'étude et de recherche en environnement et santé de l'EHESP
LD	Limite de détection
LQ	Limite de quantification
NA	Nouvelle-Aquitaine
OCC	Occitanie
ODR	Observatoire du développement rural
OQAI	Observatoire de la qualité de l'air Intérieur
p%	Points de pourcentage
PACA	Provence-Alpes-Côte d'Azur
PPP	Produit phytopharmaceutique
QSA	Quantité de substance active
RPG	Registre parcellaire graphique
SpFrance	Santé publique France
VIF	Facteur d'inflation de la variance

## Glossaire

Poussières	Poussières domestiques déposées au sol et collectées par les participants à l'intérieur de leur logement pendant la durée d'enquête avec un aspirateur.
Période de traitement	Période du 14 mars 2022 au 6 septembre 2022 pour les foyers de zones viticoles et période du 14 mars 2022 au 20 septembre 2022 pour les foyers de zones non viticoles.
Période hors traitement	Période du 30 octobre 2021 au 28 février 2022 pour les foyers de zones viticoles.
Durée d'enquête	Période comprise entre les dates de visite 1 et de visite 2 des enquêteurs Ipsos.
Données censurées à gauche	Résultats d'analyse fournis par le laboratoire qui sont inférieurs à la limite de détection (LD).
Taux de censure	Seuil au-delà duquel le nombre de données quantifiées est jugé insuffisant pour réaliser des modélisations statistiques : taux de censure à 60 % retenu (correspondant à une fréquence de quantification de 40 %).
Intervalle de confiance (IC)	Intervalle de confiance à 95 % (IC95) est l'intervalle dans lequel un paramètre se situe avec une probabilité (ou un niveau de confiance) de 95 %.

# 0 PREAMBULE

**Le Tome 1b décrit la contamination des poussières par les pesticides** pour répondre aux objectifs suivants :

- déterminer si les contaminations des poussières des logements localisés en zones viticoles sont plus élevées qu'en zones non viticoles ;
- identifier les facteurs associés à la contamination des poussières des logements en zones viticoles en lien avec la présence de ces cultures ;
- étudier l'effet de la distance entre les logements et les parcelles de vignes sur la contamination des poussières ;
- décrire la variation de la contamination des poussières des logements en zones viticoles entre la période de traitement des vignes et la période hors traitement.

**Ce rapport se décompose en plusieurs parties :**

- la 1<sup>ère</sup> partie rappelle les paragraphes du Tome 0 « Matériels, méthodes et bilan de la collecte » qui concernent le volet poussières ;
- la 2<sup>ème</sup> partie précise le **contexte général** (usages autorisés pour les substances d'intérêt, spécificités du contexte agricole de l'année 2022 et de la matrice poussières) et rappelle quelques choix méthodologiques ;
- la 3<sup>ème</sup> partie présente le **bilan de la collecte des échantillons de poussières** pour chaque {zone;période} étudiée :
  - o zones viticoles en période de traitement ;
  - o zones non viticoles en période de traitement ;
  - o zones viticoles en période hors traitement.
- la 4<sup>ème</sup> partie **décrit les foyers** pour lesquels des prélèvements de poussières ont été réalisés ;
- la 5<sup>ème</sup> partie décrit la **contamination des poussières** pour chaque {zone;période} étudiée (description globale pour tous les foyers confondus sur l'ensemble de la période) ;
- les 6<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> parties ont pour objectif d'apporter des **éléments de réponses aux objectifs** de l'étude listés ci-dessus, *via* des analyses descriptives et des modèles statistiques ;
- la 9<sup>ème</sup> partie propose une **discussion** :
  - o résultats principaux ;
  - o limites et incertitudes de l'étude ;
  - o comparaison avec les données de la littérature ;
  - o perspectives.

# 1 RAPPEL DU TOME 0 « MATÉRIELS, MÉTHODES ET BILAN DE LA COLLECTE »

Le Tableau 1 liste les parties du Tome 0 « Matériels, méthodes et bilan de la collecte » qui traitent du volet poussières.

**Tableau 1 : Parties du Tome 0 « Matériels, méthodes et bilan de la collecte » en lien avec le volet poussières. PestiRiv, France, 2021-2022.**

<b>Tome 0</b>	<b>Sujet présenté</b>
3.1 Intervenants de l'étude	Partenaires et prestataires qui ont participé au volet poussières
3.2 Comitologie	Groupes d'experts qui ont participé à l'élaboration du protocole et à l'exploitation des résultats pour le volet poussières
4.4.2 Taille de l'échantillon	Taille de l'échantillon prévu pour le volet poussières
4.4.4.2 Échantillonnage pour les mesures de poussières et d'air intérieur	Stratégie d'échantillonnage pour le volet poussières
4.5.4.2 Collecte des poussières	Matériel de prélèvement et gestion des échantillons
4.5.5 Données de pratiques agricoles	Méthode globale de caractérisation des pratiques agricoles et présentation de l'enquête auprès des représentants viticoles
4.6 Sélection des substances recherchées dans PestiRiv	Méthode de sélection des substances priorisées pour PestiRiv
5.2.2.1 Recueil des échantillons de poussières	Bilan de la collecte des échantillons de poussières
6.2.2 Méthodes de traitement et d'analyse des échantillons de poussières	/
7.2.2.1 Analyses statistiques réalisées pour les mesures de poussières	/
7.3 Procédure de construction des modèles statistiques	/
7.4.2 Traitement des données censurées	/
7.5.2 Indicateurs spatialisés liés aux pratiques agricoles	Présentation des différents niveaux des indicateurs spatialisés
7.5.3 Paramètres contextuels liés à l'environnement des foyers	/
9. Limites et incertitudes	/
Annexe 1 : Compositions des collectifs d'experts externes mobilisés par Santé publique France et l'Anses dans le cadre de PestiRiv	Détail des groupes d'experts qui ont participé à l'élaboration du protocole et à l'exploitation des résultats pour le volet air ambiant
Annexe 3 : Caractéristiques du matériel de prélèvement des échantillons environnementaux	Caractéristiques du matériel de prélèvement utilisé pour les échantillons de poussières
Annexe 4 : Description des bases de données existantes utilisées pour la construction de l'indicateur spatialisé lié aux pratiques agricoles	/
Annexe 6 : Sélection des substances mesurées dans les matrices environnementales	Sélection des substances mesurées dans les poussières
Annexe 8 : Méthodes de traitement et d'analyse des échantillons environnementaux	Méthodes de traitement et d'analyse des échantillons de poussières
Annexe 11 : Variables utilisées pour les calculs des poids de sondage pour les ménages poussières et air intérieur	/
Annexe 12 : Calculs des poids de sondage pour les ménages poussières et air intérieur	/
Annexe 14 : Liste des indicateurs construits pour l'analyse des données environnementales	Liste des indicateurs construits pour le volet poussières
Annexe 15 : Construction des indicateurs	/
Annexe 16 : Construction des indicateurs de contexte agricole	/

## 2 CONTEXTE

### 2.1 Statuts et usages des substances d'intérêt pour les poussières

L'Annexe 2 présente le détail des statuts et usages autorisés pour les 48 substances analysées dans les poussières (produit phytopharmaceutique (PPP), biocides et médicaments vétérinaires).

Parmi les 48 substances analysées dans les poussières, 30, 11 et 7 substances ont respectivement une fonction fongicide, insecticide et herbicide.

Lors de l'enquête, cinq substances actives sont interdites en tant que PPP avec une date de fin d'utilisation antérieure au début de la campagne de terrain (30/10/2021) (bêta-cyfluthine, chlorpyrifos-méthyl, quinoxyfène, thiaméthoxame et triadiménol). Parmi les substances autorisées en tant que PPP :

- 2 substances (acrinathrine, iprovalicarbe) sont spécifiques de la vigne ;
- 1 substance (carbétamide) est utilisée sur de multiples cultures mais pas sur la vigne ;
- les autres substances sont utilisées sur de multiples cultures, dont la vigne.

### 2.2 Spécificités du contexte agricole en 2022

Au moment de la rédaction du rapport (fin 2024), l'année 2022 est à la fois l'année la plus chaude jamais enregistrée en France depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle (+ 1,5 °C sur les dix premiers mois de l'année par rapport aux normales saisonnières sur la période 1991-2020), en particulier à partir du mois de mai. C'est aussi l'une des années les moins pluvieuses et les moins humides, avec un déficit de précipitations de 30 % par rapport aux normales. Aucune région n'a été épargnée par le déficit hydrique et l'excédent thermique<sup>1</sup>.

L'Indicateur de fréquence de traitement (IFT) défini au niveau national à partir de l'enquête sur les pratiques culturales en viticulture de 2019 du ministère de l'agriculture ne permet pas de décrire le contexte agricole en 2022, d'autant plus que la situation météorologique en 2022 est particulière<sup>2</sup>. En revanche, le bilan de la campagne 2022 de la filière viticulture du réseau DEPHY FERME<sup>3</sup> indique que les faibles pluviométrie et humidité ont fortement réduit la pression des maladies fongiques, et notamment du mildiou, dans presque tous les bassins viticoles. Ainsi, l'IFT 2022 du réseau DEPHY FERME viticulture est inférieur à ceux enregistrés pour les années 2018 à 2021.

### 2.3 Spécificités des poussières

#### 2.3.1 Rappel du protocole de collecte des poussières

Le protocole de collecte des poussières est détaillé au paragraphe 4.5.4.2 du Tome 0.

Pour rappel, la collecte des poussières dans les logements est réalisée par les membres des foyers eux-mêmes tout au long de la durée d'enquête à leur domicile (14 jours en théorie entre la 1<sup>ère</sup> visite et la 2<sup>ème</sup> visite de l'enquêteur) :

---

<sup>1</sup> [https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/BilanConj2022/Bilan\\_conjoncturel\\_2022.pdf](https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/BilanConj2022/Bilan_conjoncturel_2022.pdf)

<sup>2</sup> Printemps de l'année 2019 pluvieux, avec une forte pression fongique.

<sup>3</sup> [https://ecophytopic.fr/sites/default/files/2023-06/Viticulture\\_Bilan%20de%20Campagne%202022.pdf](https://ecophytopic.fr/sites/default/files/2023-06/Viticulture_Bilan%20de%20Campagne%202022.pdf)

- **si le ménage utilise un aspirateur avec sac**, l'enquêteur installe lors de la 1<sup>ère</sup> visite un nouveau sac d'aspirateur fourni par le ménage ou un sac universel en papier non traité ;
- **si le ménage utilise un aspirateur sans sac**, l'enquêteur vide lors de la 1<sup>ère</sup> visite le bac de l'aspirateur et nettoie les parois du bac pour enlever la poussière résiduelle.

Lors de la 2<sup>ème</sup> visite, l'enquêteur récupère les échantillons de poussières (sac d'aspirateur ou contenu du bac de l'aspirateur sans sac) et les dispose dans un sachet plastique aluminisé semi-opaque refermable.

Les consignes adressées à l'occupant sont de passer l'aspirateur au moins une fois par semaine dans les pièces de vie du logement, de ne pas aspirer les poussières du garage ou de la cave, ni les cendres de cheminée ou l'habitacle de voiture, ou encore les déversements accidentels.

### 2.3.2 Temps de séjour de la poussière dans le logement

La poussière du logement est un échantillon à partir du moment où elle est séparée de son environnement. Dans le cadre de PestiRiv, cela correspond donc au moment où elle est extraite de l'aspirateur du foyer.

De façon générale, le temps de séjour préalable de la poussière dans le logement ou dans un aspirateur n'est pas connu et peut difficilement être contrôlé. Pour l'interprétation des résultats de l'étude, l'hypothèse suivante est formulée : les habitudes d'aspiration des participants restent identiques pendant la durée d'enquête, en aspirant la poussière aux endroits habituels. La poussière collectée correspondrait donc principalement à de la poussière apparue dans le logement depuis le dernier passage de l'aspirateur, et moins à de la poussière « accumulée » sur une longue période.

À noter que la poussière, qu'elle soit au sol ou stockée dans l'aspirateur (sac ou bac collecteur), est soumise à différents phénomènes qui peuvent venir altérer sa composition (photodégradation, biodégradation, volatilisation, etc.). La concentration dans la poussière des substances les plus sensibles aux phénomènes d'altération/de dégradation pourrait donc décroître avec le temps de séjour et la fréquence de nettoyage. La concentration est également influencée par le traitement de PPP sur les cultures agricoles, par l'utilisation de pesticides par les participants eux-mêmes au sein du logement ou par l'émission des substances présentes dans les matériaux de construction ou dans les peintures par exemple.

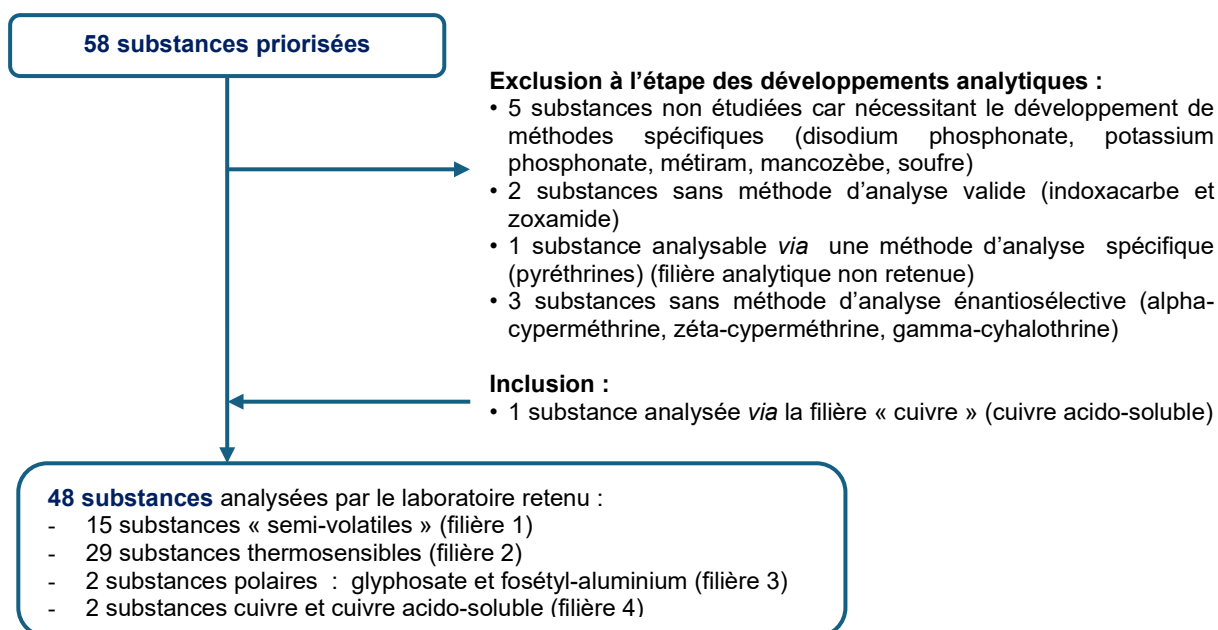
### 2.3.3 Pesée et tamisage de la poussière

Les spécificités de la matrice poussières en lien avec la pesée et le tamisage et pouvant impacter l'interprétation des résultats sont détaillées en Annexe 3.

### 2.3.4 Analyses chimiques

Le laboratoire d'analyses a fourni les résultats d'analyse pour 48 substances parmi 58 substances priorisées en zones viticoles (cf. Figure 1 et Annexe 6 du Tome 0). Les analyses ont été conduites selon 4 filières : les substances « semi-volatiles » (filière 1), les substances thermosensibles (filière 2), les substances polaires (filière 3) et le cuivre (filière 4).





**Figure 1 : Bilan des substances analysées dans les poussières. PestiRiv, France, 2021-2022.**

L'Annexe 4 détaille les spécificités notables en termes d'analyse chimique de quelques substances, notamment pour le fosétyl-aluminium, le glyphosate, le folpel, le cuivre et le cuivre acido-soluble.

## 2.4 Choix méthodologiques

### 2.4.1 Analyses qualitatives des métadonnées associées au recueil des échantillons de poussières

Les métadonnées associées au recueil des échantillons de poussières issues des questionnaires administrés par l'enquêteur Ipsos lors des visites à domicile et celles fournies par le laboratoire (observations à la réception) sont complémentaires. Des incohérences peuvent ponctuellement être relevées entre les deux sources de données, du fait notamment d'anomalies au niveau des questionnaires Ipsos qui n'ont pas pu être résolues en cours de terrain et/ou *a posteriori*.

Ainsi, lorsqu'une même information (mode de collecte par exemple) est disponible *via* les deux sources de données, celles fournies par le laboratoire sont utilisées en priorité, car considérées comme plus robustes.

### 2.4.2 Analyses quantitatives des données de contamination

Pour chaque combinaison {zone;période} :

Les données de contamination sont décrites en termes de fréquences de détection (FD), fréquences de quantification (FQ) et paramètres de distribution de la concentration : valeur minimale ( $C_{\min}$ ), 5<sup>ème</sup> centile (P5), 25<sup>ème</sup> centile (P25), 50<sup>ème</sup> centile ou concentration médiane (P50), 75<sup>ème</sup> centile (P75), 95<sup>ème</sup> centile (P95) et valeur maximale ( $C_{\max}$ ).<sup>4</sup> Les résultats sont présentés par substance pour toute la période d'intérêt pour tous les foyers. Des descriptions intégrant l'aspect temporel sont également présentées par substance.

<sup>4</sup> À noter que chaque substance a une masse molaire spécifique. Ainsi, une concentration en masse (ng/g) supérieure n'implique pas nécessairement un nombre de molécules plus important par gramme de poussière. De plus, l'effet de la masse molaire se traduit sur la pression de vapeur et donc sur le coefficient de partage gaz/poussières notamment.

### Imputation des données censurées à gauche

Les paramètres de distribution des concentrations sont d'abord présentés avant application d'un scénario de gestion des données censurées à gauche.

Les paramètres de distribution des concentrations sont ensuite présentés après application d'un scénario de gestion des données censurées à gauche pour faciliter les représentations graphiques. Il s'agit du scénario dit « **UB\_Machine** » :

- si la substance est non détectée, utilisation de la valeur limite de détection (LD) ;
- si la concentration est comprise entre la LD et la limite de quantification (LQ), utilisation de la valeur indicative fournie par le laboratoire (valeur machine).

En conséquence, la distribution peut être surestimée, d'autant plus lorsque la fréquence de détection est faible.

### 2.4.3 Modèles statistiques

Comme explicité au paragraphe 7.4.2 du Tome 0, pour les modélisations statistiques :

- seules les substances recherchées dans les poussières dont le taux de censure est inférieur à 60 % (soit FQ > 40 %) pourront être utilisées dans les modélisations ;
- les mesures de concentrations dans les poussières censurées à gauche sont gérées par l'application du scénario dit « **UB\_Machine** » présenté ci-dessus.

Le seuil de significativité (valeur-p) retenu pour les modélisations statistiques est 0,05 (5 %).

### 2.4.4 Représentation graphique

Les graphiques décrivant les données de contamination (boîtes à moustache dites « box-plot », nuages de point) utilisent majoritairement l'échelle log10 pour optimiser la représentation. Toutefois, il est nécessaire d'être vigilant au moment de l'interprétation de ces graphiques car ce type de présentation rend difficile la visualisation des concentrations extrêmes.

Le corps du Tome 1 présente uniquement les graphiques principaux et l'ensemble des graphiques sont disponibles en Annexes.

# 3 BILAN DE LA COLLECTE DES ECHANTILLONS DE POUSSIÈRES

## 3.1 Bilan de la collecte en zones viticoles en période de traitement

### Avertissement

Cette partie présente le bilan qualitatif sans pondération des 449 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période de traitement et réceptionnés par le laboratoire.

### 3.1.1 Métadonnées associées au recueil des échantillons de poussières

#### Données issues des questionnaires

Les 449 échantillons collectés chez les foyers localisés en zones viticoles en période de traitement et réceptionnés par le laboratoire ont été identifiés avec certitude dans plus de 99,5 % des cas. Les données issues des questionnaires posés aux participants en lien avec la collecte des poussières sont complètes et cohérentes pour 425 (95 %) des 449 échantillons. Les anomalies relevées sur les données des questionnaires des 24 foyers restants (5 %) ne remettent pas en question l'exploitation des résultats de contamination fournis par le laboratoire.

Ces métadonnées sont présentées dans le Tableau 2. D'après les questionnaires, la collecte d'un échantillon de poussières est confirmée par les enquêteurs Ipsos pour 427 des 449 foyers (95 %). La répartition de ces 427 échantillons de poussières selon le mode de collecte est la suivante :

- 164 échantillons (38 %) collectés avec un aspirateur sans sac avec sachet mis à disposition de l'occupant ;
- 95 échantillons (22 %) collectés avec un aspirateur sans sac sans sachet mis à disposition de l'occupant ;
- 136 échantillons (32 %) collectés avec un aspirateur équipé d'un nouveau sac du ménage ;
- 32 échantillons (8 %) collectés avec un aspirateur équipé d'un nouveau sac générique en papier fourni par l'enquêteur Ipsos.

Parmi les 427 foyers, 405 (95 %) ont passé l'aspirateur plus d'une fois pendant la durée de l'enquête, et 42 (10 %) ont aspiré des poussières « particulières » comme des poussières de cheminée, poêle ou barbecue, de véhicules, de travaux ou issues de déversements accidentels. 415 des 427 foyers (97 %) n'utilisent aucun dispositif pour désodoriser ou appliquer un traitement anti-acarien dans l'aspirateur.

**Tableau 2 : Métadonnées de prélèvement disponibles issues des 427 questionnaires disponibles sur les 449 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Variables (questionnaire de la visite 2)	Modalités	N	%
<b>Mode de collecte</b>	Aspirateur sans sac avec sac	164	38,4
	Aspirateur sans sac sans sac	95	22,2
	Aspirateur avec nouveau sac ménage	136	31,9
	Aspirateur avec sac générique	32	7,5
	TOTAL	427	100
<b>Fréquence du passage de l'aspirateur pendant la période d'enquête</b>	Une fois	15	3,5
	Plus d'une fois	405	94,8
	Non renseigné	6	1,4
	Ne sais pas	1	0,2
	TOTAL	427	100
<b>Type de poussières aspirées pendant la période d'enquête</b>			
Aspiration des poussières de cheminée, poêle ou barbecue	Oui	9	2,1
	Non	418	97,9
	TOTAL	427	100
Aspiration des poussières de voiture ou autre véhicule	Oui	8	1,9
	Non	419	98,1
	TOTAL	427	100
Aspiration des poussières de travaux (sciure, plâtre, débris divers)	Oui	9	2,1
	Non	418	97,9
	TOTAL	427	100
Aspiration des déversements accidentels (farine, terre, etc.)	Oui	18	4,2
	Non	409	95,8
	TOTAL	427	100
Aucune de ces propositions	Oui	385	90,2
	Non	42	9,8
	TOTAL	427	100
<b>Utilisation de désodorisants et/ou des traitements anti-acariens dans l'aspirateur</b>			
Utilisation de sacs d'aspirateur prétraités	Oui	3	0,7
	Non	424	99,3
	TOTAL	427	100
Ajouts sous forme de billes, granulés ou bâtonnets	Oui	4	0,9
	Non	423	99,1
	TOTAL	427	100
Autres (huiles essentielles)	Oui	2	0,5
	Non	425	99,5
	TOTAL	427	100
Aucun dispositif en particulier	Oui	12	2,8
	Non	415	97,2
	TOTAL	427	100

### Données fournies par le laboratoire

Les métadonnées fournies par le laboratoire d'analyse sont renseignées dans le Tableau 3 pour les 449 échantillons de poussières réceptionnés.

La répartition de ces 449 échantillons de poussières selon le mode de collecte est la suivante :

- 289 échantillons (64 %) de poussières libres (théoriquement collectées avec un aspirateur sans sac) ;
- 160 échantillons (36 %) de poussières collectées dans un sac aspirateur.

Parmi les 449 échantillons, le sachet aluminisé refermable (Ziplock) contenant l'échantillon était réceptionné ouvert pour 14 échantillons (3 %). Le 1<sup>er</sup> contenant au contact de l'échantillon était le sachet Ziplock pour 438 échantillons (97,6 %). Les 11 échantillons restants étaient dans un sac plastique (6 ; 1,3 %), un sac plastique de congélation (3 ; 0,7 %) ou dans un carton (2 ; 0,4 %). Ainsi, le conditionnement à réception a été jugé conforme pour 427 échantillons (95 %) et douteux (avec dégradation et/ou contamination potentielles ou avec un doute sur l'intégrité de l'échantillon non caractérisé) pour 22 échantillons (5 %).

443 échantillons (99 %) sur les 449 ont fait l'objet d'un commentaire sur les particularités de la poussière collectée : la présence de cheveux, de poils non spécifiques, de moutons de poussières, d'éléments issus d'animaux, d'éléments végétaux, d'éléments minéraux et/ou d'éléments synthétiques a été notée et concerne entre 22 (5 %) et 268 (60 %) échantillons selon la catégorie.

**Tableau 3 : Métadonnées de prélèvement fournies par le laboratoire pour les 449 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Variables (laboratoire)	Modalités	N	%
<b>Echantillon avec ou sans sac aspirateur</b>	Poussières libres	289	64,4
	Poussières - sac aspirateur	160	35,6
	TOTAL	449	100
<b>Etat du contenant de l'échantillon poussières à réception</b>	Correct	435	96,9
	Ouvert	14	3,1
	TOTAL	449	100
<b>Type du 1<sup>er</sup> contenant au contact de l'échantillon</b>	Sachet aluminisé Ziplock	438	97,6
	Sac poubelle	0	0,0
	Sac plastique	6	1,3
	Sac plastique congélation	3	0,7
	Carton	2	0,4
	TOTAL	449	100
<b>Code qualité associée au conditionnement de l'échantillon</b>	Conforme (A)	427	95,1
	Doute avec contamination potentielle (W+)	10	2,2
	Doute avec dégradation potentielle (W-)	7	1,6
	Doute avec contamination et dégradation potentielles ou doute non caractérisé (W)	5	1,1
	Invalidé (I)	0	0,0
	TOTAL	449	100
<b>Présence de cheveux</b>		238	53,0
<b>Présence de poils non spécifiques</b>		84	18,7
<b>Présence de moutons de poussières</b>		268	59,7
<b>Présence d'éléments issus d'animaux</b>		75	16,7
<b>Présence d'éléments végétaux</b>		90	20,0
<b>Présence d'éléments minéraux</b>		100	22,3
<b>Présence d'éléments synthétiques</b>		22	4,9

### 3.1.2 Répartition spatiale et temporelle des échantillons de poussières

## **Répartition spatiale**

Le Tableau 4 décrit la répartition par région des 449 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période de traitement. En cohérence avec l'enquête PestiRiv globale, l'objectif pour le volet poussières a été atteint à hauteur de 94 %, mais des disparités sont relevées selon les régions, avec des objectifs non atteints pour les régions d'Auvergne-Rhône-Alpes et Bourgogne-Franche-Comté (-11 %), Grand Est (-16 %), Occitanie (-9 %) et Provenances-Alpes-Côte d'Azur (-24 %) mais dépassés pour la région Nouvelle-Aquitaine (+12 %).

**Tableau 4 : Répartition par région des 449 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Région	Objectif		Collecte		Ecart par rapport à l'objectif (%)
	Effectif	Répartition (%)	Effectif	Répartition (%)	
Auvergne-Rhône-Alpes & Bourgogne-Franche-Comté	66	14	58	13	-11
Grand Est	97	20	81	18	-16
Nouvelle-Aquitaine	156	33	175	39	12
Occitanie	80	17	73	16	-9
Provence-Alpes-Côte d'Azur	81	17	62	14	-24
<b>TOTAL</b>	<b>480</b>	<b>100</b>	<b>449</b>	<b>100</b>	<b>-6</b>

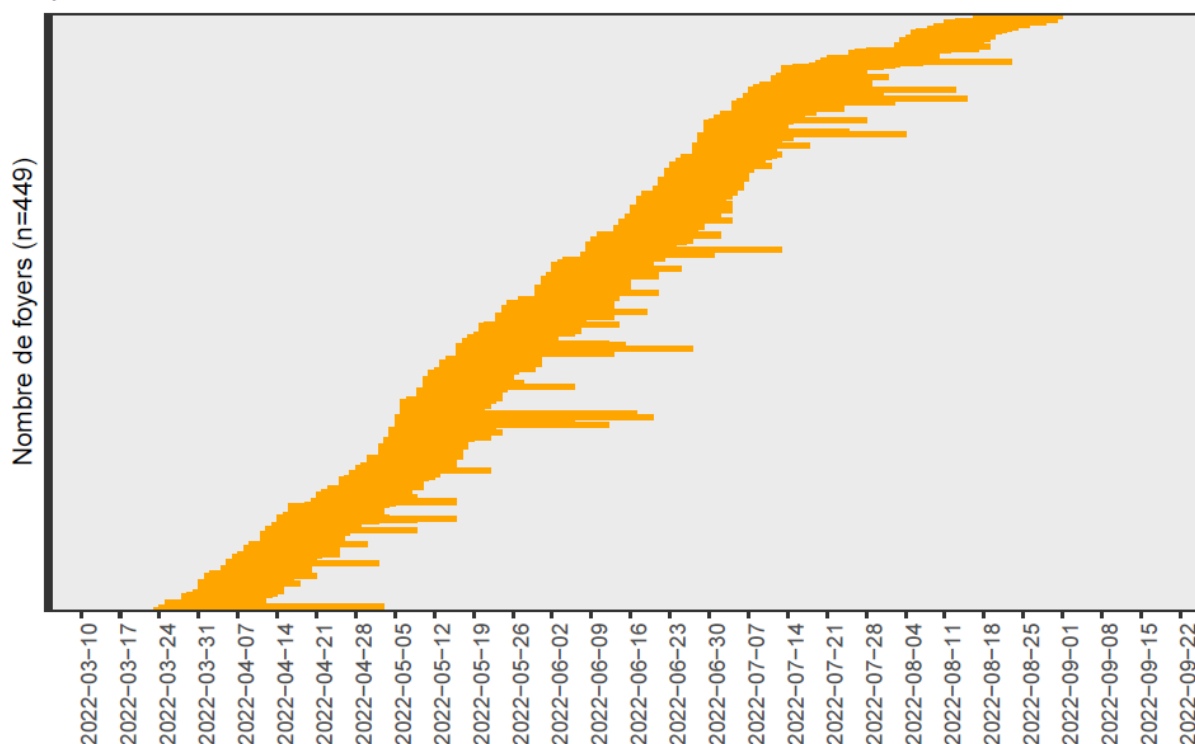
## **Répartition temporelle**

La Figure 2 présente la répartition temporelle des 449 enquêtes réalisées en période de traitement pour lesquelles un échantillon de poussières a été collecté (1 ligne = 1 foyer). En complément, l'Annexe 5 détaille le nombre de foyers ayant réalisé le prélèvement de poussières par semaine et le nombre de foyers avec échantillons de poussières réceptionnés selon la durée d'enquête.

La couverture de la période de traitement en zones viticoles (14/03/2022 au 06/09/2022) est jugée satisfaisante.

La durée d'enquête est comprise entre 14<sup>5</sup> et 19 jours pour 405 (90 %) des 449 foyers. Pour les 44 foyers (10 %) restants, elle est comprise entre 20 et 46 jours.

<sup>5</sup> Pour rappel, la durée d'enquête théorique prévue par le protocole est de 14 jours.



**Figure 2 : Répartition temporelle des 449 enquêtes réalisées en zones viticoles en période de traitement pour lesquelles un échantillon de poussières a été collecté. PestiRiv, France, 2021-2022.**

L'Annexe 6 décrit la répartition temporelle par région des prélèvements de poussières réalisés en zones viticoles en période de traitement.

### 3.1.3 Traitement au laboratoire des échantillons

#### Délais et dates de réception au laboratoire

Le délai entre la date de collecte de l'échantillon et la date de réception de l'échantillon au laboratoire est compris :

- entre 0 et 6 jours pour 134 échantillons (30 %) (respect du protocole) ;
- entre 7 et 14 jours pour 214 échantillons (48 %) ;
- entre 15 et 97 jours pour 101 échantillons (22 %).

Les durées supérieures à 7 jours s'expliquent principalement par un délai d'envoi des échantillons de poussières supérieur à la consigne. Avant envoi, les échantillons sont stockés à température ambiante et à l'abri de la lumière.

L'Annexe 7 présente le nombre d'échantillons réceptionnés par semaine par le laboratoire.

#### Tamissage et pesée

Les 449 échantillons réceptionnés par le laboratoire ont été tamisés. Les paramètres de distribution du délai entre la date de réception et la date de tamissage et des masses brutes, tamisées et stockées sont détaillés en Annexe 8.



Sur les 449 échantillons tamisés, la masse de poussières tamisées analysables est suffisante pour mettre en œuvre :

- les 4 filières analytiques pour 414 échantillons (92,1 %) ;
- 3 des 4 filières analytiques pour 7 échantillons (1,6 %) ;
- 2 des 4 filières analytiques pour 14 échantillons (3,1 %) ;
- 1 des 4 filières analytiques pour 7 échantillons (1,6 %) ;
- aucune des 4 filières analytiques pour 7 échantillons (1,6 %).

### **Mise en œuvre des filières analytiques**

L'Annexe 9 décrit, pour chaque filière analytique, le nombre d'échantillons extraits et analysés par le laboratoire par semaine ainsi que les paramètres de distribution associés aux délais entre chaque étape (tamisage, extraction et analyse).

Le Tableau 5 résume pour chaque filière analytique le nombre d'échantillons pour lesquels :

- la filière a pu être mise en œuvre ;
- les résultats analytiques ont été rendus pour tout ou partie des substances de la filière.

Ainsi, au total, il y a donc 84 filières non réalisées sur les 1796 (449\*4) attendues (soit 4,7 %). Les résultats analytiques sont rendus pour toutes les substances des filières 1, 2, 3 et 4 pour respectivement 415 échantillons (92 %), 303 échantillons (68 %), 424 échantillons (94 %) et 425 échantillons (95 %).

**Tableau 5 : Nombre d'échantillons par filière analytique et résultats en termes de substances analysées pour les 449 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Filière analytique		Mise en œuvre et résultats	Nombre échantillons	
N°	Nom		N	%
1	Substances semi-volatiles	<b>Filière mise en œuvre</b>	428	95,3
		<i>Résultats rendus pour toutes les substances de la filière</i>	415	92,4
		<i>Résultats absents pour au moins une substance de la filière</i>	13	2,9
		<b>Filière non mise en œuvre</b>	21	4,7
		<b>TOTAL</b>	449	100
2	Substances thermosensibles	<b>Filière mise en œuvre</b>	424	94,4
		<i>Résultats rendus pour toutes les substances de la filière</i>	303	67,5
		<i>Résultats absents pour au moins une substance de la filière</i>	121	26,9
		<b>Filière non mise en œuvre</b>	25	5,6
		<b>TOTAL</b>	449	100
3	Substances polaires	<b>Filière mise en œuvre</b>	434	96,7
		<i>Résultats rendus pour toutes les substances de la filière</i>	424	94,4
		<i>Résultats absents pour au moins une substance de la filière</i>	10	2,2
		<b>Filière non mise en œuvre</b>	15	3,3
		<b>TOTAL</b>	449	100
4	Cuivre	<b>Filière mise en œuvre</b>	426	94,9
		<i>Résultats rendus pour toutes les substances de la filière</i>	425	94,7
		<i>Résultats absents pour au moins une substance de la filière</i>	1	0,2
		<b>Filière non mise en œuvre</b>	23	5,1
		<b>TOTAL</b>	449	100

L'Annexe 10 détaille, pour chaque substance, le nombre d'échantillons pour lesquels un résultat est rendu conforme ou rendu avec une incertitude supérieure à celle attendue ou non rendu. Parmi les 20 434 analyses chimiques réalisées, des résultats sont rendus pour 20 179 analyses (98,8 %).

## 3.2 Bilan de la collecte en zones non viticoles en période de traitement

### **Avertissement**

Cette partie présente le bilan qualitatif sans pondération des 113 échantillons de poussières collectés en zones non viticoles en période de traitement et réceptionnés par le laboratoire.

### 3.2.1 Métadonnées associées au recueil des échantillons de poussières

#### **Données issues des questionnaires**

Les 113 échantillons collectés chez les foyers localisés en zones non viticoles en période de traitement et réceptionnés par le laboratoire ont tous été identifiés avec certitude. Les données issues des questionnaires posés aux participants en lien avec la collecte des poussières sont complètes et cohérentes pour 104 (93 %) des 113 échantillons. Les anomalies relevées sur les données des questionnaires des 9 foyers restants (7 %) ne remettent pas en question l'exploitation des résultats de contamination fournis par le laboratoire.

Ces métadonnées sont présentées dans le Tableau 6. D'après les questionnaires, la collecte d'un échantillon de poussières est confirmée par les enquêteurs Ipsos pour 104 des 113 foyers (93 %). La répartition de ces 104 échantillons de poussières selon le mode de collecte est la suivante :

- 41 échantillons (39 %) collectés avec un aspirateur sans sac avec sachet mis à disposition de l'occupant ;
- 22 échantillons (21 %) collectés avec un aspirateur sans sac sans sachet mis à disposition de l'occupant ;
- 31 échantillons (30 %) collectés avec un aspirateur équipé d'un nouveau sac du ménage ;
- 10 échantillons (10 %) collectés avec un aspirateur équipé d'un nouveau sac générique en papier fourni par l'enquêteur Ipsos.

Parmi les 104 foyers, 94 (90 %) ont passé l'aspirateur plus d'une fois pendant la durée de l'enquête, et 14 (14 %) ont aspiré des poussières « particulières » comme des poussières de cheminée, poêle ou barbecue, de véhicules, de travaux ou issues de déversements accidentels. 100 des 104 foyers (96 %) n'utilisent aucun dispositif pour désodoriser ou appliquer un traitement anti-acarien dans l'aspirateur.

**Tableau 6 : Métadonnées de prélèvement disponibles issues des 104 questionnaires disponibles sur les 113 échantillons de poussières collectés en zones non viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Variables (questionnaire de la visite 2)	Modalités	N	%
<b>Mode de collecte</b>	Aspirateur sans sac avec sac	41	39,4
	Aspirateur sans sac sans sac	22	21,2
	Aspirateur avec nouveau sac ménage	31	29,8
	Aspirateur avec sac générique	10	9,6
	TOTAL	104	100
<b>Fréquence du passage de l'aspirateur pendant la période d'enquête</b>	Une fois	10	9,6
	Plus d'une fois	94	90,4
	Non renseigné	104	100
	Ne sais pas	41	39,4
	TOTAL	22	21,2
<b>Type de poussières aspirées pendant la période d'enquête</b>			
Aspiration des poussières de cheminée, poêle ou barbecue	Oui	3	2,9
	Non	101	97,1
	TOTAL	104	100
Aspiration des poussières de voiture ou autre véhicule	Oui	2	1,9
	Non	102	98,1
	TOTAL	104	100
Aspiration des poussières de travaux (sciure, plâtre, débris divers)	Oui	8	7,7
	Non	96	92,3
	TOTAL	104	100
Aspiration des déversements accidentels (farine, terre, etc.)	Oui	5	4,8
	Non	99	95,2
	TOTAL	104	100
Aucune de ces propositions	Oui	90	86,5
	Non	14	13,5
	TOTAL	104	100
<b>Utilisation de désodorisants et/ou des traitements anti-acariens dans l'aspirateur</b>			
Utilisation de sacs d'aspirateur prétraités	Oui	0	0,0
	Non	104	100,0
	TOTAL	104	100
Ajouts sous forme de billes, granulés ou bâtonnets	Oui	4	3,8
	Non	100	96,2
	TOTAL	104	100
Autres (huiles essentielles)	Oui	0	0,0
	Non	104	100,0
	TOTAL	104	100
Aucun dispositif en particulier	Oui	100	96,2
	Non	4	3,8
	TOTAL	104	100

### **Données fournies par le laboratoire**

Les métadonnées fournies par le laboratoire d'analyse sont renseignées dans le Tableau 7 pour les 113 échantillons de poussières réceptionnés.

La répartition de ces 113 échantillons de poussières selon le mode de collecte est la suivante :

- 71 échantillons (63 %) de poussières libres (théoriquement collectées avec un aspirateur sans sac) ;
- 42 échantillons (37 %) de poussières collectées dans un sac aspirateur.

Parmi les 113 échantillons, le sachet Ziplock contenant l'échantillon était réceptionné ouvert pour 4 échantillons (4 %). Le 1<sup>er</sup> contenant au contact de l'échantillon était le sachet Ziplock pour 107 échantillons (94,7 %). Les 6 échantillons restants étaient placés dans un sac poubelle (1 ; 0,9 %), un sac plastique (1 ; 0,9 %) ou dans un carton (4 ; 3,5 %). Ainsi, le conditionnement à réception a été jugé conforme pour 105 échantillons (93 %) et douteux (avec dégradation et/ou contamination potentielles ou avec un doute sur l'intégrité de l'échantillon non caractérisé) pour 8 échantillons (7 %).

3 échantillons (3 %) sur les 113 ont fait l'objet d'un commentaire : la présence de cheveux, de poils non spécifiques, de moutons de poussières, d'éléments issus d'animaux, d'éléments végétaux, d'éléments minéraux et/ou d'éléments synthétiques a été notée et concerne entre 10 (9 %) et 63 (56 %) échantillons selon la catégorie.

**Tableau 7 : Métadonnées de prélèvement fournies par le laboratoire pour les 113 échantillons de poussières collectés en zones non viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Variables (laboratoire)	Modalités	N	%
<b>Echantillon avec ou sans sac aspirateur</b>	Poussières libres	71	62,8
	Poussières - sac aspirateur	42	37,2
	TOTAL	113	100
<b>Etat du contenant de l'échantillon poussières à réception</b>	Correct	109	96,5
	Ouvert	4	3,5
	TOTAL	113	100
<b>Type du 1<sup>er</sup> contenant au contact de l'échantillon</b>	Sachet aluminisé Ziplock	107	94,7
	Sac poubelle	1	0,9
	Sac plastique	1	0,9
	Sac plastique congélation	0	0,0
	Carton	4	3,5
	TOTAL	113	100
<b>Code qualité associée au conditionnement de l'échantillon</b>	Conforme (A)	105	92,9
	Doute avec contamination potentielle (W+)	4	3,5
	Doute avec dégradation potentielle (W-)	2	1,8
	Doute avec contamination <u>et</u> dégradation potentielles ou doute non caractérisé (W)	2	1,8
	Invalidé (I)	0	0,0
	TOTAL	113	100
<b>Présence de cheveux</b>		61	54,0
<b>Présence de poils non spécifiques</b>		24	21,2
<b>Présence de moutons de poussières</b>		63	55,8
<b>Présence d'éléments issus d'animaux</b>		18	15,9
<b>Présence d'éléments végétaux</b>		21	18,6
<b>Présence d'éléments minéraux</b>		23	20,4
<b>Présence d'éléments synthétiques</b>		10	8,8

### 3.2.2 Répartition spatiale et temporelle des échantillons de poussières

#### Répartition spatiale

Le Tableau 8 décrit la répartition par région des 113 échantillons de poussières collectés en zones non viticoles en période de traitement. En cohérence avec l'enquête PestiRiv globale, l'objectif pour le volet poussières a été atteint à hauteur de 56 %, avec des objectifs non atteints pour l'ensemble des régions (entre -55 % pour l'Occitanie et -25 % pour Grand Est).

**Tableau 8 : Répartition par région des 113 échantillons de poussières collectés en zones non viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

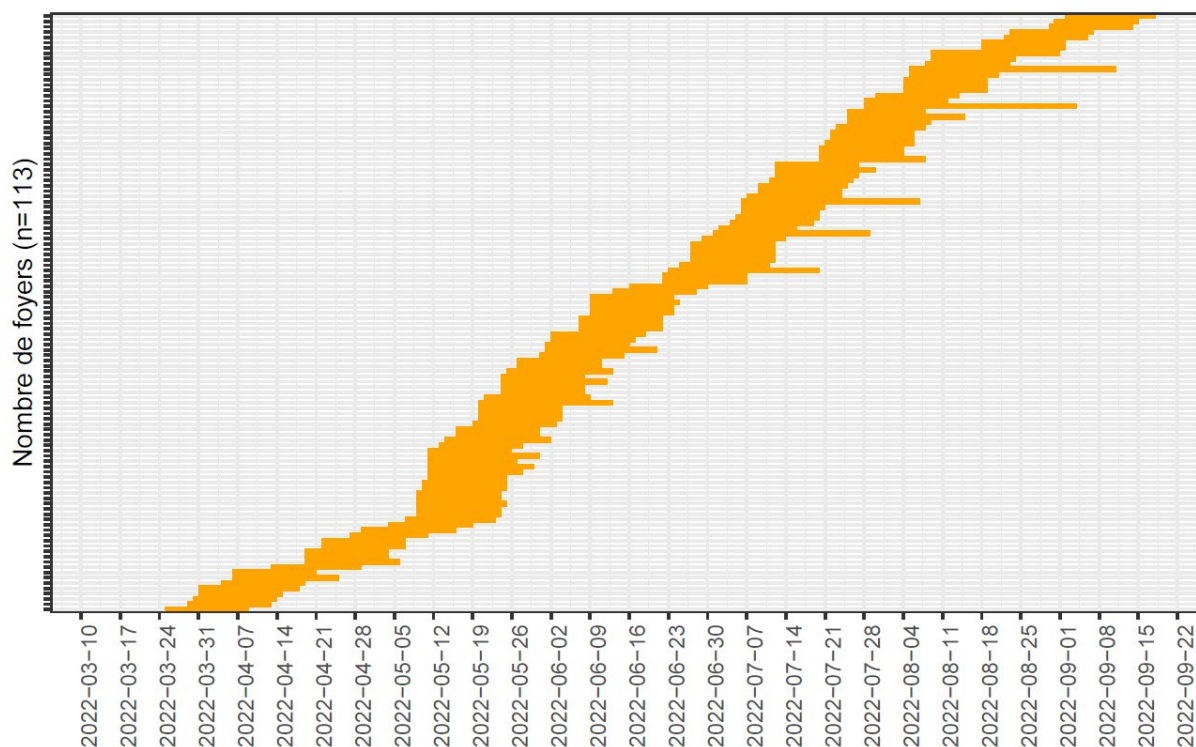
Région	Objectif		Collecte		Ecart par rapport à l'objectif (%)
	Effectif	Répartition (%)	Effectif	Répartition (%)	
Auvergne-Rhône-Alpes & Bourgogne-Franche-Comté	27	14	16	14	-41
Grand Est	40	20	30	27	-25
Nouvelle-Aquitaine	65	33	34	30	-48
Occitanie	33	17	15	13	-55
Provence-Alpes-Côte d'Azur	34	17	18	16	-47
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>	<b>100</b>	<b>113</b>	<b>100</b>	<b>-44</b>

### Répartition temporelle

La Figure 3 présente la répartition temporelle des 113 enquêtes réalisées en période de traitement pour lesquelles un échantillon de poussières a été collecté (1 ligne = 1 foyer). En complément, l'Annexe 11 détaille le nombre de foyers ayant réalisé le prélèvement de poussières par semaine et le nombre de foyers avec échantillons de poussières réceptionnés selon la durée d'enquête.

La couverture de la période de traitement en zones non viticoles (14/03/2022 au 20/09/2022) est jugée satisfaisante.

La durée d'enquête est comprise entre 14<sup>5</sup> et 19 jours pour 103 (91 %) des 113 foyers. Pour les 10 foyers (9 %) restants, elle est comprise entre 20 et 38 jours.



**Figure 3 : Répartition temporelle des 113 enquêtes réalisées en zones non viticoles en période de traitement pour lesquelles un échantillon de poussières a été collecté. PestiRiv, France, 2021-2022.**

L'Annexe 12 décrit la répartition temporelle par région des prélèvements de poussières réalisés en période hors traitement.

### 3.2.3 Traitement au laboratoire des échantillons

### **Délais et dates de réception au laboratoire**

Le délai entre la date de collecte de l'échantillon et la date de réception de l'échantillon au laboratoire est compris :

- entre 1 et 6 jours pour 40 échantillons (35 %) (respect du protocole) ;
- entre 7 et 14 jours pour 42 échantillons (37 %) ;
- entre 15 et 57 jours pour 31 échantillons (29 %).

Les durées supérieures à 6 jours s'expliquent principalement par un délai d'envoi des échantillons de poussières supérieur à la consigne. Avant envoi, les échantillons sont stockés à température ambiante et à l'abri de la lumière.

L'Annexe 13 présente le nombre d'échantillons réceptionnés par semaine par le laboratoire.

### **Tamissage et pesée**

Les 113 échantillons réceptionnés par le laboratoire ont été tamisés. Les paramètres de distribution du délai entre la date de réception et la date de tamissage et des masses brutes, tamisées et stockées sont détaillés en Annexe 14.

Sur les 113 échantillons tamisés, la masse de poussières tamisées analysables est suffisante pour mettre en œuvre :

- les 4 filières analytiques pour 108 échantillons (95 %) ;
- 2 des 4 filières analytiques pour 1 échantillon (2 %) ;
- 1 des 4 filières analytiques pour 2 échantillons (1 %) ;
- Aucune des 4 filières analytiques pour 2 échantillons (2 %).

### **Mise en œuvre des filières analytiques**

L'Annexe 15 décrit, pour chaque filière analytique, le nombre d'échantillons extraits et analysés par le laboratoire par semaine ainsi que les paramètres de distribution associés aux délais entre chaque étape (tamissage, extraction et analyse).

Le Tableau 9 résume pour chaque filière analytique le nombre d'échantillons pour lesquels :

- la filière a pu être mise en œuvre ;
- les résultats analytiques ont été rendus pour tout ou partie des substances de la filière.

Ainsi, au total, il y a donc 16 filières non réalisées sur les 452 (113\*4) attendues (soit 3,5 %). Les résultats analytiques sont rendus pour toutes les substances des filières 1, 2, 3 et 4 pour respectivement 106 échantillons (94 %), 67 échantillons (59 %), 107 échantillons (95 %) et 109 échantillons (97 %).



**Tableau 9 : Nombre d'échantillons par filière analytique et résultats en termes de substances analysées pour les 113 échantillons de poussières collectés en zones non viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Filière analytique		Mise en œuvre et résultats	Nombre échantillons	
N°	Nom		N	%
1	Substances semi-volatiles	<b>Filière mise en œuvre</b>	108	95,6
		<i>Résultats rendus pour toutes les substances de la filière</i>	106	93,8
		<i>Résultats absents pour au moins une substance de la filière</i>	2	1,8
		<b>Filière non mise en œuvre</b>	5	4,4
		<b>TOTAL</b>	113	100
2	Substances thermosensibles	<b>Filière mise en œuvre</b>	110	97,3
		<i>Résultats rendus pour toutes les substances de la filière</i>	67	59,3
		<i>Résultats absents pour au moins une substance de la filière</i>	43	38,1
		<b>Filière non mise en œuvre</b>	3	2,7
		<b>TOTAL</b>	113	100
3	Substances polaires	<b>Filière mise en œuvre</b>	109	96,5
		<i>Résultats rendus pour toutes les substances de la filière</i>	107	94,7
		<i>Résultats absents pour au moins une substance de la filière</i>	2	1,8
		<b>Filière non mise en œuvre</b>	4	3,5
		<b>TOTAL</b>	113	100
4	Cuivre	<b>Filière mise en œuvre</b>	109	96,5
		<i>Résultats rendus pour toutes les substances de la filière</i>	109	96,5
		<i>Résultats absents pour au moins une substance de la filière</i>	0	0,0
		<b>Filière non mise en œuvre</b>	4	3,5
		<b>TOTAL</b>	113	100

L'Annexe 16 détaille, pour chaque substance, le nombre d'échantillons pour lesquels un résultat est rendu conforme ou non rendu. Parmi les 5 246 analyses chimiques réalisées, des résultats sont rendus pour 5 170 analyses (98,6 %).

### 3.3 Bilan de la collecte en zones viticoles en période hors traitement

#### Avertissement

Cette partie présente le bilan qualitatif sans pondération des 228 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période hors traitement et réceptionnés par le laboratoire.

#### 3.3.1 Métadonnées associées au recueil des échantillons de poussières

#### Données issues des questionnaires

Les 228 échantillons collectés chez les foyers localisés en zones viticoles en période hors traitement et réceptionnés par le laboratoire ont tous été identifiés avec certitude. Les données issues des questionnaires posés aux participants en lien avec la collecte des poussières sont complètes et cohérentes pour 210 (92 %) des 228 échantillons. Les anomalies relevées sur les données des questionnaires des 18 foyers restants (8 %) ne remettent pas en question l'exploitation des résultats de contamination fournis par le laboratoire.



Ces métadonnées sont présentées dans le Tableau 10. D'après les questionnaires, la collecte d'un échantillon de poussières est confirmée par les enquêteurs Ipsos pour 210 des 228 foyers (92 %). La répartition de ces 210 échantillons de poussières selon le mode de collecte est la suivante :

- 93 échantillons (44 %) collectés avec un aspirateur sans sac avec sachet mis à disposition de l'occupant ;
- 43 échantillons (21 %) collectés avec un aspirateur sans sac sans sachet mis à disposition de l'occupant ;
- 59 échantillons (28 %) collectés avec un aspirateur équipé d'un nouveau sac du ménage ;
- 15 échantillons (7 %) collectés avec un aspirateur équipé d'un nouveau sac générique en papier fourni par l'enquêteur Ipsos.

Parmi les 210 foyers, 204 (97 %) ont passé l'aspirateur plus d'une fois pendant la durée de l'enquête, et 51 (24 %) ont aspiré des poussières « particulières » comme des poussières de cheminée, poêle ou barbecue, de véhicules, de travaux ou issues de déversements accidentels. 205 des 210 foyers (97 %) n'utilisent aucun dispositif pour désodoriser ou appliquer un traitement anti-acarien dans l'aspirateur.

**Tableau 10 : Métadonnées de prélèvement disponibles issues des 210 questionnaires disponibles sur les 228 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période hors traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Variables (questionnaire de la visite 2)	Modalités	N	%
<b>Mode de collecte</b>	Aspirateur sans sac avec sac	93	44,3
	Aspirateur sans sac sans sac	43	20,5
	Aspirateur avec nouveau sac ménage	59	28,1
	Aspirateur avec sac générique	15	7,1
	TOTAL	210	100
<b>Fréquence du passage de l'aspirateur pendant la période d'enquête</b>	Une fois	6	2,9
	Plus d'une fois	204	97,1
	TOTAL	210	100
<b>Type de poussières aspirées pendant la période d'enquête</b>			
Aspiration des poussières de cheminée, poêle ou barbecue	Oui	32	15,2
	Non	178	84,8
	TOTAL	210	100
Aspiration des poussières de voiture ou autre véhicule	Oui	3	1,4
	Non	207	98,6
	TOTAL	210	100
Aspiration des poussières de travaux (sciure, plâtre, débris divers)	Oui	11	5,2
	Non	199	94,8
	TOTAL	210	100
Aspiration des déversements accidentels (farine, terre, etc.)	Oui	9	4,3
	Non	201	95,7
	TOTAL	210	100
Aucune de ces propositions	Oui	159	75,7
	Non	51	24,3
	TOTAL	210	100
<b>Utilisation de désodorisants et/ou des traitements anti-acariens dans l'aspirateur</b>			
Utilisation de sacs d'aspirateur prétraités	Oui	1	0,5
	Non	209	99,5
	TOTAL	210	100
Ajouts sous forme de billes, granulés ou bâtonnets	Oui	1	0,5
	Non	209	99,5
	TOTAL	210	100
Autres (huiles essentielles)	Oui	3	1,4
	Non	207	98,6
	TOTAL	210	100
Aucun dispositif en particulier	Oui	205	97,6
	Non	5	2,4
	TOTAL	210	100

## Données fournies par le laboratoire

Les métadonnées fournies par le laboratoire d'analyse sont renseignées dans le Tableau 11 pour les 228 échantillons de poussières réceptionnés.

La répartition de ces 228 échantillons de poussières selon le mode de collecte est la suivante :

- 142 échantillons (62 %) de poussières libres (théoriquement collectées avec un aspirateur sans sac) ;
- 86 échantillons (38 %) de poussières collectées dans un sac aspirateur.

Parmi les 228 échantillons, le sachet Ziplock contenant l'échantillon était réceptionné ouvert pour 32 échantillons (14 %). Le 1<sup>er</sup> contenant au contact de l'échantillon était le sachet Ziplock pour 197 échantillons (86,4 %). Les 31 échantillons restants étaient placés dans un sac poubelle (13 ; 5,7 %), un sac plastique (12 ; 5,5 %), un sac plastique de congélation (5 ; 2,2 %) ou dans un carton (1 ; 0,4 %). Ainsi, le conditionnement à réception a été jugé conforme pour 191 échantillons (83,8 %) et douteux (avec dégradation et/ou contamination potentielles ou avec un doute sur l'intégrité de l'échantillon non caractérisé) pour 37 échantillons (16,4 %).

194 échantillons (85,1 %) sur les 228 ont fait l'objet d'un commentaire : la présence de cheveux, de poils non spécifiques, de moutons de poussières, d'éléments issus d'animaux, d'éléments végétaux, d'éléments minéraux et/ou d'éléments synthétiques a été notée et concerne entre 19 (8,3 %) et 120 (52,6 %) échantillons selon la catégorie.

**Tableau 11 : Métadonnées de prélèvement fournies par le laboratoire pour les 228 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période hors traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Variables (laboratoire)	Modalités	N	%
<b>Echantillon avec ou sans sac aspirateur</b>	Poussières libres	142	62,3
	Poussières - sac aspirateur	86	37,7
	<b>TOTAL</b>	<b>228</b>	<b>100</b>
<b>Etat du contenant de l'échantillon poussières à réception</b>	Correct	196	86,0
	Ouvert	32	14,0
	<b>TOTAL</b>	<b>228</b>	<b>100</b>
<b>Type du 1<sup>er</sup> contenant au contact de l'échantillon</b>	Sachet aluminisé Ziplock	197	86,4
	Sac poubelle	13	5,7
	Sac plastique	12	5,3
	Sac plastique congélation	5	2,2
	Carton	1	0,4
	<b>TOTAL</b>	<b>228</b>	<b>100</b>
<b>Code qualité associée au conditionnement de l'échantillon</b>	Conforme (A)	191	83,8
	Doute avec contamination potentielle (W+)	19	8,3
	Doute avec dégradation potentielle (W-)	3	1,3
	Doute avec contamination <u>et</u> dégradation potentielles ou doute non caractérisé (W)	15	6,6
	Invalidé (I)	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>228</b>	<b>100</b>
<b>Présence de cheveux</b>		120	52,6
<b>Présence de poils non spécifiques</b>		26	11,4
<b>Présence de moutons de poussières</b>		19	8,3
<b>Présence d'éléments issus d'animaux</b>		30	13,2
<b>Présence d'éléments végétaux</b>		48	21,1
<b>Présence d'éléments minéraux</b>		52	22,8
<b>Présence d'éléments synthétiques</b>		30	13,2

### 3.3.2 Répartition spatiale et temporelle des échantillons de poussières

#### Répartition spatiale

Le Tableau 12 décrit la répartition par région des 228 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période hors traitement. L'objectif a été atteint à hauteur de 95 % au global, mais des disparités sont relevées selon les régions, avec des objectifs non atteints pour les régions d'Auvergne-Rhône-Alpes et Bourgogne-Franche-Comté (-42 %) et Provenances-Alpes-Côte d'Azur (-29 %) mais dépassés pour les régions Grand Est (+12 %), Nouvelle-Aquitaine (+7 %) et Occitanie (+5 %). Ces résultats sont cohérents avec ceux obtenus pour l'enquête PestiRiv au global mais s'expliquent également par les difficultés rencontrées spécifiquement pour la collecte des échantillons de poussières (manque ponctuel de matériel de collecte, surestimation du taux d'aspirateurs fonctionnels).

**Tableau 12 : Répartition par région des 228 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période hors traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

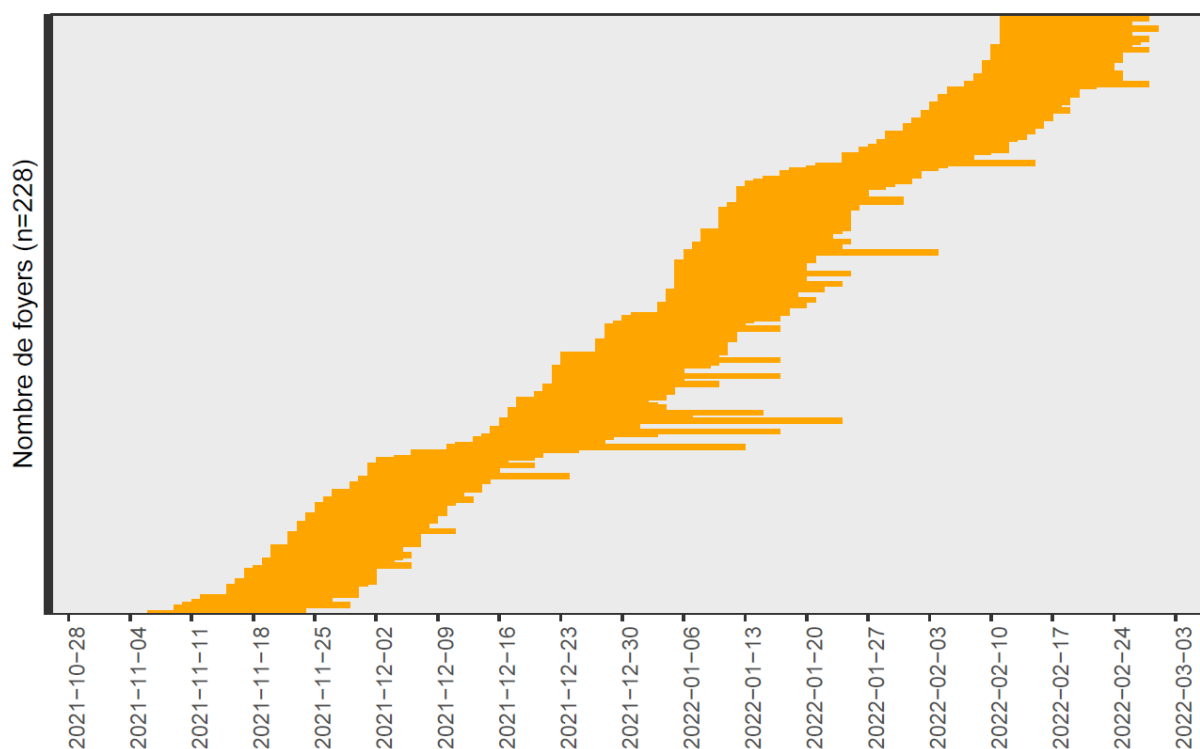
Région	Objectif		Collecte		Ecart par rapport à l'objectif (%)
	Effectif	Répartition (%)	Effectif	Répartition (%)	
Auvergne-Rhône-Alpes & Bourgogne-Franche-Comté	33	14	19,00	8	-42
Grand Est	48	20	54,00	24	12
Nouvelle-Aquitaine	78	33	84,00	37	7
Occitanie	40	17	42,00	18	5
Provence-Alpes-Côte d'Azur	41	17	29,00	13	-29
<b>TOTAL</b>	<b>240</b>	<b>100</b>	<b>228,00</b>	<b>100</b>	<b>-5</b>

#### Répartition temporelle

La Figure 4 présente la répartition temporelle des 228 enquêtes réalisées en période hors traitement pour lesquelles un échantillon de poussières a été collecté (1 ligne = 1 foyer). En complément, l'Annexe 17 détaille le nombre de foyers ayant réalisé le prélèvement des poussières par semaine et le nombre de foyers avec échantillons de poussières réceptionnés selon la durée d'enquête.

La couverture de la période hors traitement (11/10/2021 au 28/02/2022) est jugée satisfaisante à partir de début novembre, ce qui est cohérent avec les dates effectives de début de recrutement des participants (à partir du 23/10/2021 pour la région Nouvelle-Aquitaine et du 30/10/2021 pour les autres régions).

La durée d'enquête est comprise entre 14<sup>5</sup> et 19 jours pour 215 (94 %) des 228 foyers. Pour les 13 foyers (6 %) restants, elle est comprise entre 20 et 39 jours.



**Figure 4 : Répartition temporelle des 228 enquêtes réalisées en zones viticoles en période hors traitement pour lesquelles un échantillon de poussières a été collecté. PestiRiv, France, 2021-2022.**

L'Annexe 18 décrit la répartition temporelle par région des prélèvements de poussières réalisés en zones viticoles en période hors traitement.

### 3.3.3 Traitement au laboratoire des échantillons

#### **Délais et dates de réception au laboratoire**

Le délai entre la date de collecte de l'échantillon et la date de réception de l'échantillon au laboratoire est compris :

- entre 1 et 6 jours pour 98 échantillons (43 %) (respect du protocole) ;
- entre 7 et 14 jours pour 79 échantillons (35 %) ;
- entre 15 et 89 jours pour 51 échantillons (22 %).

Les durées supérieures à 7 jours s'expliquent principalement par un délai d'envoi des échantillons de poussières supérieur à la consigne. Avant envoi, les échantillons sont stockés à température ambiante et à l'abri de la lumière.

L'Annexe 19 présente le nombre d'échantillons réceptionnés par semaine par le laboratoire.

#### **Tamissage et pesée**

Les 228 échantillons réceptionnés par le laboratoire ont été tamisés. Les paramètres de distribution du délai entre la date de réception et la date de tamissage et des masses brutes, tamisées et stockées sont détaillés en Annexe 20.

Sur les 228 échantillons tamisés, le tube d'un échantillon a été cassé lors du conditionnement. Sur les 227 échantillons tamisés restants, la masse de poussières tamisées analysables est suffisante pour mettre en œuvre :

- les 4 filières analytiques pour 223 échantillons (98 %) ;
- 3 des 4 filières analytiques pour 2 échantillons (1 %) ;
- 2 des 4 filières analytiques pour 2 échantillons (1 %).

### **Mise en œuvre des filières analytiques**

L'Annexe 21 décrit, pour chaque filière analytique, le nombre d'échantillons extraits et analysés par le laboratoire par semaine ainsi que les paramètres de distribution associés aux délais entre chaque étape (tamisage, extraction et analyse).

Le Tableau 13 résume pour chaque filière analytique le nombre d'échantillons pour lesquels :

- la filière a pu être mise en œuvre ;
- les résultats analytiques ont été rendus pour tout ou partie des substances de la filière.

Ainsi, au total, il y a donc 10 filières non réalisées sur les 912 (228\*4) attendues (soit 1 %). Les résultats analytiques sont rendus pour toutes les substances des filières 1, 2, 3 et 4 pour respectivement 218 échantillons (95,6 %), 181 échantillons (79,4 %), 225 échantillons (98,7 %) et 224 échantillons (98,2 %).

**Tableau 13 : Nombre d'échantillons par filière analytique et résultats en termes de substances analysées pour les 228 échantillons de poussières collectés en zones viticoles en période hors traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Filière analytique		Mise en œuvre et résultats	Nombre échantillons	
N°	Nom		N	%
1	Substances semi-volatiles	<b>Filière mise en œuvre</b>	224	98,2
		<i>Résultats rendus pour toutes les substances de la filière</i>	218	95,6
		<i>Résultats absents pour au moins une substance de la filière</i>	6	2,6
		<b>Filière non mise en œuvre</b>	4	1,8
		<b>TOTAL</b>	228	100
2	Substances thermosensibles	<b>Filière mise en œuvre</b>	227	99,6
		<i>Résultats rendus pour toutes les substances de la filière</i>	181	79,4
		<i>Résultats absents pour au moins une substance de la filière</i>	46	20,2
		<b>Filière non mise en œuvre</b>	1	0,4
		<b>TOTAL</b>	228	100
3	Substances polaires	<b>Filière mise en œuvre</b>	226	99,1
		<i>Résultats rendus pour toutes les substances de la filière</i>	225	98,7
		<i>Résultats absents pour au moins une substance de la filière</i>	1	0,4
		<b>Filière non mise en œuvre</b>	2	0,9
		<b>TOTAL</b>	228	100
4	Cuivre	<b>Filière mise en œuvre</b>	225	98,7
		<i>Résultats rendus pour toutes les substances de la filière</i>	224	98,2
		<i>Résultats absents pour au moins une substance de la filière</i>	1	0,4
		<b>Filière non mise en œuvre</b>	3	1,3
		<b>TOTAL</b>	228	100

L'Annexe 22 détaille, pour chaque substance, le nombre d'échantillons pour lesquels un résultat est rendu conforme ou rendu avec une incertitude supérieure à celle attendue ou non rendu. Parmi les 10 845 analyses chimiques réalisées, des résultats sont rendus conformes pour 10 761 analyses (99,2 %), et rendus avec une incertitude pour 5 analyses (0,1 %).

## 4 DESCRIPTION DES FOYERS ET DE LEUR ENVIRONNEMENT

### Avertissement

Cette partie présente les caractéristiques des foyers représentés pour le volet poussières après application des poids de sondage. En effet, comme explicité à l'Annexe 12 du Tome 0 et synthétisé au Tableau 14 :

- en zones viticoles en période de traitement, un poids de sondage a été attribué à chacun des 449 foyers pour lesquels un échantillon de poussières a été réceptionné au laboratoire, ce qui permet de présenter les résultats à l'échelle de 40 712 foyers de zones viticoles ;
- en zones non viticoles en période de traitement, un poids de sondage a été attribué à chacun des 113 foyers pour lesquels un échantillon de poussières a été réceptionné au laboratoire, ce qui permet de présenter les résultats à l'échelle de 9 982 foyers de zones non viticoles ;
- en zones viticoles en période hors traitement, un poids de sondage a été attribué à chacun des 228 foyers pour lesquels un échantillon de poussières a été réceptionné au laboratoire, ce qui permet de présenter les résultats à l'échelle de 22 102 foyers de zones viticoles.

**Tableau 14 : Nombre de foyers représentés pour le volet poussières après application des poids de sondage selon la zone et la période. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Zone et période	Nombre d'échantillons de poussières réceptionnés	Nombre de foyers représentés après application des poids de sondage
Foyers de zones viticoles en période de traitement	449	40 712
Foyers de zones non viticoles en période de traitement	113	9 982
Foyers de zones viticoles en période hors traitement	228	22 102

À noter que les valeurs minimales et maximales des paramètres étudiés ne peuvent pas être présentées à l'échelle du nombre de foyers représentés.

### 4.1 Caractéristiques des foyers

Les Tableau 15 et Tableau 16 décrivent les caractéristiques des foyers de zones viticoles en période de traitement (N=40 712) et en période hors traitement (N=22 102) et de zones non viticoles en période de traitement (N=9 982). Les données sont issues des questionnaires après imputation des données manquantes et application des poids de sondage. Pour rappel, la liste des indicateurs construits et leur méthode de construction sont détaillées en Annexe 14 et Annexe 15 du Tome 0.

### Foyers de zones viticoles en période de traitement :

- caractéristiques sociodémographiques :

Les foyers sont le plus souvent composés d'une seule personne (39 %) et majoritairement d'adultes sans enfant (74 %). Dans 46 % des cas, les niveaux de revenus sont supérieurs au 6<sup>ème</sup> décile.

- environnement autour du logement :

La majorité des foyers sont localisés en Nouvelle-Aquitaine (62 %), dans des communes denses ou très denses (66 %). 30 % des foyers déclarent avoir autour de leur logement des cultures autres que la vigne et/ou des aménagements potentiellement exposants aux pesticides (élevage, golf, voie ferrée, usine de production de pesticides, etc.).

- caractéristiques du logement :

Les foyers vivent majoritairement dans un logement individuel (maison ou ferme) (69 %), avec 5 pièces ou plus (60 %), avec une isolation récente (71 %), avec une ventilation (90 %), sans climatisation (78 %), avec du bois présent en intérieur (68 %), et avec une clôture occultante (haie, panneaux occultants, muret, etc.) autour du logement (52 %). La surface du logement est supérieure à 93 m<sup>2</sup> pour 50 % des foyers. De la moquette ou un tapis est présent dans au moins 50 % des pièces de 45 % des foyers.

- comportements et habitudes au sein du logement :

Les médianes du temps passé à l'intérieur du logement par le participant et du temps d'aération au cours de la durée d'enquête sont respectivement d'environ 17 h/jour et 2 h/jour. Pendant les trois derniers mois, 75 % et 88 % des foyers ont passé respectivement la serpillière (nettoyage humide) et l'aspirateur (nettoyage sec) au moins une fois par semaine, et 43 % des foyers n'ont jamais passé le balai. La majorité des foyers s'est déchaussée systématiquement à l'intérieur (64 %), a fait sécher le linge à l'extérieur ponctuellement ou systématiquement (60 %), possède des animaux pouvant aller à l'extérieur (59 %) et n'a jamais été ou presque jamais exposée à la fumée de tabac (92 %).

- caractéristiques en lien avec les activités professionnelles :

Parmi les participants adultes, 3 % ont une activité professionnelle en lien avec le secteur agricole et 2 % ont déclaré avoir utilisé des pesticides dans le cadre professionnel pendant la durée d'enquête. Au sein des foyers des participants adulte, les autres membres du foyer ont déclaré avoir utilisé des pesticides dans le cadre professionnel au cours des 3 derniers mois dans 7 % des cas.

- caractéristiques en lien avec les activités de loisirs :

Une minorité de participants a déclaré avoir utilisé eux-mêmes des pesticides au domicile pendant la durée d'enquête (16 %) ou pratiqué des activités de loisirs potentiellement exposantes aux pesticides (jardinage, composition florale, manipulation de bois traité, etc.) (5 %).

### Foyers de zones non viticoles en période de traitement :

Les caractéristiques des foyers de zones non viticoles en période de traitement diffèrent de celles des foyers de zones viticoles en période de traitement pour :

- les caractéristiques sociodémographiques, avec une part plus importante de foyers avec une seule personne (49 % versus 39 %), de foyers sans enfants (83 % versus 74 %) et avec un revenu inférieur au 6<sup>ème</sup> décile (69 % versus 54 %) ;
- la répartition par région, avec 21 % des foyers localisés en Nouvelle-Aquitaine (versus 62 %) et 45 % en Auvergne-Rhône-Alpes et Bourgogne-Franche-Comté (versus 10 %) ;



- les caractéristiques du logement, avec une part plus importante de foyers vivant dans un logement collectif (56 % versus 31 %), avec une surface plus faible (médiane à 68 m<sup>2</sup> versus 93 m<sup>2</sup>), avec 4 pièces ou moins (57 % versus 40 %), avec une isolation ancienne (52 % versus 29 %), sans climatisation (92 % versus 78 %), avec moins de présence d'éléments en bois (59 % versus 68 %) et sans clôture occultante autour du logement (75 % versus 49 %) ;
- les comportements et habitudes au sein du logement, avec une durée d'aération plus élevée (médiane à 4 h/jour versus 2 h/jour) et avec une part plus importante de foyers exposés à la fumée de tabac moins d'une fois par jour ou plus (16 % versus 8 %) ;
- les activités professionnelles, avec une part plus faible de participants adultes ayant une activité professionnelle en lien avec le secteur agricole (0,2 % versus 3,2 %) mais une part plus importante de participants adultes ayant une utilisation professionnelle déclarée de pesticides pendant la durée d'enquête (8 % versus 2 %) ;
- l'utilisation déclarée de pesticides à domicile pendant la durée d'enquête, avec une part plus importante de foyers ayant eu recours à ces produits (26 % versus 16 %).

#### Foyers de zones viticoles en période hors traitement :

Les caractéristiques des foyers de zones viticoles en période hors traitement diffèrent de celles des foyers de zones viticoles en période de traitement pour :

- la région, avec une part plus faible de foyers localisés en Nouvelle-Aquitaine (46 % versus 62 %), et la densité de la commune, avec plus de communes peu ou très peu denses (46 % versus 34 %) ;
- la présence de moquette ou de tapis (56 % versus 45 %) et d'éléments en bois dans le logement (77 % versus 68 %) ;
- la durée d'aération au cours de la durée d'enquête (médiane à 0,3 h/jour versus 2 h/jour) ainsi que la fréquence de passage de la serpillère, avec une part plus importante de foyers qui passent la serpillère au moins une fois par semaine (87 % versus 75 %) ;
- l'utilisation de pesticides au domicile au cours de la période d'enquête (4 % versus 16 %).

Pour la durée d'aération et l'utilisation de pesticides, l'effet saison peut expliquer ces différences.

**Tableau 15 : Caractéristiques des foyers avec prélèvement de poussières (variables catégorielles ; résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

	Zones viticoles en période de traitement (N=40 712)			Zones non viticoles en période de traitement (N=9 989)			Zones viticoles en période hors traitement (N=22 102)		
	N	%	Intervalle de confiance à 95 % (IC95) (%)	N	%	Intervalle de confiance à 95 % (IC95) (%)	N	%	Intervalle de confiance à 95 % (IC95) (%)
<b>Caractéristiques sociodémographiques</b>									
<b>Taille du ménage</b>									
1 personne	15934	39,1	[ 27,6 – 50,7 ]	4836	48,5	[ 14,7 – 82,2 ]	7912	35,8	[ 20,3 – 51,3 ]
2 personnes	13812	33,9	[ 18,5 – 49,3 ]	3273	32,8	[ 16,7 – 48,9 ]	7563	34,2	[ 15,7 – 52,7 ]
3 personnes	5053	12,4	[ 8,8 – 16,0 ]	996	10,0	[ 4,2 – 15,8 ]	3004	13,6	[ 6,2 – 20,9 ]
4 personnes	4057	10,0	[ 6,62 – 13,3 ]	662	6,6	[ 3,7 – 9,5 ]	2461	11,1	[ 5,8 – 16,5 ]
5 personnes ou plus	1857	4,6	[ 1,24 – 7,9 ]	215	2,2	[ 0,3 – 4,1 ]	1162	5,3	[ -1,2 – 11,7 ]*
<b>Type de ménage</b>									
Adultes sans enfants	30006	73,7	[ 53,6 – 93,9 ]	8293	83,1	[ 36,3 – 129,9 ]	16323	73,9	[ 44,5 – 103,2 ]
Adultes avec enfants	10706	26,3	[ 13,6 – 39,0 ]	1689	16,9	[ 9,4 – 24,5 ]	5778	26,1	[ 13,6 – 38,7 ]
<b>Revenus foyers</b>									
Faible (< 2 <sup>ème</sup> décile)	8972	22,0	[ 12,0 – 32,1 ]	1727	17,3	[ 8,1 – 26,5 ]	3851	17,4	[ 8,8 – 26,0 ]
Modéré (Entre le 2 <sup>ème</sup> et le 6 <sup>ème</sup> décile)	12843	31,5	[ 23,2 – 39,9 ]	5200	52,1	[ 26,2 – 78,0 ]	8123	36,8	[ 20,7 – 52,8 ]
Fort (> 6 <sup>ème</sup> décile)	18898	46,4	[ 27,7 – 65,1 ]	3055	30,6	[ 3,4 – 57,8 ]	10128	45,8	[ 23,3 – 68,3 ]
<b>Environnement autour du logement</b>									
<b>Région</b>									
Auvergne-Rhône-Alpes - Bourgogne-Franche-Comté	3991	9,8	[ 6,5 - 13,1 ]	4510	45,2	[ 15,7 – 74,7 ]	1605	7,3	[ 2,8 – 11,7 ]
Grand Est	4193	10,3	[ 8,1 – 12,6 ]	1833	18,4	[ 0,6 – 36,1 ]	4666	21,1	[ 17,3 – 24,9 ]
Nouvelle-Aquitaine	25361	62,3	[ 31,9 – 92,7 ]	2120	21,2	[ 7,7 – 34,7 ]	10260	46,4	[ 20,5 – 72,3 ]
Occitanie	1611	4,0	[ 2,8 – 5,1 ]	986	9,9	[ 4,8 – 15,0 ]	1702	7,7	[ 2,3 – 13,2 ]
Provence-Alpes-Côte d'Azur	5556	13,7	[ 6,5 – 20,8 ]	534	5,4	[ 1,1 – 9,6 ]	3869	17,5	[ -4,7 – 39,7 ]*

	Zones viticoles en période de traitement (N=40 712)			Zones non viticoles en période de traitement (N=9 989)			Zones viticoles en période hors traitement (N=22 102)		
	N	%	Intervalle de confiance à 95 % (IC95) (%)	N	%	Intervalle de confiance à 95 % (IC95) (%)	N	%	Intervalle de confiance à 95 % (IC95) (%)
<b>Degré de densité de la commune</b>									
Très dense ou dense	26990	66,3	[ 31,3 – 101,3 ]	6470	64,8	[ 10,2 – 119,5 ]	11909	53,9	[ 21,7 – 86,1 ]
Peu dense ou très peu dense	13722	33,7	[ 22,5 – 44,5 ]	3512	35,2	[ 20,6 – 49,8 ]	10193	46,1	[ 22,2 – 70,0 ]
<b>Aménagements autour du logement</b>									
Aucun aménagement (hors vigne) ou présence d'espaces publics (jardin, stade, cimetière)	28543	70,1	[ 56,0 – 84,2 ]	6927	69,4	[ 21,5 – 117,3 ]	16447	74,4	[ 49,2 – 99,6 ]
Présence de cultures (hors vigne) ou présence d'autres aménagements potentiellement exposants aux pesticides (élevage, golf, voie ferrée, usine de production de pesticides)	12169	29,9	[ 4,3 – 55,4 ]	3055	30,6	[ 11,7 – 49,6 ]	5655	25,6	[ 5,2 – 45,9 ]
<b>Caractéristiques du logement</b>									
<b>Type de logement</b>									
Logement individuel (maison, ferme)	27980	68,7	[ 53,9 – 83,6 ]	4356	43,6	[ 29,8 – 57,4 ]	15607	70,6	[ 46,4 – 94,8 ]
Logement collectif (appartement ou autre)	12732	31,3	[ 10,8 – 51,8 ]	5626	56,4	[ 13,9 – 98,9 ]	6495	29,4	[ 14,3 – 44,5 ]
<b>Nombre de pièces</b>									
2 pièces	3914	9,6	[ 3,4 – 15,8 ]	1199	12,0	[ -1,8 – 25,8 ]*	1434	6,5	[ 0,3 – 12,7 ]
3 ou 4 pièces	12324	30,3	[ 16,2 – 44,3 ]	4460	44,7	[ 20,6 – 68,8 ]	8205	37,1	[ 21,1 – 53,2 ]
5 pièces ou plus	24475	60,1	[ 43,3 – 76,9 ]	4323	43,3	[ 15,3 – 71,3 ]	12462	56,4	[ 39,2 – 73,6 ]
<b>Isolation logement</b>									
Récente	28861	70,9	[ 45,6 – 96,2 ]	4844	48,5	[ 27,5 – 69,6 ]	15214	68,8	[ 46,8 – 90,9 ]
Ancienne	11851	29,1	[ 22,0 – 36,2 ]	5138	51,5	[ 11,8 – 91,2 ]	6888	31,2	[ 12,3 – 50,1 ]
<b>Dispositif de ventilation</b>									
Ventilation mécanique	29259	71,9	[ 46,1 – 97,6 ]	7381	73,9	[ 34,5 – 113,4 ]	15037	68,0	[ 47,1 – 89,0 ]
Ventilation naturelle	7262	17,8	[ 11,5 – 24,2 ]	1256	12,6	[ -2,3 – 27,4 ]*	5219	23,6	[ 7,1 – 40,2 ]

	Zones viticoles en période de traitement (N=40 712)			Zones non viticoles en période de traitement (N=9 989)			Zones viticoles en période hors traitement (N=22 102)		
	N	%	Intervalle de confiance à 95 % (IC95) (%)	N	%	Intervalle de confiance à 95 % (IC95) (%)	N	%	Intervalle de confiance à 95 % (IC95) (%)
Absence de système de ventilation	4191	10,3	[ 6,6 – 14,0 ]	1345	13,5	[ 2,5 – 24,5 ]	1845	8,4	[ 2,9 – 13,8 ]
<b>Présence d'un climatiseur ou climatiseur réversible</b>									
Non	31573	77,6	[ 52,7 – 102,4 ]	9151	91,7	[ 47,0 – 136,3 ]	16612	75,2	[ 49,8 – 100,6 ]
Oui	9139	22,5	[ 14,5 – 30,4 ]	831	8,3	[ -0,7 – 17,3 ]*	5490	24,8	[ 13,3 – 36,4 ]
<b>Présence de moquettes ou tapis (au moins 1 pièce sur 2)</b>									
Non	22483	55,2	[ 40,8 – 69,7 ]	4977	49,9	[ 13,3 – 86,4 ]	9824	44,5	[ 27,3 – 61,6 ]
Oui	18229	44,8	[ 23,8 – 65,7 ]	5005	50,1	[ 25,9 – 74,4 ]	12278	55,6	[ 29,1 – 82,0 ]
<b>Présence d'éléments en bois</b>									
Non	13074	32,1	[ 14,3 – 50,0 ]	4116	41,2	[ 19,3 – 63,1 ]	5044	22,8	[ 10,9 – 34,8 ]
Oui	27638	67,9	[ 51,3 – 84,5 ]	5866	58,8	[ 9,5 – 108,0 ]	17057	77,2	[ 53,1 – 101,2 ]
<b>Présence d'une clôture occultante (haie, panneaux occultants, muret, etc.)</b>									
Pas de clôture autour du logement	19748	48,5	[ 31,9 – 65,1 ]	7466	74,8	[ 35,5 – 114,1 ]	10977	49,7	[ 29,4 – 70,0 ]
Clôture de moins de 2 m de hauteur	15281	37,5	[ 24,2 – 50,8 ]	1370	13,7	[ 6,6 – 20,9 ]	6467	29,3	[ 11,9 – 46,6 ]
Clôture de plus de 2 m de hauteur	5684	14,0	[ 9,3 – 18,6 ]	1146	11,5	[ -1,5 – 24,4 ]*	4658	21,1	[ 11,8 – 30,4 ]
<b>Comportements et habitudes au sein du logement</b>									
<b>Fréquence nettoyage humide (3 derniers mois)</b>									
Moins d'une fois par semaine	9984	24,5	[ 8,6 – 40,4 ]	3679	36,9	[ 5,9 – 67,8 ]	2970	13,4	[ 5,0 – 21,9 ]
Une fois par semaine	16798	41,3	[ 29,8 – 52,8 ]	2744	27,5	[ 7,5 – 47,5 ]	12968	58,7	[ 36,6 – 80,7 ]
Plus d'une fois par semaine	13931	34,2	[ 23,7 – 44,7 ]	3559	35,7	[ 19,5 – 51,8 ]	6164	27,9	[ 17,6 – 38,2 ]
<b>Fréquence nettoyage sec par aspirateur (3 derniers mois)</b>									
Moins d'une fois par semaine	4983	12,2	[ 4,3 – 20,2 ]	955	9,6	[ 0,8 – 18,3 ]	2250	10,2	[ 4,9 – 15,5 ]
Une fois par semaine	12639	31,0	[ 18,0 – 44,1 ]	4928	49,4	[ 11,2 – 87,6 ]	5798	26,2	[ 13,6 – 38,9 ]
Plus d'une fois par semaine	23091	56,7	[ 40,1 – 73,4 ]	4100	41,1	[ 24,8 – 57,4 ]	14053	63,6	[ 38,3 – 88,8 ]
<b>Fréquence nettoyage sec par balai (3 derniers mois)</b>									

	Zones viticoles en période de traitement (N=40 712)			Zones non viticoles en période de traitement (N=9 989)			Zones viticoles en période hors traitement (N=22 102)		
	N	%	Intervalle de confiance à 95 % (IC95) (%)	N	%	Intervalle de confiance à 95 % (IC95) (%)	N	%	Intervalle de confiance à 95 % (IC95) (%)
Jamais	17535	43,1	[ 23,2 – 62,9 ]	4710	47,2	[ 14,1 – 80,3 ]	9621	43,5	[ 20,9 – 66,2 ]
Une fois par semaine ou moins	8104	19,9	[ 12,9 – 26,9 ]	1114	11,2	[ -0,3 – 22,6 ]*	4034	18,3	[ 9,6 – 26,9 ]
Plus d'une fois par semaine	15073	37,0	[ 27,8 – 46,2 ]	4158	41,7	[ 19,7 – 63,7 ]	8446	38,2	[ 24,3 – 52,1 ]
<b>Déchaussage des membres du foyer (3 derniers mois)</b>									
Oui, tous et systématiquement	26016	63,9	[ 41,1 – 86,7 ]	6090	61,0	[ 22,1 – 99,9 ]	14388	65,1	[ 42,8 – 87,4 ]
Oui, mais pas systématiquement ou pas tous les membres	10653	26,2	[ 13,9 – 38,5 ]	2740	27,5	[ 8,4 – 46,5 ]	5375	24,3	[ 13,0 – 35,7 ]
Non	4043	9,9	[ 5,4 – 14,4 ]	1152	11,5	[ 5,0 – 18,1 ]	2338	10,6	[ 2,7 – 18,5 ]
<b>Séchage du linge à l'extérieur (3 derniers mois)</b>									
Oui, pour la totalité du linge lavé	14122	34,7	[ 26,3 – 43,1 ]	2454	24,6	[ 12,5 – 36,7 ]	7150	32,4	[ 17,5 – 47,2 ]
Oui, mais pas pour la totalité du linge lavé	10200	25,1	[ 12,3 – 37,9 ]	2651	26,6	[ 9,9 – 43,2 ]	4659	21,1	[ 12,5 – 29,7 ]
Non	16390	40,3	[ 23,7 – 56,8 ]	4878	48,9	[ -1,5 – 99,2 ]*	10293	46,6	[ 29,2 – 63,9 ]
<b>Animaux domestiques allant à l'extérieur (3 derniers mois)</b>									
Oui, un ou plusieurs	23886	58,7	[ 35,8 – 81,5 ]	6049	60,6	[ 17,6 – 103,6 ]	12151	55,0	[ 33,9 – 76,1 ]
Non	16827	41,3	[ 30,6 – 52,1 ]	3933	39,4	[ 22,8 – 56,0 ]	9951	45,0	[ 29,3 – 60,8 ]
<b>Exposition à la fumée de tabac (au quotidien)</b>									
Jamais ou presque jamais	37430	91,9	[ 61,8 – 122,1 ]	8422	84,4	[ 35,0 – 133,7 ]	20380	92,2	[ 58,4 – 126,0 ]
Moins d'une heure par jour ou plus	3282	8,1	[ 4,5 – 11,6 ]	1560	15,6	[ 1,8 – 29,4 ]	1722	7,8	[ 3,5 – 12,1 ]
<b>Activités professionnelles</b>									
<b>Activité professionnelle en lien avec le secteur agricole</b>									
Oui	1307	3,2	[ 1,9 – 4,5 ]	17	0,2	[ -0,06 – 0,4 ]*	772	3,5	[ 1,6 – 5,4 ]
Non	35731	87,8	[ 59,0 – 116,6 ]	9519	95,4	[ 43,2 – 147,6 ]	19435	87,9	[ 56,7 – 119,1 ]
Non concerné (pas d'activité)	3675	9,0	[ 3,4 – 14,7 ]	446	4,5	[ -0,6 – 9,5 ]*	1895	8,6	[ 3,4 – 13,8 ]

	Zones viticoles en période de traitement (N=40 712)			Zones non viticoles en période de traitement (N=9 989)			Zones viticoles en période hors traitement (N=22 102)		
	N	%	Intervalle de confiance à 95 % (IC95) (%)	N	%	Intervalle de confiance à 95 % (IC95) (%)	N	%	Intervalle de confiance à 95 % (IC95) (%)
<b>Utilisation professionnelle de pesticides (durée d'enquête)</b>									
Non	39990	98,2	[ 66,8 – 129,7 ]	9228	92,4	[ 44,9 – 140,0 ]	21969	99,4	[ 65,1 – 133,8 ]
Oui	723	1,8	[ 0,03 – 3,5 ]	755	7,6	[ -0,7 – 15,8 ]*	133	0,6	[ -0,07 – 1,3 ]*
<b>Utilisation professionnelle de pesticides par les autres membres du foyer (3 derniers mois)</b>									
Oui	2739	6,7	[ 3,5 – 9,9 ]	718	7,2	[ 1,8 – 12,6 ]	1244	5,6	[ 2,3 – 8,9 ]
Non et non concerné (pas d'autres membres)	37974	93,3	[ 64,3 – 122,2 ]	9265	92,8	[ 41,5 – 144,1 ]	20857	94,4	[ 60,3 – 128,5 ]
<b>Activités de loisirs</b>									
<b>Activités potentiellement exposantes aux pesticides (jardinage, composition florale, manipulation bois traités, etc.) (3 derniers mois)</b>									
Non	38518	94,6	[ 63,4 – 125,8 ]	9363	93,8	[ 41,2 – 146,4 ]	20878	94,5	[ 62,8 – 126,2 ]
Oui	2194	5,4	[ 3,3 – 7,5 ]	619	6,2	[ 0,4 – 12,1 ]	1223	5,5	[ 1,2 – 9,9 ]
<b>Utilisation de pesticides à domicile (durée d'enquête)</b>									
Non	34376	84,4	[ 57,8 – 111,1 ]	7405	74,2	[ 31,9 – 116,4 ]	21160	95,7	[ 61,5 – 130,0 ]
Oui	6337	15,6	[ 9,8 – 21,3 ]	2577	25,8	[ 9,4 – 42,2 ]	941	4,3	[ 0,9 – 7,6 ]

\* L'intervalle de confiance inclut la valeur 0,00 : cela signifie que la modalité a une probabilité non nulle d'avoir en réalité un effectif nul.

**Tableau 16 : Caractéristiques des foyers avec prélèvement de poussières (variables continues ; résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

	Zones viticoles en période de traitement (N=40 712)				Zones non viticoles en période de traitement (N=9 989)				Zones viticoles en période hors traitement (N=22 102)			
	P25	P50	P75	P95	P25	P50	P75	P95	P25	P50	P75	P95
<b>Caractéristiques du logement</b>												
Surface du logement (m²)	63	93	120	180	25	68	81	102	72	93	125	200
<b>Comportements et habitudes au sein du logement</b>												
Temps total passé à l'intérieur de son logement sur 14 jours* (h)	193	232	268	312	191	236	261	288	215	249	281	315
Durée d'aération sur 14 jours* (h)	12	24	53	127	27	44	78	202	2	5	9	38

\* Variables renseignées dans le carnet journalier



## 4.2 Données météorologiques des foyers

Les données météorologiques sont présentées en Annexe 23 pour information mais n'ont finalement pas pu être exploitées à ce stade pour expliquer les concentrations dans les poussières. Elles pourraient être intégrées dans le modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs en interaction avec les indicateurs spatialisés.

## 4.3 Environnement culturel des foyers

### 4.3.1 Méthode de construction des indicateurs associés à l'environnement culturel

Une cartographie des cultures dans les zones d'étude a été élaborée par l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE)/Observatoire du développement rural (ODR<sup>6</sup>) à partir des principales sources de données suivantes :

- le registre parcellaire graphique (RPG)<sup>7</sup>, millésime 2021 ;
- le casier viticole informatisé (CVI), millésime 2021 ;
- le RPG complété, millésime 2021 ;
- la couche OSO (télédétection)<sup>8</sup>, millésime 2021.

À partir de cette cartographie des cultures et des données issues de la banque nationale des ventes de produits phytopharmaceutiques par les distributeurs agréés (BNVD) spatialisée fournies par INRAE/ODR, plusieurs indicateurs ont été construits par Santé publique France (SpFrance) et l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) dans le but de caractériser l'environnement culturel à proximité des foyers concernés par le volet poussières (cf. 7.5.2 et Annexe 16 du Tome 0).

L'ensemble des indicateurs construits sont :

- la distance (m) à la parcelle viticole la plus proche (quelle que soit la surface de la parcelle) pour les foyers en zones viticoles ;
- la surface (ha) de la parcelle viticole la plus proche pour les foyers en zones viticoles ;
- les indicateurs spatialisés de niveau 1 qui décrivent la densité de vignes (ha et %) dans 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m autour des foyers en zones viticoles ;
- les indicateurs spatialisés de niveau 2 qui décrivent la quantité de substance active (kg) probablement utilisée au cours de la durée d'enquête sur les parcelles de vignes localisées dans 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m autour de chaque foyer localisé en zones viticoles. Ils sont renseignés pour la durée d'enquête de chaque foyer. Ils sont construits à partir des indicateurs spatialisés de niveau 1, des données issues de la BNVD spatialisée et de l'estimation de la temporalité des traitements par les substances actives pour l'année 2022 (calendrier de traitements établi à dire d'experts d'après les bulletins de santé du végétal et les enquêtes des fermes DEPHY) ;
- les indicateurs spatialisés de niveau 3 qui décrivent la quantité de substance active (kg) qui a probablement dérivé vers le foyer. Ils sont calculés à partir des indicateurs spatialisés de niveau 2 pour 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m en tenant compte des directions de vent locales (8 secteurs de vent). Ils sont renseignés pour la durée d'enquête de chaque foyer ;
- la quantité annuelle de substance active (kg) probablement utilisée sur les parcelles de vignes localisées dans 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m autour de chaque foyer localisé en zones viticoles en période de traitement. Cet indicateur est estimé à

<sup>6</sup> Anna Lungarska, Thomas Lecaé, Thomas Poméon, Pierre Cantelaube, Benjamin Lardot. Construction d'un parcellaire viticole et spatialisation de la BNVD. INRAE - US ODR. 2024.

<sup>7</sup> La localisation des îlots se fait à l'échelle du 1:5000 sur le fond photographique de la BD Ortho (IGN).

<sup>8</sup> La résolution est comprise entre 10 m et 60 m.

partir de l'indicateur spatialisé de niveau 1 et des données issues de la BNVD spatialisée pour l'année 2022 ;

- la densité (ha et %) des cultures autres que la vigne consommatrices de PPP dans 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m autour des foyers en zones viticoles et non viticoles.

Deux autres indicateurs contextuels sont également décrits :

- la part (%) de surface de vignes conduites en agriculture biologique (AB) sur la surface agricole totale du code postal d'appartenance du foyer ainsi que la part d'exploitations conduites en agriculture biologique sur le nombre total d'exploitations du code postal d'appartenance du foyer pour les foyers en zones viticoles et non viticoles ;
- la répartition (%) selon la technologie du matériel de pulvérisation utilisé à l'échelle du département pour les foyers en zones viticoles.

Le détail de la méthode de construction est présenté en Annexe 16 du Tome 0.

#### 4.3.2 Distance à la parcelle viticole la plus proche

Le Tableau 17 présente la distribution de la distance à la parcelle viticole la plus proche pour les foyers localisés en zones viticoles en période de traitement (N=40 712) et en période hors traitement (N=22 102) (distribution sous forme de box-plot disponible en Annexe 24). Quelle que soit la période, 90 % des foyers en zones viticoles sont localisés entre environ 15 m et 500 m de la parcelle viticole la plus proche. Toutefois, la médiane est plus faible en période hors traitement (109 m) qu'en période de traitement (143 m).

**Tableau 17 : Distance à la parcelle viticole la plus proche des foyers avec prélèvement de poussières (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

	Nombre de foyers représentés	Distance des foyers à la parcelle viticole la plus proche (m)				
	Effectif	P05	P25	P50 (médiane)	P75	P95
<b>Zones viticoles en période de traitement</b>	40 712	15	53	143	285	493
<b>Zones viticoles en période hors traitement</b>	22 102	16	43	109	247	512

La Figure 5 présente la répartition du nombre de foyers en zones viticoles par anneau de distance à la parcelle viticole la plus proche :

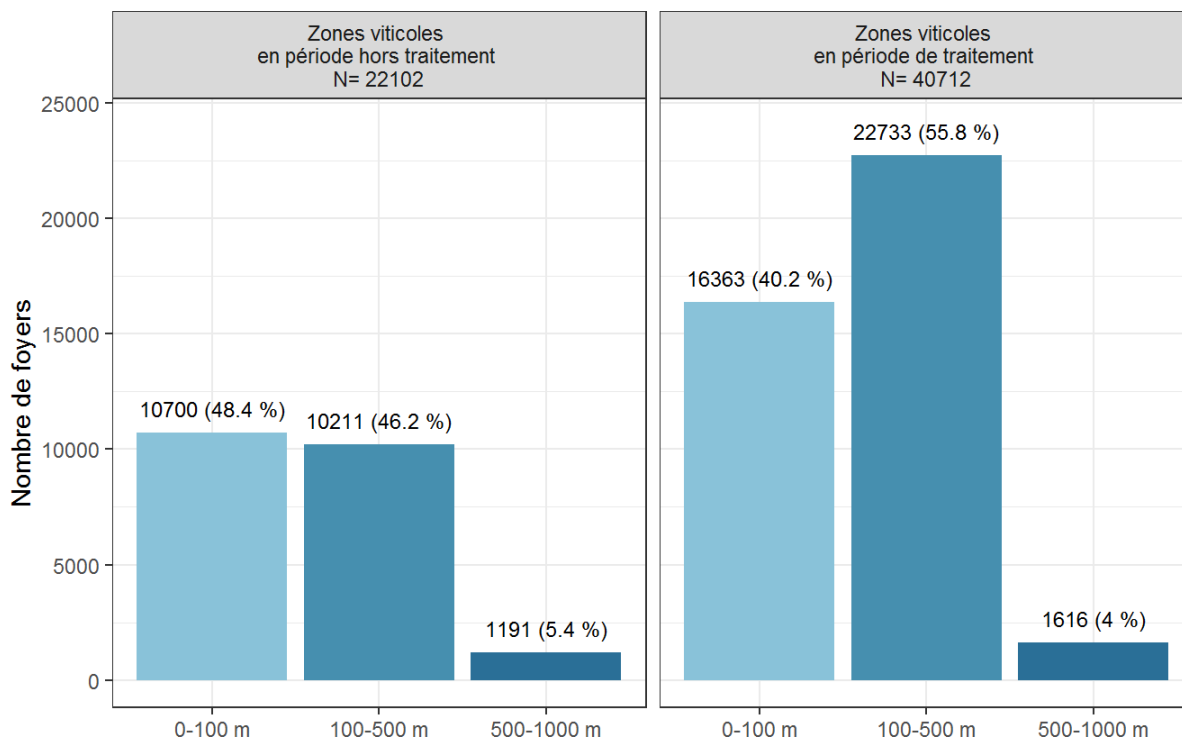
- en période de traitement, 40,2 %, 55,8 % et 4,0 % des foyers ont une distance à la première parcelle viticole comprise respectivement entre 0 et 100 m, 100 et 500 m et 500 et 1 000 m ;
- en période hors traitement, 48,4 %, 46,2 % et 5,4 % des foyers ont une distance à la première parcelle viticole comprise respectivement entre 0 et 100 m, 100 et 500 m, et 500 et 1 000 m.

Ainsi, la part de foyers avec une première parcelle viticole entre 100 et 500 m est plus importante d'environ 21 % en période de traitement qu'en période hors traitement.

Le protocole de l'étude PestiRiv<sup>9</sup>, qui prévoit que les foyers enquêtés soient situés entre 0 et 500 m de vignes, est donc respecté dans 95 % des cas en période hors traitement et dans

<sup>9</sup> [PestiRiv : Étude d'exposition aux pesticides chez les riverains de zones viticoles et non-viticoles. Protocole.](#)

96 % des cas en période de traitement. Les cas de non-respect du protocole<sup>10</sup> peuvent s'expliquer par le fait que les bases de données utilisées pour la construction de la couche géographique pour les indicateurs sont plus précises que celles utilisées pour le recrutement.



**Figure 5 : Répartition du nombre de foyers avec prélèvement de poussières par anneau de distance selon la distance à la parcelle viticole la plus proche (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

#### 4.3.3 Surface de la parcelle viticole la plus proche

Les surfaces de la parcelle viticole la plus proche des foyers en zones viticoles sont détaillées en Annexe 24. Pour 90 % des foyers, elles s'échelonnent :

- en période de traitement, entre 0,02 et 23,7 ha avec une médiane à 0,6 ha ;
- en période hors traitement, entre 0,01 et 23,7 ha avec une médiane à 0,5 ha.

#### 4.3.4 Indicateurs spatialisés de niveau 1

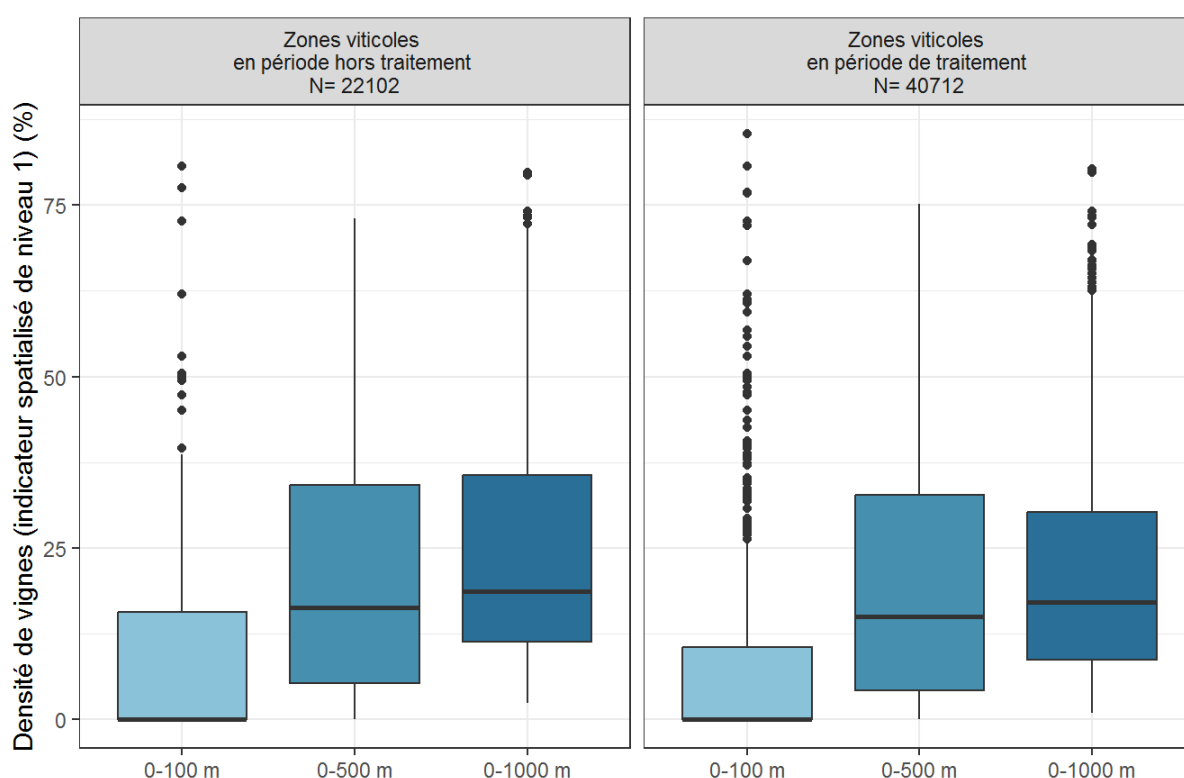
Les indicateurs spatialisés de niveau 1 décrivent la densité de vignes selon 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m autour des foyers en zones viticoles.

<sup>10</sup> L'écart au protocole reste négligeable dans la majorité des cas. En période hors traitement et en période de traitement, les médianes de la distance des foyers compris dans l'anneau de distance 500-1 000 m sont respectivement de 513 m et 625 m. Dans les deux cas, le 95<sup>ème</sup> percentile est égal à 662 m.

La Figure 6 et le Tableau 18 présentent la distribution de cet indicateur (%) en période de traitement (N=40 712) et en période hors traitement (N=22 102). Pour 90 % des foyers, les indicateurs spatialisés de niveau 1 se répartissent comme suit :

- En période de traitement :
  - pour le cercle de rayon 100 m, entre 0 % et 59 % (médiane à 0 %) ;
  - pour le cercle de rayon 500 m, entre 0,01 % et 64 % (médiane à 15 %) ;
  - pour le cercle de rayon 1 000 m, entre 4 % et 63 % (médiane à 17 %).
- En période hors traitement :
  - pour le cercle de rayon 100 m, entre 0 % et 31 % (médiane à 0 %) ;
  - pour le cercle de rayon 500 m, entre 0 % et 62 % (médiane à 16 %) ;
  - pour le cercle de rayon 1 000 m, entre 5 % et 69 % (médiane à 19 %).

Ainsi, **la distribution des indicateurs spatialisés de niveau 1 est globalement similaire quelle que soit la période**. Il est rappelé que la densité de vignes dépend de la surface de vignes présente dans un cercle de rayon considéré : elle n'augmente donc pas nécessairement avec le rayon.



**Figure 6 : Densité de vignes (%) selon 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m (indicateurs spatialisés de niveau 1) autour des foyers avec prélèvement de poussières (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

**Tableau 18 : Densité de vignes (%) selon 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m (indicateurs spatialisés de niveau 1) des foyers avec prélèvement de poussières (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

	Nombre de foyers représentés	Rayon du cercle autour des foyers (m)	Densité de vignes (%) (indicateurs spatialisés de niveau 1)				
	Effectif		P05	P25	P50 (médiane)	P75	P95
<b>Zones viticoles en période de traitement</b>	40 712	100	0	0	0	10,5	59,4
		500	0,01	4,3	14,9	32,7	63,8
		1 000	3,9	8,7	17,0	30,2	62,6
<b>Zones viticoles en période hors traitement</b>	22 102	100	0	0	0	15,6	30,7
		500	0	5,2	16,3	34,1	62,3
		1 000	4,6	11,2	18,6	35,6	68,7

Le Tableau 19 précise le pourcentage de foyers en zones viticoles pour lesquels des vignes sont présentes dans les 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m. En accord avec les résultats présentés dans les paragraphes 4.3.2 et 4.3.3, quelle que soit la période :

- la totalité des foyers ont des vignes présentes dans un cercle de rayon 1 000 m ;
- la majorité des foyers ont des vignes présentes dans un cercle de rayon 500 m (95 % en période hors traitement et 96 % en période de traitement) ;
- moins de 50 % des foyers ont des vignes présentes dans un cercle de rayon 100 m (40 % en période de traitement et 48 % en période hors traitement).

**Tableau 19 : Nombre de foyers en zones viticoles avec prélèvement de poussières ayant des vignes présentes dans 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m (indicateurs spatialisés de niveau 1) (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

	Nombre de foyers représentés	Rayon du cercle autour des foyers (m)	Foyers avec présence de vignes (densité de vignes ≠ 0)	
	Effectif		Effectif	Pourcentage (%)
<b>Zones viticoles en période de traitement</b>	40 712	100	16 363	40,2
		500	39 097	96,0
		1 000	40 712	100
<b>Zones viticoles en période hors traitement</b>	22 102	100	10 700	48,4
		500	20 910	94,6
		1 000	22 102	100

La description des indicateurs spatialisés de niveau 1 exprimée en surface de vignes (ha) pour les foyers en zones viticoles est disponible en Annexe 24.

Les foyers localisés en zones non viticoles ont tous des surfaces de vignes nulles dans les 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m.

#### 4.3.5 Indicateurs spatialisés de niveau 2

Les indicateurs spatialisés de niveau 2 estiment la quantité de substance active (kg) probablement utilisée pendant la durée d'enquête sur les parcelles de vignes localisées dans 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m autour de chaque foyer localisé en zones viticoles. Les distributions globale et temporelle des indicateurs sont présentées respectivement en

Annexe 25 et Annexe 26. Chaque substance présente un profil d'utilisation spécifique dans le temps et dans l'espace.

À noter que les indicateurs spatialisés de niveau 2 n'ont pas été construits pour le cuivre acido-soluble. En effet, les données de la BNVD spatialisée documentent le cuivre total sans distinguer la part de cuivre acido-soluble caractérisé lors de l'analyse chimique (cf. Annexe 4).

### Bilan général

**39 substances ont été probablement utilisées au moins une fois au cours de la période de traitement et de la période hors traitement** autour des foyers concernés par le volet poussières, parmi lesquelles :

- 6 substances (flumioxazine, glyphosate, napropamide, pendiméthaline, trifloxystrobine, oryzalin) sont probablement utilisées au moins une fois au cours de la période hors traitement et au cours de la période de traitement. Il s'agit d'herbicides, sauf la trifloxystrobine qui est un fongicide ;
- 1 substance herbicide (propyzamide) est probablement utilisée uniquement en période hors traitement ;
- 32 substances sont probablement utilisées uniquement en période de traitement.

### Description pour les foyers en zones viticoles en période de traitement

Les résultats des indicateurs spatialisés de niveau 2 indiquent que **pendant la période de traitement de l'étude PestiRiv (14/03/2022 au 06/09/2022), 38 substances parmi les 47 substances recherchées ont été probablement utilisées sur les vignes** localisées dans un cercle de rayon 1 000 m autour des foyers ayant réalisé la collecte des poussières, **avec toutefois des niveaux d'utilisation variables dans le temps et dans l'espace selon les substances** (cf. Tableau 20) :

- le fosétyl-aluminium et le cuivre sont utilisés autour de plus de 90 % des foyers localisés dans les 6 régions tout au long de la période de traitement ;
- le glyphosate, le cyazofamide, le difénoconazole, le folpel et le diméthomorphe sont utilisés autour d'environ 80 % à 90 % des foyers localisés dans les 6 régions tout au long de la période de traitement (parfois jusqu'à fin juillet) ;
- le cymoxanil, la métrafénone, l'amétoctradine et le fluopicolide sont utilisés autour d'environ 50 % à 80 % des foyers localisés dans les 6 régions tout au long de la période de traitement (parfois jusqu'à fin juillet) ;
- la trifloxystrobine est utilisée autour d'environ 50 % à 80 % des foyers localisés dans les 6 régions entre mai et juillet ;
- 9 substances (spiroxamine, lambda-cyhalothrine, deltaméthrine, amisulbrom, tébuconazole, métalaxyl, étofenprox, iprovalicarbe, cyperméthrine) sont utilisées autour d'environ 10 % à 50 % des foyers localisés dans les 6 régions tout au long de la période de traitement ;
- 6 substances (fluopyrame, cyprodinil, pyriméthanil, boscalid, fluxapyroxade, fenhexamide) sont utilisées autour d'environ 10 % à 50 % des foyers localisés dans les 6 régions entre mai et juillet ;
- le krésoxim-méthyl et le tau-fluvalinate sont utilisées autour d'environ 9 % des foyers localisés dans les 6 régions (hors Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) pour tau-fluvalinate) entre mai et juin/juillet ;
- le napropamide, la flumioxazine et la pendiméthaline sont utilisés autour respectivement de 9 % (Bourgogne-Franche-Comté (BFC), Nouvelle-Aquitaine (NA), Occitanie (OCC) et PACA), 9 % (BFC, NA, OCC et PACA) et 2 % (NA, OCC et PACA) des foyers entre mars et avril ;
- la pyraclostrobine, la mépanipyrimine et l'acrinathrine sont utilisés autour respectivement de 9 % (6 régions), 4 % (Grand-Est (GE), NA et OCC) et 1 % (BFC, GE, NA et OCC) des foyers entre mai et juin/juillet ;

- l'esfenvalérate et l'azoxystrobine sont utilisés autour de respectivement 5 % (BFC, GE, NA et OCC) et 1 % (BFC, GE, OCC et PACA) des foyers entre mai et juillet ;
- l'oryzalin est utilisé autour d'environ 0,1 % des foyers localisés en NA début avril.

#### Description pour les foyers en zones viticoles en période hors traitement

Les indicateurs spatialisés de niveau 2 indiquent que **pendant la période hors traitement de l'étude PestiRiv (30/10/2021 au 28/02/2022), les substances recherchées n'ont probablement pas été utilisées sur les vignes** localisées dans un cercle de rayon 1 000 m autour des foyers ayant réalisé la collecte des poussières **sauf de façon très ponctuelle ou locale pour 7 substances** :

- l'oryzalin et la pendiméthaline sont utilisés dans des traitements herbicides autour d'environ 0,1 % des foyers très ponctuellement début janvier et localement (Marne (51) pour l'oryzalin ; Marne (51) et Gard (30) pour la pendiméthaline) ;
- la trifloxystrobine est utilisée autour d'environ 1 % des foyers dans des traitements fongicides contre l'excoriose dans l'Aude (11) en février ;
- la flumioxazine, le napropamide et le glyphosate sont utilisés autour d'environ 6 à 8 % des foyers dans des traitements herbicides à partir de mi-février en GE, NA, PACA et OCC ;
- le propyzamide est utilisé autour d'environ 31 % des foyers dans des traitements herbicides entre mi-décembre 2021 fin février 2022 dans toutes les régions.

#### Cohérence des estimations d'utilisation des substances avec leur approbation au niveau européen

Le Tableau 21 synthétise l'information sur l'utilisation probable de 47 substances pour l'ensemble des foyers, en précisant le statut d'approbation des substances au niveau européen (pour rappel, l'indicateur spatialisé de niveau 2 n'a pas été calculé pour le cuivre acido-soluble).

Les indicateurs spatialisés de niveau 2 sont cohérents par rapport aux approbations des substances actives phytopharmaceutiques au niveau européen :

- parmi les 39 substances probablement utilisées au moins une fois dans un cercle de rayon 1 000 m autour des foyers :
  - o 37 sont approuvées au niveau européen ;
  - o 2 ne sont pas approuvées (oryzalin et acrinathrine), mais les descriptions temporelles des indicateurs spatialisés de niveau 2 sont en accord avec les dates de fin d'utilisation (oryzalin : fin d'utilisation au 31/05/2022 ; indoxacarbe : fin d'utilisation au 31/12/2022).
- parmi les 8 substances probablement jamais utilisées dans un cercle de rayon 1 000 m autour des foyers :
  - o 7 ne sont pas approuvées (dont 2 avec une fin d'utilisation au 31/05/2022) ;
  - o 1 (chlorantraniliprole) est approuvée mais a une fin d'utilisation sur vignes en France au 21/02/2022.



**Tableau 20 : Utilisation probable des 38 substances parmi les 47 substances recherchées sur les vignes localisées dans un cercle de rayon 1 000 m autour des foyers avec prélèvement de poussières en zones viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Substance	N° CAS	Foyers concernés	Régions*						Période de traitement en zones viticoles (14/03/2022 au 06/09/2022)*						
			Auvergne -Rhône- Alpes	Bourgogne- Franche- Comté	Grand Est	Nouvelle- Aquitaine	Occitanie	Provence -Alpes- Côte d'Azur	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.
fosétyl-aluminium	15845-66-6	≥ 90 %													
cuivre	7440-50-8	≥ 90 %													
glyphosate	1071-83-6	80 % - 90 %													
cyazofamide	120116-88-3	80 % - 90 %													
difénoconazole	119446-68-3	80 % - 90 %													
folpel	133-07-3	80 % - 90 %													
diméthomorphe	110488-70-5	80 % - 90 %													
cymoxanil	57966-95-7	50 % - 80 %													
métrafénone	220899-03-6	50 % - 80 %													
amétoctradine	865318-97-4	50 % - 80 %													
fluopicolide	239110-15-7	50 % - 80 %													
trifloxytrobine	141517-21-7	50 % - 80 %													
spiroxamine	118134-30-8	10 % - 50 %													
lambda-cyhalothrine	91465-08-6	10 % - 50 %													
deltaméthrine	52918-63-5	10 % - 50 %													
amisulbrom	348635-87-0	10 % - 50 %													
tébuconazole	107534-96-3	10 % - 50 %													
métalaxyl	70630-17-0	10 % - 50 %													
étofenprox	80844-07-1	10 % - 50 %													
iprovalicarbe	140923-17-7	10 % - 50 %													
cyperméthrine	52315-07-8	10 % - 50 %													
fluopyrame	658066-35-4	10 % - 50 %													
cyprodinil	121552-61-2	10 % - 50 %													
pyriméthanil	53112-28-0	10 % - 50 %													
boscalid	188425-85-6	10 % - 50 %													
fluxapyroxade	907204-31-3	10 % - 50 %													
fenhexamide	126833-17-8	10 % - 50 %													
krésoxim-méthyl	143390-89-0	9 %													
tau-fluvalinate	102851-06-9	9 %													

Substance	N° CAS	Foyers concernés	Régions*						Période de traitement en zones viticoles (14/03/2022 au 06/09/2022)*						
			Auvergne -Rhône- Alpes	Bourgogne- Franche- Comté	Grand Est	Nouvelle- Aquitaine	Occitanie	Provence -Alpes- Côte d'Azur	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.
napropamide	15299-99-7	9 %													
flumioxazine	103361-09-7	9 %													
pendiméthaline	40487-42-1	2 %													
pyraclostrobine	175013-18-0	9 %													
mépanipyrime	110235-47-7	4 %													
acrinathrine	101007-06-1	1 %													
esfenvalérate	66230-04-4	5 %													
azoxystrobine	131860-33-8	1 %													
oryzalin	19044-88-3	0,1 %													

\*Les cases colorées correspondent à une région/période avec utilisation probable de la substance.

**Tableau 21 : Estimation des utilisations de 47\* substances analysées dans les poussières et cohérence avec les approbations des substances actives phytopharmaceutiques au niveau européen. PestiRiv, France, 2021-2022.**

		POUSSIERES - Foyers en zones viticoles							
		Indicateur spatialisé de niveau 2 en <u>période de traitement</u>			Indicateur spatialisé de niveau 2 en <u>période hors traitement</u>				
Nom substance	N° CAS	100 m	500 m	1 000 m	100 m	500 m	1 000 m	Statut EU PPP (A = autorisé ; NA = non autorisé)	Fin d'utilisation
propyzamide	23950-58-5				X	X	X	A	
flumioxazine	103361-09-7	X	X	X	X	X	X	A	
glyphosate	1071-83-6	X	X	X	X	X	X	A	
napropamide	15299-99-7	X	X	X	X	X	X	A	
pendiméthaline	40487-42-1	X	X	X		X	X	A	
trifloxystrobine	141517-21-7	X	X	X		X	X	A	
oryzalin	19044-88-3		X	X		X	X	NA	Fin d'utilisation : 31/05/2022
acrinathrine	101007-06-1	X	X	X				NA	Fin d'utilisation : 31/12/2022
amétoctradine	865318-97-4	X	X	X				A	
amisulbrom	348635-87-0	X	X	X				A	
azoxystrobine	131860-33-8	X	X	X				A	
boscalid	188425-85-6	X	X	X				A	
cuivre	7440-50-8	X	X	X				A	
cyazofamide	120116-88-3	X	X	X				A	
cymoxanil	57966-95-7	X	X	X				A	
cyperméthrine	52315-07-8	X	X	X				A	
cyprodinil	121552-61-2	X	X	X				A	
deltaméthrine	52918-63-5	X	X	X				A	
difénoconazole	119446-68-3	X	X	X				A	
diméthomorphe	110488-70-5	X	X	X				A	
esfenvalérate	66230-04-4	X	X	X				A	

		POUSSIERES - Foyers en zones viticoles							
		Indicateur spatialisé de niveau 2 en <u>période de traitement</u>			Indicateur spatialisé de niveau 2 en <u>période hors traitement</u>				
Nom substance	N° CAS	100 m	500 m	1 000 m	100 m	500 m	1 000 m	Statut EU PPP (A = autorisé ; NA = non autorisé)	Fin d'utilisation
étofenprox	80844-07-1	X	X	X				A	
fenhexamide	126833-17-8	X	X	X				A	
fluopicolide	239110-15-7	X	X	X				A	
fluopyrame	658066-35-4	X	X	X				A	
fluxapyroxade	907204-31-3	X	X	X				A	
folpel	133-07-3	X	X	X				A	
fosétyl-aluminium	15845-66-6	X	X	X				A	
iprovalicarbe	140923-17-7	X	X	X				A	
krésoxim-méthyl	143390-89-0	X	X	X				A	
lambda-cyhalothrine	91465-08-6	X	X	X				A	
mépanipyrime	110235-47-7	X	X	X				A	
métalaxyl	70630-17-0	X	X	X				A	
métrafénone	220899-03-6	X	X	X				A	
pyraclostrobine	175013-18-0	X	X	X				A	
pyriméthanil	53112-28-0	X	X	X				A	
spiroxamine	118134-30-8	X	X	X				A	
tau-fluvalinate	102851-06-9	X	X	X				A	
tébuconazole	107534-96-3	X	X	X				A	
carbétamide	16118-49-3							NA	Fin d'utilisation : 31/05/2022
chlorantraniliprole	500008-45-7							A	Fin d'utilisation sur vignes en France: 21/02/2022
chlorpyriphos-méthyl	5598-13-0							NA	Fin d'utilisation : 16/04/2020
cyfluthrine	68359-37-5							NA	Fin d'utilisation : 20/07/2021
myclobutanil	88671-89-0							NA	Fin d'utilisation : 31/05/2022

		POUSSIÈRES - Foyers en zones viticoles							
		Indicateur spatialisé de niveau 2 en <u>période de traitement</u>			Indicateur spatialisé de niveau 2 en <u>période hors traitement</u>				
Nom substance	N° CAS	100 m	500 m	1 000 m	100 m	500 m	1 000 m	Statut EU PPP (A = autorisé ; NA = non autorisé)	Fin d'utilisation
quinoxifène	124495-18-7							NA	Fin d'utilisation : 27/03/2020
thiaméthoxame	153719-23-4							NA	Fin d'utilisation : 19/12/2018
triadiménol	55219-65-3							NA	Fin d'autorisation : 31/08/2019

**Légende :**

X	Au moins une utilisation pour un foyer
	Aucune utilisation

\* Indicateur spatialisé de niveau 2 non calculé pour le cuivre acido-soluble.

### 4.3.6 Indicateurs spatialisés de niveau 3

Les indicateurs spatialisés de niveau 3 estiment la quantité de substance active (kg) probablement utilisée pendant la durée d'enquête sur les parcelles de vignes localisées dans 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m autour de chaque foyer localisé en zones viticoles et qui a probablement dérivé en fonction du vent vers le foyer pendant la durée d'enquête. Ils sont calculés pour chacun des 3 cercles à partir des indicateurs spatialisés de niveau 2 en tenant compte des directions de vent locales (8 secteurs de vent). Les distributions globale et temporelle sont présentées respectivement en Annexe 27 et Annexe 28.

Les indicateurs spatialisés de niveau 3 étant estimés à partir des indicateurs spatialisés de niveau 2, les conclusions sont globalement similaires à celles formulées pour les indicateurs spatialisés de niveau 2 en termes de substances représentées selon la période et les 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m (Annexe 29), sauf pour 10 substances (métalaxyl, tébuconazole, amisulbrom, iprovalicarbe, cyperméthrine, mépanipyrime, krésoxim-méthyl, esfenvalérate, azoxystrobine, acrinathrine) en période de traitement pour le cercle de rayon 100 m.

**Par construction, la quantité de substance qui a probablement dérivé vers les foyers en tenant compte de la direction des vents est plus faible que la quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon donné.** À noter que la baisse observée entre les maximums des indicateurs spatialisés des niveaux 2 et 3 est comprise selon les substances entre -58 % et -94 % en période hors traitement, et entre -46 % et -100 % en période de traitement (Annexe 29).

### 4.3.7 Quantités annuelles de substance active

La quantité annuelle de substance active (kg) probablement utilisée sur les parcelles de vignes localisées dans les 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m autour de chaque foyer localisé en zones viticoles en période de traitement est estimée à partir des indicateurs spatialisés de niveau 1 et des données issues de la BNVD spatialisée pour l'année 2022. Les paramètres de distribution associés sont présentés en Annexe 30.

Le Tableau 22 synthétise le pourcentage de foyers pour lesquels la quantité annuelle de substance active probablement utilisée est différente de 0. **Quel que soit le rayon de distance considéré, les quantités annuelles de substance active probablement utilisées sur l'année 2022 sont nulles pour 100 % des foyers pour 7 substances** (carbétamide, chlorpyrifos-méthyl, cyfluthrine, myclobutanil, quinoxyfène, thiaméthoxame et triadiménol). **Pour les 40 autres substances actives, une utilisation probable sur l'année 2022 est retrouvée dans un cercle de rayon 1 000 m pour 1,1 % (azoxystrobine) à 100 % (glyphosate) des foyers.**

**Tableau 22 : Part de foyers avec une utilisation probable en 2022 de substances actives dans les 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m autour des foyers concernés par le volet poussières (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Nom substance	N° CAS	Part de foyers en zones viticoles en période de traitement (N=40 712) avec quantité annuelle de substance active > 0 (%)		
		100 m	500 m	1 000 m
glyphosate	1071-83-6	39,8	95,7	100
cuivre	7440-50-8	40,0	94,3	98,7
difénoconazole	119446-68-3	38,3	93,3	98,7
fluopyrame	658066-35-4	36,5	90,1	98,7
fosétyl-aluminium	15845-66-6	39,2	92,9	98,7
trifloxystrobine	141517-21-7	38,0	90,1	98,7
amétoctadine	865318-97-4	38,5	90,5	95,3
fluopicolide	239110-15-7	37,6	89,4	95,3
métrafénone	220899-03-6	37,5	90,4	95,2
cymoxanil	57966-95-7	31,4	88,4	95,1
cyazofamide	120116-88-3	34,2	86,2	93,9
diméthomorphe	110488-70-5	37,6	86,4	93,8
folpel	133-07-3	37,6	83,8	91,1
deltaméthrine	52918-63-5	22,4	71,1	83,7
tau-fluvalinate	102851-06-9	31,5	74,1	83,3
lambda-cyhalothrine	91465-08-6	21,4	75,0	80,7
napropamide	15299-99-7	22,9	59,2	67,8
flumioxazine	103361-09-7	25,7	60,8	67,1
cyprodinil	121552-61-2	21,4	56,2	66,5
étofenprox	80844-07-1	20,0	52,3	57,7
spiroxamine	118134-30-8	16,7	42,1	50,3
cyperméthrine	52315-07-8	6,3	35,3	49,6
boscalid	188425-85-6	8,6	34,3	42,3
esfenvalérate	66230-04-4	2,9	27,6	41,8
pyriméthanil	53112-28-0	8,5	30,1	38,9
propyzamide	23950-58-5	18,8	35,1	38,2
fluxapyroxade	907204-31-3	14,3	33,1	37,2
chlorantraniliprole	500008-45-7	4,4	23,6	34,4
tébuconazole	107534-96-3	8,4	26,7	30,3
amisulbrom	348635-87-0	8,4	27,5	29,0
métalaxyl	70630-17-0	7,9	23,6	28,2
fenhexamide	126833-17-8	10,8	23,5	26,8
pyraclostrobine	175013-18-0	2,4	17,4	24,8
krésoxim-méthyl	143390-89-0	6,6	20,5	22,6
iprovalicarbe	140923-17-7	3,4	16,1	19,1
pendiméthaline	40487-42-1	6,4	10,6	14,4
mépanipyrimine	110235-47-7	2,2	6,3	6,9
acrinathrine	101007-06-1	0,3	3,9	6,0
oryzalin	19044-88-3	2,1	3,1	3,2
azoxystrobine	131860-33-8	0,7	1,1	1,1
carbétamide	16118-49-3	0	0	0
chlorpyriphos-méthyl	5598-13-0	0	0	0
cyfluthrine	68359-37-5	0	0	0
myclobutanil	88671-89-0	0	0	0
quinoxifène	124495-18-7	0	0	0
thiaméthoxame	153719-23-4	0	0	0
triadiménol	55219-65-3	0	0	0
cuivre acido-soluble	7440-50-8			



#### 4.3.8 Densité des cultures autres que la vigne consommatrices de PPP

Le Tableau 23 détaille les paramètres statistiques associés à l'occupation du sol par les cultures autres que la vigne consommatrices de PPP (blé, céréales, colza, féverole fourrage, cultures industrielles, légumes, maïs, oléagineux, olive, orge, pommes de terre, protéagineux, soja, tournesol, vergers, légumineuses fourragères) dans 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m autour des foyers en zones viticoles en période de traitement (N=40 712) et en période hors traitement (N=22 102), et des foyers en zones non viticoles en période de traitement (N=9 982). Le Tableau 24 précise le pourcentage de foyers avec une densité non nulle de cultures autres que la vigne selon les 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m. Il ressort ainsi :

- en zones viticoles quelle que soit la période :
  - o dans un rayon de 100 m, 97 % des foyers ont une densité nulle de cultures autres que la vigne. Pour les 3 % restants, la présence de cultures autres que la vigne est négligeable (moins de 0,5 % de la surface) ;
  - o dans un rayon de 500 m et 1 000 m, respectivement 82 % et 60 % des foyers ont une densité nulle de cultures autres que la vigne. Pour les foyers restants, la présence des cultures autres que la vigne reste négligeable dans la majorité des cas (P95 compris entre 0,3 % et 2,2 %).
- en zones non viticoles en période de traitement :
  - o dans un rayon de 100 m, aucune culture autre que la vigne n'est présente autour des foyers ;
  - o dans un rayon de 500 m et 1 000 m, respectivement 92 % et 70 % des foyers ont une densité nulle de cultures autres que la vigne. Pour les foyers restants, la présence des cultures autres que la vigne est négligeable (moins de 1,5 % de la surface).

**Le protocole qui prévoit que les foyers enquêtés soient situés à plus de 1 000 mètres d'autres cultures agricoles (hors prairies permanentes, estives et landes) est donc globalement respecté.** Les cas de non-respect du protocole peuvent s'expliquer par le fait que les bases de données utilisées pour la construction de la couche géographique pour les indicateurs sont plus précises que celles utilisées pour le recrutement.

**Tableau 23 : Densité de cultures autres que la vigne (%) selon 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m autour des foyers concernés par le volet poussières (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

	Nombre de foyers représentés	Rayon du cercle autour des foyers (m)	Densité des cultures autres que la vigne consommatrices de produits phytopharmaceutiques (%)				
			P05	P25	P50 (médiane)	P75	P95
<b>Zones viticoles en période de traitement</b>	40 712	100	0	0	0	0	0
		500	0	0	0	0	0,3
		1 000	0	0	0	0,1	1,3
<b>Zones non viticoles en période de traitement</b>	9 982	100	0	0	0	0	0
		500	0	0	0	0	0,1
		1 000	0	0	0	0,05	1,5
<b>Zones viticoles en période hors traitement</b>	22 102	100	0	0	0	0	0
		500	0	0	0	0	0,7
		1 000	0	0	0	0,5	2,2

**Tableau 24 : Nombre de foyers concernés par le volet poussières selon la densité de cultures autres que la vigne (%) selon 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

	Nombre de foyers représentés	Rayon du cercle autour des foyers (m)	Foyers avec densité de cultures autres que la vigne nulle	
			Effectif	Pourcentage (%)
<b>Zones viticoles en période de traitement</b>	40 712	100	39 607	97
		500	33 237	82
		1 000	24 395	60
<b>Zones non viticoles en période de traitement</b>	9 982	100	9 982	100
		500	9 200	92
		1 000	6 964	70
<b>Zones viticoles en période hors traitement</b>	22 102	100	21 734	98
		500	17 827	81
		1 000	13 310	60

La description de la surface de cultures autres que la vigne (ha) est disponible en Annexe 24.

#### 4.3.9 Part de surface de vignes et d'exploitations viticoles conduites en agriculture biologique

Les distributions associées à la part de surface de vignes et au nombre d'exploitations viticoles conduites en agriculture biologique sont décrites pour les codes postaux des foyers en Annexe 24. En zones viticoles, quelle que la soit la période :

- la part de surface de vignes conduites en agriculture biologique sur la surface totale de vignes rattachée aux codes postaux des foyers est comprise entre 0 % et 52 % pour 90 % des foyers, avec une médiane à 11 % ;
- la part d'exploitations viticoles conduites en agriculture biologique rattachée aux codes postaux des foyers est comprise entre 0 % et 50 % pour 90 % des foyers, avec une médiane à 13 %.

#### 4.3.10 Type de matériel de pulvérisation

Le type de matériel de pulvérisation peut impacter la dispersion atmosphérique des gouttelettes de pulvérisation. Ainsi, en complément des indicateurs précédents, les répartitions du matériel de pulvérisation selon la technologie (Groupe 1 : matériel axial et canon ; Groupe 2 : voute, jet dirigé ; Groupe 3 : face par face) et le pourcentage de pulvérisateurs en face par face (Groupe 3) sont détaillées en Annexe 24. La technologie du Groupe 3 est considérée comme la plus protectrice vis-à-vis de la dérive<sup>11</sup>. Il ressort que :

- en zones viticoles en période de traitement, la part de matériel du Groupe 2 est majoritaire en GE-Alsace, OCC et PACA ; celle du Groupe 3 est majoritaire en GE-Champagne, NA et Côte d'Or ; celle du groupe 1 dans le Rhône et en Saône-et-Loire ;
- la part de pulvérisateurs en face par face (Groupe 3) est supérieure à 50 % pour 62 % et 73 % des foyers en zones viticoles respectivement en période de traitement et en période hors traitement.

<sup>11</sup> D'après les références techniques de l'institut technique de la vigne et du vin ([https://www.vignevin.com/wp-content/uploads/2019/03/CAHIER\\_PULVE.pdf](https://www.vignevin.com/wp-content/uploads/2019/03/CAHIER_PULVE.pdf)), il est admis que les appareils de pulvérisation face par face (à jet porté) ont un potentiel de réduction de la dérive des produits phytosanitaires appliqués supérieur à celui d'autres configurations. En effet, ces appareils permettent d'optimiser la répartition de la pulvérisation et réduit les doses de produits appliquées à l'hectare.

Cependant, ces informations s'avèrent difficiles à exploiter car d'autres facteurs peuvent aussi entrer en jeu dans la propension d'un matériel donné à générer une plus ou moins grande dispersion atmosphérique des gouttes de pulvérisation, telle que l'usure et l'entretien des buses. De plus, une description à l'échelle du département n'est pas assez précise pour pouvoir prendre en compte cette information de manière pertinente.

## 5 CONTAMINATION DES POUSSIÈRES

### Avertissement

L'Annexe 31 met à disposition les résultats avant prise en compte de la pondération pour les 449 échantillons collectés en zones viticoles en période de traitement, les 113 échantillons collectés en zones non viticoles en période de traitement et les 228 échantillons collectés en zones viticoles en période hors traitement : limites analytiques (ng/g), fréquences de détection et de quantification, et paramètres de distribution des concentrations (concentration minimale ( $C_{\min}$ ), 5<sup>ème</sup> centile (P5), 25<sup>ème</sup> centile (P25), 50<sup>ème</sup> centile ou concentration médiane (P50), 75<sup>ème</sup> centile (P75), 95<sup>ème</sup> centile (P95) et concentration maximale ( $C_{\max}$ )).

Cette partie présente la contamination des poussières après application des poids de sondage. À noter que les concentrations minimales et maximales ne peuvent pas être exprimées à l'échelle des foyers représentés.

### 5.1 Contamination en zones viticoles en période de traitement

#### 5.1.1 Résultats par substance tous foyers confondus sur l'ensemble de la période de traitement

##### *5.1.1.1 Bilan synthétique*

Le Tableau 25 présente, pour chaque substance, le nombre de foyers représentés par les résultats<sup>12</sup>, les limites analytiques en termes de détection  $C_{LD}$  et quantification  $C_{LQ}$  (ng/g), les fréquences de détection et de quantification et les paramètres de distribution des concentrations.

---

<sup>12</sup> Sur les 449 échantillons de poussières, entre 403 et 432 échantillons sont analysés selon les substances (cf. Annexe 10). C'est pourquoi le nombre de foyers représentés correspondant oscille entre 33169 et 38482.

**Tableau 25 : Nombre de foyers représentés, limites analytiques, fréquences de détection et de quantification et concentrations (ng/g) des 48 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Nom substance	N° CAS	Nombre de foyers représentés	C <sub>LD</sub> <sup>(a)</sup> (ng/g)	C <sub>LQ</sub> <sup>(b)</sup> (ng/g)	Fréquence de détection (FD) (%)	Fréquence de quantification (FQ) (%)	P5 (ng/g)	P25 (ng/g)	P50 (ng/g)	P75 (ng/g)	P95 (ng/g)
cuivre	7440-50-8	37 496	15 000	30 000	100	99,9	69 000	108 000	170 000	264 000	428 000
cuivre acido-soluble	7440-50-8	37 496	10 000	20 000	100	99,9	43 000	67 000	97 000	149 000	239 000
azoxystrobine	131860-33-8	35 940	0,2	0,5	100	99,9	2,53	6,29	14,77	32,39	216,96
difénoconazole	119446-68-3	37 928	0,2	0,5	100	99,9	2,92	6,98	14,32	38,04	130,2
amétoctradine	865318-97-4	36 039	0,4	1	100	99,8	6,05	31,1	78,29	249,42	788,15
diméthomorphe	110488-70-5	37 936	0,2	0,5	99,9	99,8	2,2	8,17	28,26	64,26	338,42
boscalid	188425-85-6	37 936	1	2,5	99,9	97,7	3,8	7,9	16,5	32,6	90,8
glyphosate	1071-83-6	37 988	25	63	99,8	94,0	57	168	351	1278	16469
métrafène	220899-03-6	36 727	1	2,5	95,9	86,3	1,3	4,1	9,9	25,7	108,9
tébuconazole	107534-96-3	38 482	2	5	94,5	92,3	<LD	14,5	27,6	57,8	283,1
cyperméthrine	52315-07-8	38 482	10	25	92,3	89,6	<LD	65	240	916	13444
fluopicolide	239110-15-7	37 635	2,5	6,3	89,7	77,3	<LD	6,6	23,1	71,3	298,6
fosétyl-aluminium	15845-66-6	37 096	25	63	89,3	81,9	<LD	121	810	2835	8456
fluopyrame	658066-35-4	37 635	2,5	6,3	86,8	66,2	<LD	4,7	11,2	25,3	73,6
pyriméthanil	53112-28-0	37 936	1	2,5	81,1	60,1	<LD	1,3	4	12,8	91
cyprodinil	121552-61-2	37 744	1	2,5	78,9	52,9	<LD	1,2	2,7	6	20,7
myclobutanil	88671-89-0	37 936	0,5	1,25	74,2	38,0	<LD	<LD	0,9	1,68	8,27
cyazofamide	120116-88-3	37 317	0,4	1	67,2	54,2	<LD	<LD	1,12	3,46	21,2
fluxapyroxade	907204-31-3	35 423	1	2,5	65,9	35,5	<LD	<LD	1,8	3,5	31,4
folpel	133-07-3	37 739	50	125	57,3	39,5	<LD	<LD	90	382	1149
krésoxim-méthyl	143390-89-0	37 836	0,5	1,25	51,2	25,0	<LD	<LD	0,54	1,24	3,32
fenhexamide	126833-17-8	35 806	2,5	6,3	50,5	34,6	<LD	<LD	2,6	7,9	39,7
trifloxystrobine	141517-21-7	37 905	13	31	50,2	25,3	<LD	<LD	<LD	31	92
cymoxanil	57966-95-7	37 741	1	2,5	49,6	37,7	<LD	<LD	<LD	5,9	29,7
métalaxyl	70630-17-0	37 936	1	2,5	47,3	20,8	<LD	<LD	<LD	1,8	7,4
lambda-cyhalothrine	91465-08-6	38 482	5	12,5	37,2	14,4	<LD	<LD	<LD	8	87,5
spiroxamine	118134-30-8	36 191	2	5	36,9	21,4	<LD	<LD	<LD	3,9	56,6
deltaméthrine	52918-63-5	38 297	10	25	35,7	22,1	<LD	<LD	<LD	17	441
pyraclostrobine	175013-18-0	37 936	5	12,5	31,1	4,9	<LD	<LD	<LD	6,6	12,3
carbétamide	16118-49-3	37 936	0,2	0,5	30,8	7,1	<LD	<LD	<LD	0,25	0,73
cyfluthrine	68359-37-5	38 482	5	12,5	27,0	16,2	<LD	<LD	<LD	6,3	129,3

Nom substance	N° CAS	Nombre de foyers représentés	C <sub>LD</sub> <sup>(a)</sup> (ng/g)	C <sub>LQ</sub> <sup>(b)</sup> (ng/g)	Fréquence de détection (FD) (%)	Fréquence de quantification (FQ) (%)	P5 (ng/g)	P25 (ng/g)	P50 (ng/g)	P75 (ng/g)	P95 (ng/g)
iprovalicarbe	140923-17-7	37 881	2,5	6,3	26,9	12,4	<LD	<LD	<LD	2,6	15,8
chlorantraniliprole	500008-45-7	37 765	2,5	6,3	24,1	7,1	<LD	<LD	<LD	<LD	9,8
tau-fluvalinate	102851-06-9	38 482	10	25	18,1	11,7	<LD	<LD	<LD	<LD	39
pendiméthaline	40487-42-1	38 482	5	12,5	17,7	4,0	<LD	<LD	<LD	<LD	9,9
étofenprox	80844-07-1	38 482	5	12,5	9,9	6,3	<LD	<LD	<LD	<LD	17,2
flumioxazine	103361-09-7	38 482	10	25	9,5	8,8	<LD	<LD	<LD	<LD	130
propyzamide	23950-58-5	37 936	1	2,5	8,4	2,0	<LD	<LD	<LD	<LD	1,4
oryzalin	19044-88-3	33 169	5	12,5	7,8	5,1	<LD	<LD	<LD	<LD	12,8
triadiménol	55219-65-3	37 936	5	12,5	5,0	0,7	<LD	<LD	<LD	<LD	5,2
mépanipyrime	110235-47-7	37 936	2,5	6,3	4,5	1,9	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
thiaméthoxame	153719-23-4	37 936	1	2,5	3,6	0,4	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
napropamide	15299-99-7	38 482	5	12,5	2,8	0,2	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
esfenvalérate	66230-04-4	38 482	5	12,5	1,7	1,0	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
chlorpyrifos-méthyl	5598-13-0	38 482	2	5	1,2	0,04	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
quinoxylène	124495-18-7	38 482	5	12,5	0,8	0,2	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
acrinathrine	101007-06-1	38 482	20	50	0,1	0	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
amisulbrom	348635-87-0	34 913	125	313	0	0	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

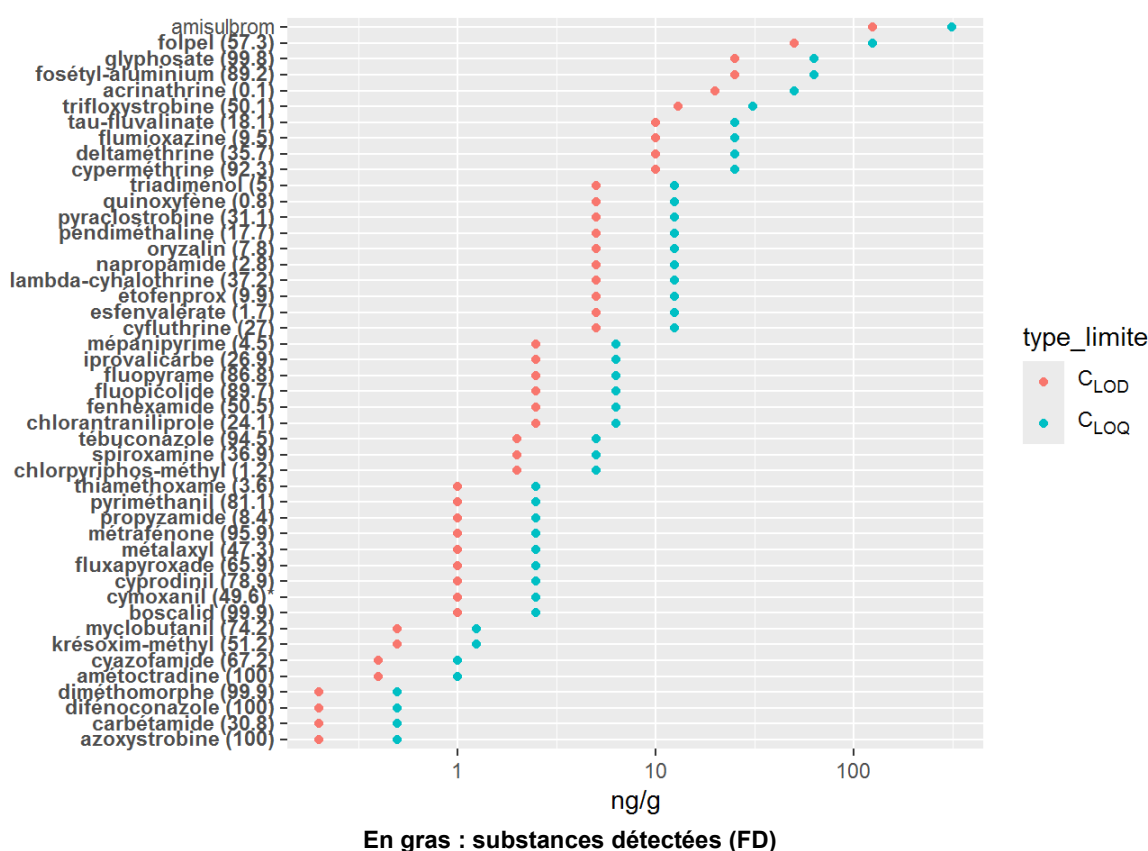
(a) Concentration calculée à partir des limites analytiques de détection et des masses de prises d'essai utilisées

(b) Concentration calculée à partir des limites analytiques de quantification et des masses de prises d'essai utilisées

Les paramètres de distribution des concentrations des substances **après application du scénario de gestion des données censurées « UB\_Machine »** (cf. 2.4.2) (concentration moyenne ( $C_{\text{moy}}$ ), P5, P25, P50, P75 et P95) sont disponibles en Annexe 32. **Les données obtenues après application du scénario de gestion sont utilisées dans la suite de cette partie.**

### 5.1.1.2 Limites analytiques

La Figure 7 présente, pour chaque substance analysée (hors cuivre et cuivre acido-soluble), les limites de détection et de quantification. Elles sont variables selon les substances, comprises entre 0,2 et 125 ng/g pour les limites de détection et entre 0,5 et 313 ng/g pour les limites de quantification. La substance jamais détectée (amisulbrom) est celle ayant les limites analytiques les plus élevées. Ces paramètres analytiques ne peuvent toutefois pas à eux seuls expliquer les résultats de contamination observés, puisque le glyphosate, qui a une fréquence de détection de 99,8 %, est par exemple la 3<sup>ème</sup> substance avec les limites les plus élevées.



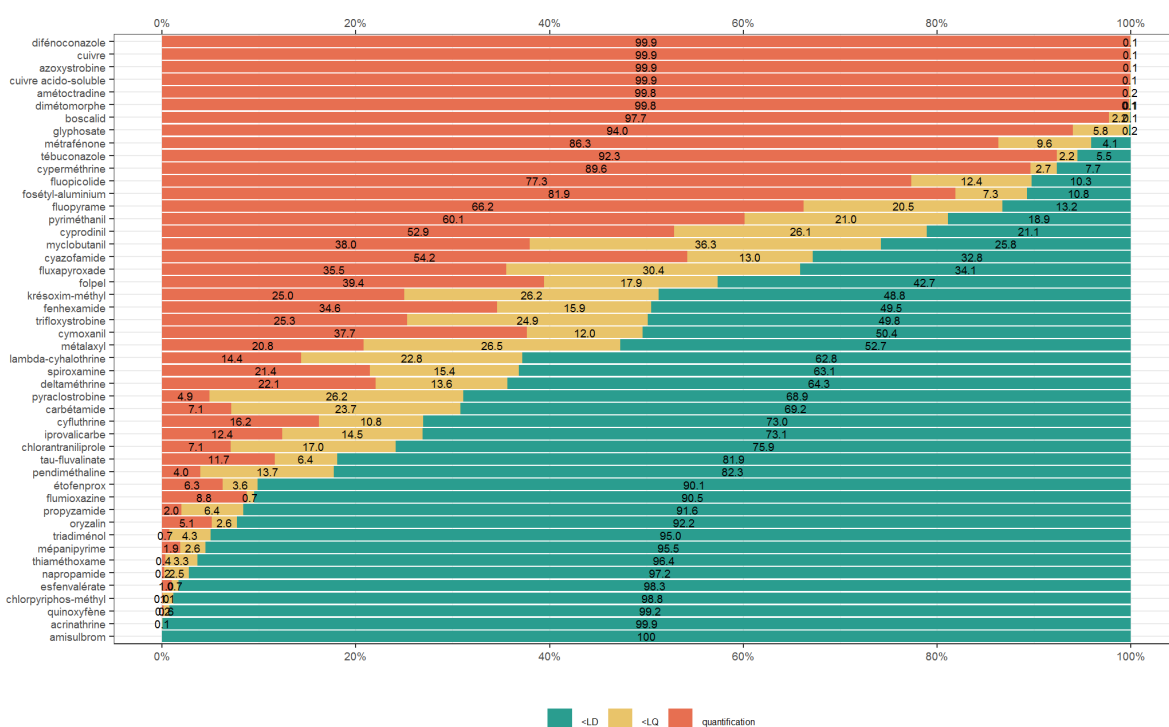
**Figure 7 : Limites de détection et de quantification de 46 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

### 5.1.1.3 Fréquences de détection et de quantification

La Figure 8 présente les fréquences de détection et de quantification des 48 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement. Le Tableau 26 présente le classement des substances quantifiées en fonction de la fréquence de quantification (cf. Annexe 33 pour le classement selon la fréquence de détection).

Ainsi, sur 48 substances analysées, 47 substances sont détectées dont 46 quantifiées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement des vignes. Seule l'amisulbrom n'a jamais été détectée. Parmi les substances les plus quantifiées :

- 9 substances (difénoconazole, cuivre, azoxystrobine, cuivre acido-soluble, diméthomorphe, amétoctadine, boscalid, glyphosate, tébuconazole) ont une FQ comprise entre 90 % et 100 %, dont 6 substances (difénoconazole, cuivre, azoxystrobine, cuivre acido-soluble, diméthomorphe, amétoctadine) qui sont quasiment systématiquement quantifiées (FQ  $\geq 99,8$  %) ;
- 8 substances (cyperméthrine, métrafénone, fosétyl-aluminium, fluopicolide, fluopyrame, pyriméthanol, cyazofamide, cyprodinil) ont une FQ comprise entre 40 % et 90 %.



**Figure 8 : Fréquences de détection et de quantification des 48 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Tableau 26 : Classement des 46 substances quantifiées en fonction de la fréquence de quantification parmi les 48 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

		Résultats pondérés	
Nom substance	N° CAS	Fréquence de quantification (FQ) (%)	
chlorpyrifos-méthyl	5598-13-0	0,04	<b>FQ &gt; 0 % - 46 substances</b>
quinoxylène	124495-18-7	0,2	
napropamide	15299-99-7	0,2	
thiaméthoxame	153719-23-4	0,4	
triadiménol	55219-65-3	0,7	
esfenvalérate	66230-04-4	1,0	
mépanipyrime	110235-47-7	1,9	
propyzamide	23950-58-5	2,0	
pendiméthaline	40487-42-1	4,0	
pyraclostrobine	175013-18-0	4,9	
oryzalin	19044-88-3	5,1	<b>FQ &gt; 5 % - 36 substances</b>
étofenprox	80844-07-1	6,3	
chlorantraniliprole	500008-45-7	7,1	
carbétamide	16118-49-3	7,1	
flumioxazine	103361-09-7	8,8	
tau-fluvalinate	102851-06-9	11,7	<b>FQ &gt; 10 % - 31 substances</b>
iprovalicarbe	140923-17-7	12,4	
lambda-cyhalothrine	91465-08-6	14,4	
cyfluthrine	68359-37-5	16,2	
métalaxyl	70630-17-0	20,8	
spiroxamine	118134-30-8	21,4	<b>FQ &gt; 20 % - 27 substances</b>
deltaméthrine	52918-63-5	22,1	
krésoxim-méthyl	143390-89-0	25,0	
trifloxystrobine	141517-21-7	25,3	
fenhexamide	126833-17-8	34,6	
fluxapyroxade	907204-31-3	35,5	<b>FQ &gt; 30 % - 22 substances</b>
cymoxanil	57966-95-7	37,7	
myclobutanil	88671-89-0	38,0	
folpel	133-07-3	39,5	
cyprodinil	121552-61-2	52,9	
cyazofamide	120116-88-3	54,2	<b>FQ &gt; 50 % - 17 substances</b>
pyriméthanol	53112-28-0	60,1	
fluopyrame	658066-35-4	66,2	<b>FQ &gt; 60 % - 15 substances</b>
fluopicolide	239110-15-7	77,3	
fosétyl-aluminium	15845-66-6	81,9	<b>FQ &gt; 70 % - 13 substances</b>
métrafénone	220899-03-6	86,3	
cyperméthrine	52315-07-8	89,6	<b>FQ &gt; 80 % - 12 substances</b>
tébuconazole	107534-96-3	92,3	
glyphosate	1071-83-6	94,0	<b>FQ &gt; 90 % - 9 substances</b>
boscalid	188425-85-6	97,7	
amétoctradine	865318-97-4	99,8	<b>FQ &gt; 99 % - 6 substances</b>
diméthomorphe	110488-70-5	99,8	
cuivre acido-soluble	7440-50-8	99,9	
azoxystrobine	131860-33-8	99,9	
cuivre	7440-50-8	99,9	
difénoconazole	119446-68-3	99,9	

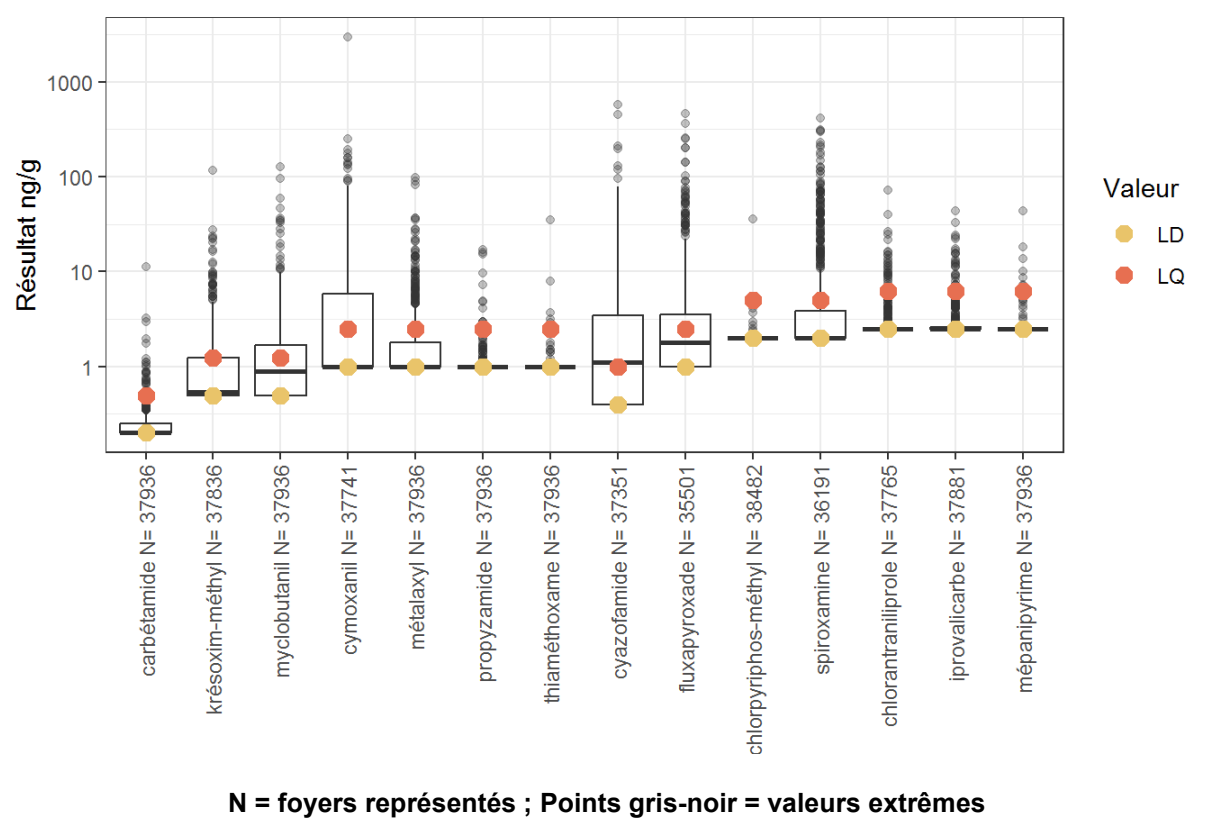
Le Tableau 27 détaille les paramètres de distribution associés au nombre de substances détectées et au nombre de substances quantifiées par foyer. Ainsi, pour 90 % des foyers en zones viticoles en période de traitement, entre 12 et 32 substances sont détectées par foyer, et entre 9 et 27 substances sont quantifiées par foyer. Les médianes des nombres de substances détectées et quantifiées chez les foyers localisés en zones viticoles en période de traitement sont respectivement de 24 et 19.

**Tableau 27 : Nombre de substances détectées et quantifiées par foyer (sur 48 substances recherchées) pour les poussières en zones viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

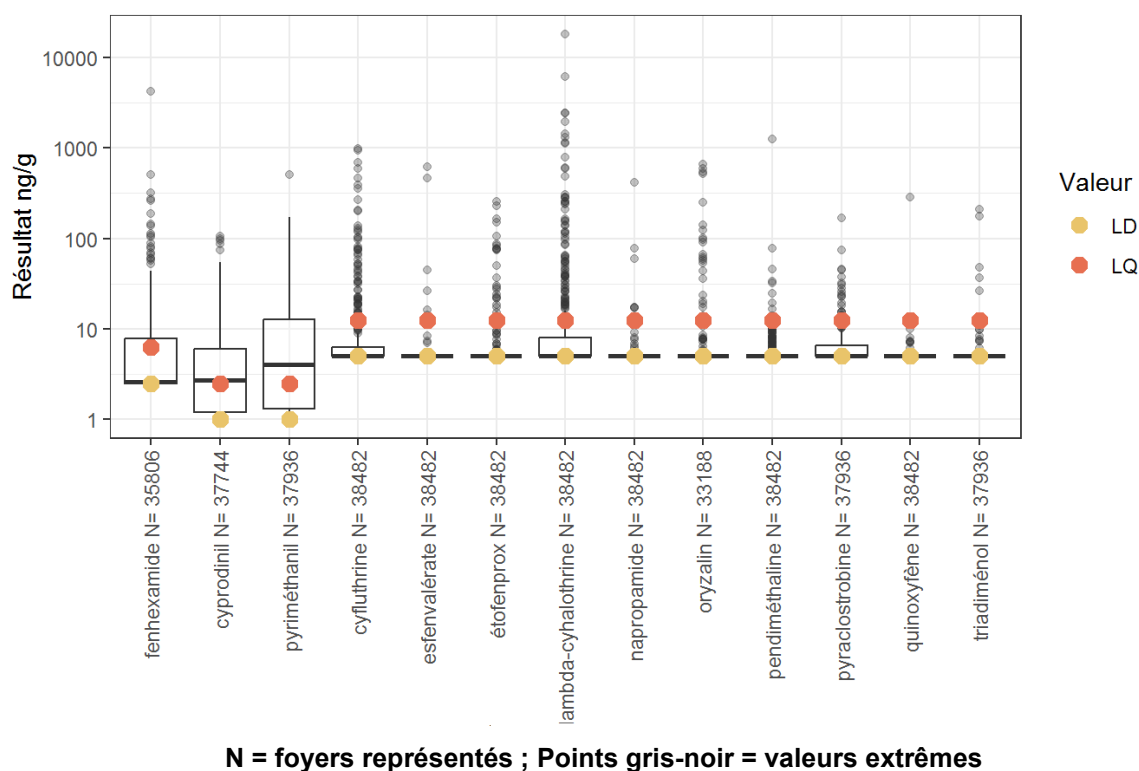
	P5	P25	P50 (médiane)	P75	P95
Nombre de substances détectées par foyer	12	20	24	28	32
Nombre de substances quantifiées par foyer	9	15	19	23	27

5.1.1.4 Distribution des concentrations par substance

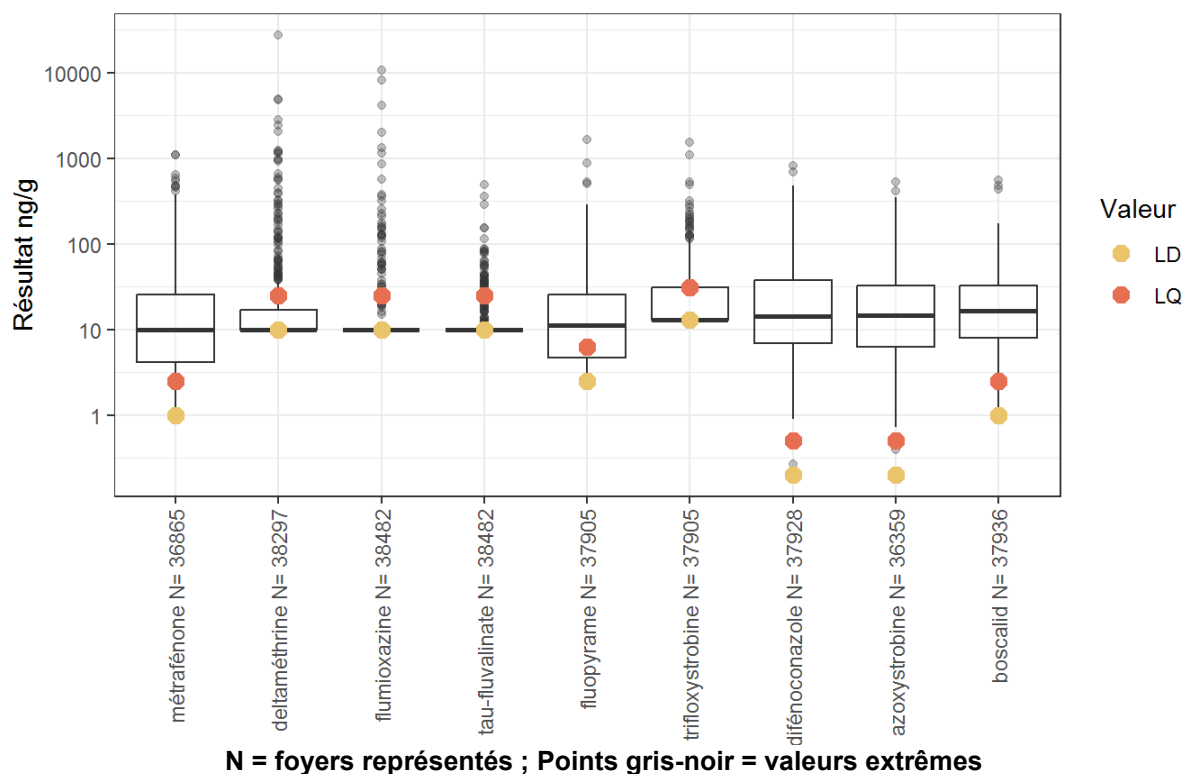
Les distributions des concentrations des substances détectées dans les poussières (scénario de gestion des données censurées à gauche « UB\_Machine » (cf. 2.4.2)) en zones viticoles en période de traitement sont représentées sur les Figure 9 à Figure 12 (en échelle logarithmique). Pour améliorer la lisibilité des graphes, les substances sont regroupées en 4 catégories de gammes de concentrations médianes correspondant aux quartiles des concentrations médianes de l'ensemble des substances : ≤ 3 ng/g (Figure 9), 3-5 ng/g (Figure 10), 5-18 ng/g (Figure 11) et ≥ 18 ng/g (Figure 12).



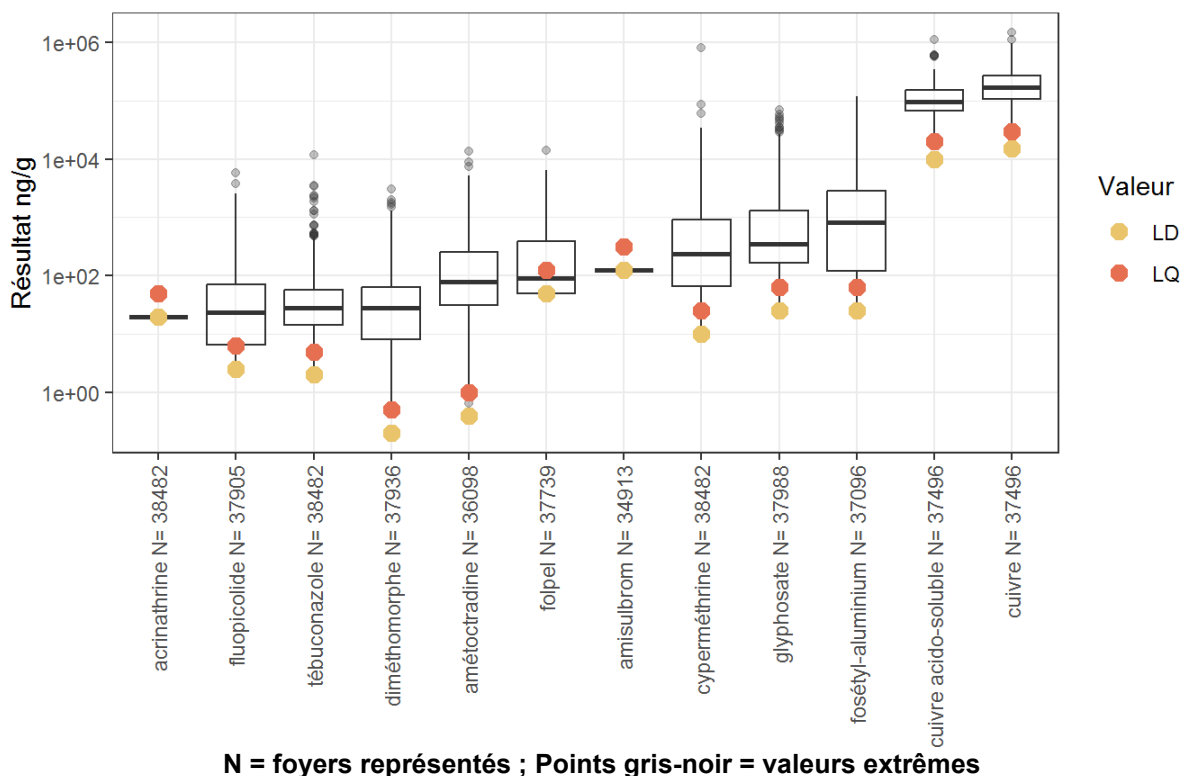
**Figure 9 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement et dont la médiane est située dans le 1<sup>er</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB\_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 10 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement et dont la médiane est située dans le 2<sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB\_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 11 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement et dont la médiane est située dans le 3<sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB\_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 12 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement et dont la médiane est située dans le 4<sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB\_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Les distributions par substance sont disponibles en Annexe 34.

Les Tableau 28 et Tableau 29 présentent le classement des substances en fonction respectivement de leurs concentrations médiane (P50) et 95<sup>ème</sup> centile (P95).

#### Focus sur les médianes (P50) :

Parmi les 23 substances ayant une FD  $\geq 50$  %, le P50 le plus élevé ( $P50_{\text{fosétyl-aluminium}} = 810 \text{ ng/g}$ ) est plus de 1 600 fois supérieur au P50 le plus faible ( $P50_{\text{krésoxyméthyl}} = 0,5 \text{ ng/g}$ ) (hors cuivre et cuivre acido-soluble). Le P50 est supérieur à 100 ng/g pour 5 substances (cuivre, cuivre acido-soluble, fosétyl-aluminium, glyphosate, cyperméthrine).

Pour les autres substances, le P50 n'est pas exploitable car dépendant du scénario de gestion des données censurées à gauche retenu.

#### Focus sur les 95<sup>ème</sup> centile P95 :

Parmi les 40 substances ayant une FD  $\geq 5$  %, le P95 le plus élevé ( $P95_{\text{glyphosate}} = 16,5 \text{ } \mu\text{g/g}$ ) est plus de 23 000 fois supérieur au P95 le plus faible ( $P95_{\text{carbétamide}} = 0,7 \text{ ng/g}$ ) (hors cuivre et cuivre acido-soluble). Le P95 est :

- supérieur à 5  $\mu\text{g/g}$  pour 5 substances ( $P95_{\text{cuivre}} = 428 \text{ } \mu\text{g/g}$  ;  $P95_{\text{cuivre acido-soluble}} = 239 \text{ } \mu\text{g/g}$  ;  $P95_{\text{glyphosate}} = 16,5 \text{ } \mu\text{g/g}$ ,  $P95_{\text{cyperméthrine}} = 13,4 \text{ } \mu\text{g/g}$ ,  $P95_{\text{fosétyl-aluminium}} = 8,5 \text{ } \mu\text{g/g}$ ) ;
- compris entre 1 et 5  $\mu\text{g/g}$  pour 1 substance ( $P95_{\text{folpel}} = 1,1 \text{ } \mu\text{g/g}$ ) ;
- compris entre 100 ng/g et 1  $\mu\text{g/g}$  pour 10 substances.

**Tableau 28 : Classement des 23 substances avec FD ≥ 50 % en fonction du P50 (ng/g) dans les poussières en zones viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Nom substance	N° CAS	Résultats pondérés			
		Fréquence de détection (FD) (%)	Fréquence de quantification (FQ) (%)	P50 (ng/g)	
krésoxim-méthyl	143390-89-0	51,2	25,0	0,5	<b>P50 ≥ 0,1 ng/g - 23 substances</b>
myclobutanil	88671-89-0	74,2	38,0	0,9	
cyazofamide	120116-88-3	67,2	54,2	1,1	<b>P50 ≥ 1 ng/g - 21 substances</b>
fluxapyroxade	907204-31-3	65,9	35,5	1,8	
fenhexamide	126833-17-8	50,5	34,6	2,6	
cyprodinil	121552-61-2	78,9	52,9	2,7	
pyriméthanil	53112-28-0	81,1	60,1	4,0	
métrafénone	220899-03-6	95,9	86,3	9,9	<b>P50 ≥ 5 ng/g - 14 substances</b>
fluopyrame	658066-35-4	86,8	66,2	11,2	<b>P50 &gt; 10 ng/g - 15 substances</b>
trifloxystrobine	141517-21-7	50,2	25,3	13,0	
difénoconazole	119446-68-3	100	99,9	14,3	
azoxystrobine	131860-33-8	100	99,9	14,8	
boscalid	188425-85-6	99,9	97,7	16,5	
fluopicolide	239110-15-7	89,7	77,3	23,1	
tébuconazole	107534-96-3	94,5	92,3	27,6	
diméthomorphe	110488-70-5	99,9	99,8	28,3	
amétoctradine	865318-97-4	100	99,8	78,3	
folpel	133-07-3	57,3	39,5	90,0	
cyperméthrine	52315-07-8	92,3	89,6	240	<b>P50 ≥ 100 ng/g - 5 substances</b>
glyphosate	1071-83-6	99,8	94,0	351	
fosétyl-aluminium	15845-66-6	89,3	81,9	810	<b>P50 ≥ 500 ng/g - 3 substances</b>
cuivre acido-soluble	7440-50-8	100	99,9	97 000	<b>P50 ≥ 50 µg/g - 2 substances</b>
cuivre	7440-50-8	100	99,9	170 000	<b>P50 ≥ 100 µg/g - 1 substance</b>

**Tableau 29 : Classement des 40 substances avec FD ≥ 5 % en fonction du P95 (ng/g) dans les poussières en zones viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Nom substance	N° CAS	Résultats pondérés			
		Fréquence de détection (FD) (%)	Fréquence de quantification (FQ) (%)	P95 (ng/g)	
carbétamide	16118-49-3	30,8	7,1	0,7	P95 ≥ 0,5 ng/g - 40 substances
propyzamide	23950-58-5	8,4	2,0	1,4	P95 ≥ 1 ng/g - 39 substances
krésoxim-méthyl	143390-89-0	51,2	25,0	3,3	
triadiménol	55219-65-3	5,0	0,7	5,2	P95 ≥ 5 ng/g - 37 substances
métalaxyl	70630-17-0	47,3	20,8	7,4	
myclobutanil	88671-89-0	74,2	38,0	8,3	
chlorantraniliprole	500008-45-7	24,1	7,1	9,8	
pendiméthaline	40487-42-1	17,7	4,0	9,9	
pyraclostrobine	175013-18-0	31,1	4,9	12,3	P95 ≥ 10 ng/g - 32 substances
oryzalin	19044-88-3	7,8	5,1	12,8	
iprovalicarbe	140923-17-7	26,9	12,4	15,8	
étofenprox	80844-07-1	9,9	6,3	17,2	
cyprodinil	121552-61-2	78,9	52,9	20,7	
cyazofamide	120116-88-3	67,2	54,2	21,2	
cymoxanil	57966-95-7	49,6	37,7	29,7	
fluxapyroxade	907204-31-3	65,9	35,5	31,4	
tau-fluvalinate	102851-06-9	18,1	11,7	39,0	
fenhexamide	126833-17-8	50,5	34,6	39,7	
spiroxamine	118134-30-8	36,9	21,4	56,6	P95 ≥ 50 ng/g - 22 substances
fluopyrame	658066-35-4	86,8	66,2	73,6	
lambda-cyhalothrine	91465-08-6	37,2	14,4	87,5	
boscalid	188425-85-6	99,9	97,7	90,8	
pyriméthanol	53112-28-0	81,1	60,1	91,0	
trifloxystrobine	141517-21-7	50,2	25,3	92,0	
métrafénone	220899-03-6	95,9	86,3	108,9	P95 ≥ 100 ng/g - 16 substances
cyfluthrine	68359-37-5	27,0	16,2	129,3	
flumioxazine	103361-09-7	9,5	8,8	130,0	
difénoconazole	119446-68-3	100	99,9	130,2	
azoxystrobine	131860-33-8	100	99,9	217,0	
tébuconazole	107534-96-3	94,5	92,3	283,1	
fluopicolide	239110-15-7	89,7	77,3	298,6	
diméthomorphe	110488-70-5	99,9	99,8	338,4	
deltaméthrine	52918-63-5	35,7	22,1	441,0	
amétoctradine	865318-97-4	100	99,8	788,2	P95 ≥ 500 ng/g - 7 substances
folpel	133-07-3	57,3	39,5	1 149	P95 ≥ 1 µg/g - 6 substances
fosétyl-aluminium	15845-66-6	89,3	81,9	8 456	P95 ≥ 5 µg/g - 5 substances
cyperméthrine	52315-07-8	92,3	89,6	13 444	P95 ≥ 10 µg/g - 4 substances
glyphosate	1071-83-6	99,8	94,0	16 469	
cuivre acido-soluble	7440-50-8	100	99,9	239 000	P95 ≥ 100 µg/g - 2 substances
cuivre	7440-50-8	100	99,9	428 000	
<b>Légende :</b>					
En vert : substances avec FD ≥ 50 %					
En noir : substances avec FD < 50 %					

### 5.1.1.5 Discussion et conclusion

L'Annexe 2 présente pour rappel les statuts et usages autorisés des 48 substances analysées dans les poussières.

Le Tableau 30 confronte, pour chaque substance analysée, la fréquence de détection et le pourcentage de foyers pour lesquels une utilisation de la substance dans un cercle de rayon 1 000 m est probable (indicateur spatialisé de niveau 2 dans un cercle de rayon 1 000 m différent de 0).

Les 47 substances détectées sont associées à 49 substances actives parmi lesquelles :

- **4 substances** (chlorpyrifos-méthyl, quinoxifène, triadiménol, chlorantraniliprole) n'avaient **aucun usage autorisé** pendant la campagne de mesures (dates de fin d'utilisation de PPP antérieures à la date de début de la période de traitement, pas d'usages biocides ou médicaments vétérinaires), ce qui est cohérent avec les indicateurs spatialisés de niveau 2 (cf. Tableau 30). Pour ces substances (FD respectives de 1,2 %, 0,8 %, 5,0 % et 24,1 %), les poussières pourraient être contaminées *via* un apport de l'environnement extérieur (air ambiant, sols, etc.) contaminé :
  - suite à des usages antérieurs des substances quand elles étaient autorisées ;
  - suite à des mésusages des substances depuis qu'elles sont interdites, potentiellement pendant la campagne de mesures.
- **2 substances** (cyfluthrine et thiaméthoxame) n'avaient **pas d'usages PPP autorisés** pendant la campagne de mesures (dates de fin d'utilisation de PPP respectives en juillet 2021 et 2018), ce qui est cohérent avec les indicateurs spatialisés de niveau 2 (cf. Tableau 30). Toutefois, elles ont des **usages biocides autorisés** (TP18<sup>13</sup>). Pour ces substances (FD respectives de 27,0 % et 3,6 %), les poussières pourraient être contaminées :
  - *via* un apport de l'environnement intérieur contaminé suite à des usages biocides ;
  - *via* un apport de l'environnement extérieur (air ambiant, sols, etc.) contaminé :
    - suite à des mésusages en tant que PPP des substances depuis qu'elles sont interdites, potentiellement pendant la campagne de mesures ;
    - suite à des usages des substances quand elles étaient autorisées.
- Les 43 autres substances actives associées à **41 substances détectées avaient des usages PPP autorisés** pendant la campagne de mesures. Pour ces substances, les poussières pourraient être contaminées *via* un apport des environnements extérieur (air ambiant, sols, etc.) et/ou intérieur (matériaux de constructions, boiserie, etc.) contaminés :
  - **suite à des traitements effectués à cette période sur la vigne :**
    - dans un cercle de rayon 1 000 m autour des foyers : cette hypothèse semble probable pour les substances pour lesquelles les indicateurs spatialisés de niveau 2 estiment qu'une utilisation autour des foyers est probable (cf. Tableau 30) ;
    - sur des distances supérieures à 1 000 m, *via* par exemple la contamination de l'air ambiant et/ou le transport de particules contaminées du sol.

À noter que 5 substances sont systématiquement détectées (amétoctradine, azoxystrobine, cuivre, cuivre acido-soluble, difénoconazole) et 6 sont quasiment systématiquement détectées (FD comprise entre 90 % et 100 %)

<sup>13</sup> Types de produits biocides 18 : Insecticides, acaricides et produits utilisés pour lutter contre les autres arthropodes.



(diméthomorphe, boscalid, glyphosate, métrafénone, tébuconazole, cyperméthrine).

- **et/ou suite à des traitements effectués sur d'autres cultures que la vigne pendant la période de traitement et/ou en amont**, puisque seul l'acrinathrine et l'iprovalicarbe sont spécifiques de la vigne.

Comme présenté au paragraphe 4.3.8, la densité de cultures susceptibles d'être traitées autres que la vigne dans un rayon 1 000 m est globalement négligeable. Mais l'hypothèse de contamination des poussières suite à des traitements sur d'autres cultures que la vigne localisées à des distances supérieures à 1 000 m reste probable, *via* par exemple la contamination de l'air ambiant et/ou le transport de particules contaminées du sol. Cette hypothèse est probable, surtout lorsque l'indicateur spatialisé de niveau 2 dans un cercle de rayon 1 000 m ne permet pas d'expliquer certaines FD observées (notamment : azoxystrobine, boscalid, tébuconazole, cyperméthrine, pyriméthanil, myclobutanil, fluxapyroxade, krésoxym-méthyl, carbétamide et propyzamide).

- **et/ou suite à un usage biocide et/ou un usage médicament vétérinaire**. En effet, parmi les substances :
  - 9 (alpha-cyperméthrine, azoxystrobine, cuivre, cyperméthrine, deltaméthrine, étofenprox, folpel, lambda-cyhalothrine, tébuconazole) ont également des usages biocides autorisés ;
  - 4 (cuivre, cyperméthrine, deltaméthrine, tau-fluvalinate) ont également des usages médicaments vétérinaires autorisés.

Toutefois, cette hypothèse reste difficile à vérifier.

À noter que l'amisulbrom, seule substance non détectée à cause probablement des limites analytiques élevées (cf. 5.1.1.2), est autorisé en tant que PPP, avec une utilisation probable de la substance autour d'environ 28 % des foyers (cf. Tableau 30).

**Tableau 30 : Fréquence de détection et pourcentage de foyers avec une utilisation probable de la substance dans un cercle de rayon 1 000 m pour les 48 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Nom substance	N° CAS	Fréquence de détection (FD) (%)	Pourcentage de foyers avec une utilisation probable non nulle dans un cercle de rayon 1 000 m en zones viticoles en période de traitement (indicateur spatialisé de niveau 2) (%)
cuiivre	7440-50-8	100	91,6
difénoconazole	119446-68-3	100	87,8
amétoctradine	865318-97-4	100	67,4
azoxystrobine	131860-33-8	100	0,6
cuiivre acido-soluble	7440-50-8	100	
diméthomorphe	110488-70-5	99,9	80,3
boscalid	188425-85-6	99,9	18,3
glyphosate	1071-83-6	99,8	89,2
métrafénone	220899-03-6	95,9	72,9
tébuconazole	107534-96-3	94,5	24,6
cyperméthrine	52315-07-8	92,3	12,2
fluopicolide	239110-15-7	89,7	67,4
fosétyl-aluminium	15845-66-6	89,3	93,0
fluopyrame	658066-35-4	86,8	44,3
pyriméthanil	53112-28-0	81,1	20,2
cyprodinil	121552-61-2	78,9	37,6
myclobutanil	88671-89-0	74,2	0
cyazofamide	120116-88-3	67,2	88,2
fluxapyroxade	907204-31-3	65,9	16,9
folpel	133-07-3	57,3	82,4
krésoxim-méthyl	143390-89-0	51,2	9,2
fenhexamide	126833-17-8	50,5	16,7
trifloxystrobine	141517-21-7	50,2	50,3
cymoxanil	57966-95-7	49,6	76,2
métalaxyl	70630-17-0	47,3	24,0
lambda-cyhalothrine	91465-08-6	37,2	31,8
spiroxamine	118134-30-8	36,9	43,6
deltaméthrine	52918-63-5	35,7	29,2
pyraclostrobine	175013-18-0	31,1	8,5
carbétamide	16118-49-3	30,8	0
cyfluthrine	68359-37-5	27,0	0
iprovalicarbe	140923-17-7	26,9	15,4
chlorantraniliprole	500008-45-7	24,1	0
tau-fluvalinate	102851-06-9	18,1	8,6
pendiméthaline	40487-42-1	17,7	2,0
étofenprox	80844-07-1	9,9	17,9
flumioxazine	103361-09-7	9,5	8,6
propyzamide	23950-58-5	8,4	0
oryzalin	19044-88-3	7,8	0,1

Nom substance	N° CAS	Fréquence de détection (FD) (%)	Pourcentage de foyers avec une utilisation probable non nulle dans un cercle de rayon 1 000 m en zones viticoles en période de traitement (indicateur spatialisé de niveau 2) (%)
triadiménol	55219-65-3	5,0	0
mépanipyrime	110235-47-7	4,5	4,4
<b>thiaméthoxame</b>	153719-23-4	<b>3,6</b>	<b>0</b>
napropamide	15299-99-7	2,8	9,1
esfenvalérate	66230-04-4	1,7	4,7
<b>chlorpyrifos-méthyl</b>	5598-13-0	<b>1,2</b>	<b>0</b>
<b>quinoxifène</b>	124495-18-7	<b>0,8</b>	<b>0</b>
acrinathrine	101007-06-1	0,1	1,1
<b>amisulbrom</b>	348635-87-0	<b>0</b>	<b>27,8</b>

**Légende :**

**En turquoise :** substances pour lesquelles l'indicateur spatialisé de niveau 2 ne permet pas d'expliquer la FD

**En gras :** substances détectées sans usages PPP autorisés pendant la période de traitement

**En rouge :** substances non détectées

**Conclusion des mesures de pesticides dans les poussières en zones viticoles en période de traitement**

**449 échantillons de poussières ont été collectés représentant grâce aux poids de sondage une population de 40 712 foyers.**

**Sur 48 substances analysées, 47 sont détectées (l'amisulbrom n'est jamais détecté) et 46 quantifiées :**

- **25 substances ont une fréquence de détection supérieure à 40 %, dont 5 à 100 % : amétoctadine, azoxystrobine, cuivre, cuivre acido-soluble et difénoconazole.**
- **17 ont une fréquence de quantification supérieure à 40 %, dont 6 à quasiment 100 % : cuivre, cuivre acido-soluble, azoxystrobine, difénoconazole, diméthomorphe et amétoctadine.**

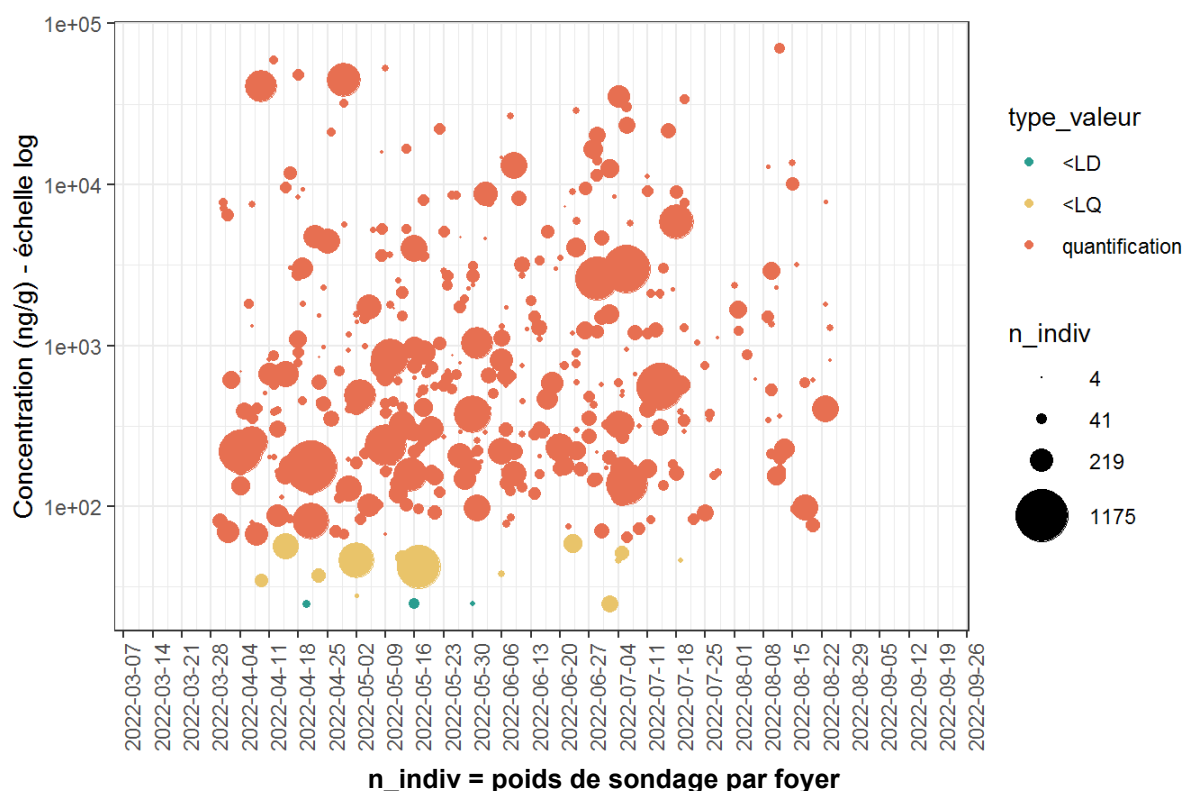
**Les médianes des concentrations des 23 substances avec une FD  $\geq$  50 % sont comprises entre 0,5 ng/g et 810 ng/g (hors cuivre à 170  $\mu$ g/g et cuivre acido-soluble à 97  $\mu$ g/g).**

**Les 95<sup>ème</sup> centiles des concentrations des 40 substances avec une FD  $\geq$  5 % sont compris entre 0,7 ng/g et 16,5  $\mu$ g/g (hors cuivre à 428  $\mu$ g/g et cuivre acido-soluble à 239  $\mu$ g/g). Ils sont supérieurs à 1  $\mu$ g/g pour 6 substances (cuivre, cuivre acido-soluble, glyphosate, cyperméthrine, fosétyl-aluminium, folpel).**

**Le cuivre, le cuivre acido-soluble, le glyphosate, la cyperméthrine et le fosétyl-aluminium sont les substances présentant les concentrations les plus élevées (P50 et P95).**

### 5.1.2 Distribution temporelle par substance tous foyers confondus

L'Annexe 35 présente, par substance, la distribution temporelle des concentrations des substances (en échelle logarithmique) dans les poussières en zones viticoles en période de traitement pour les 47 substances détectées. L'exemple du glyphosate est illustré sur la Figure 13.



**Figure 13 : Distribution temporelle des concentrations (ng/g) du glyphosate dans les poussières en zones viticoles en période de traitement (résultats pondérés ; N=37 988). PestiRiv, France, 2021-2022.**

## 5.2 Contamination en zones non viticoles en période de traitement

### 5.2.1 Résultats par substance tous foyers confondus sur l'ensemble de la période de traitement

#### 5.2.1.1 Bilan synthétique

Le Tableau 31 présente, pour chaque substance, le nombre de foyers représentés par les résultats<sup>14</sup>, les limites analytiques en termes de détection  $C_{LD}$  et quantification  $C_{LQ}$  (ng/g), les fréquences de détection et de quantification et les paramètres de distribution des concentrations.

<sup>14</sup> Sur les 113 échantillons de poussières, entre 90 et 110 échantillons sont analysés selon les substances (cf. Annexe 16). C'est pourquoi le nombre de foyers représentés correspondant oscille entre 7359 et 9748.

**Tableau 31 : Nombre de foyers représentés, limites analytiques, fréquences de détection et de quantification et concentrations (ng/g) des 48 substances analysées dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Nom substance	N° CAS	Nombre de foyers représentés	C <sub>LD</sub> <sup>(a)</sup> (ng/g)	C <sub>LQ</sub> <sup>(b)</sup> (ng/g)	Fréquence de détection (FD) (%)	Fréquence de quantification (FQ) (%)	P5 (ng/g)	P25 (ng/g)	P50 (ng/g)	P75 (ng/g)	P95 (ng/g)
cuivre	7440-50-8	9 748	15 000	30 000	100	100	67 000	113 000	155 000	222 000	461 000
cuivre acido-soluble	7440-50-8	9 748	10 000	20 000	100	100	26 000	57 000	83 000	108 000	251 000
azoxystrobine	131860-33-8	7 359	0,2	0,5	100	99,8	2,32	4,86	9,56	28,89	398,87
difénoconazole	119446-68-3	8 832	0,2	0,5	100	98,7	1,43	1,92	3,37	6,98	136,65
boscalid	188425-85-6	9 534	1	2,5	99,9	88,4	1,6	4,5	9	17,2	56,2
tébuconazole	107534-96-3	9 419	2	5	99,3	90,3	2,9	16,4	27,1	41,4	458,8
amétoctradine	865318-97-4	9 463	0,4	1	99,0	96,9	1,19	3,32	5,02	17,23	105,1
diméthomorphe	110488-70-5	9 526	0,2	0,5	97,7	97,4	0,56	1,27	2,87	5,94	64,14
cyperméthrine	52315-07-8	9 419	10	25	90,2	89,3	<LD	56	202	688	4940
glyphosate	1071-83-6	9 711	25	63	89,4	84,9	<LD	70	160	898	9019
fosétyl-aluminium	15845-66-6	9 682	25	63	68,3	33,1	<LD	<LD	48	140	1351
fluopyrame	658066-35-4	9 468	2,5	6,3	66,5	21,5	<LD	<LD	3,1	5,3	76,3
fluxapyroxade	907204-31-3	9 188	1	2,5	60,6	15,5	<LD	<LD	1,3	1,9	6,6
métrafénone	220899-03-6	9 422	1	2,5	60,2	23,5	<LD	<LD	1,5	2,1	8,5
cyprodinil	121552-61-2	9 534	1	2,5	59,9	32,3	<LD	<LD	1,6	3,5	45,4
pyriméthanil	53112-28-0	9 534	1	2,5	55,8	29,5	<LD	<LD	1,1	3,1	9,7
myclobutanil	88671-89-0	9 534	0,5	1,25	54,5	25,9	<LD	<LD	0,55	1,49	63,56
fluopicolide	239110-15-7	9 468	2,5	6,3	50,8	31,8	<LD	<LD	2,7	8,7	87,3
carbétamide	16118-49-3	9 534	0,2	0,5	40,8	13,7	<LD	<LD	<LD	0,26	0,58
cyazofamide	120116-88-3	9 363	0,4	1	35,3	17,9	<LD	<LD	<LD	0,66	5,66
lambda-cyhalothrine	91465-08-6	9 419	5	12,5	34,7	20,2	<LD	<LD	<LD	8,5	1196,1
fenhexamide	126833-17-8	9 269	2,5	6,3	33,9	14,4	<LD	<LD	<LD	3,6	158,8
cyfluthrine	68359-37-5	9 419	5	12,5	32,4	19,5	<LD	<LD	<LD	7	97,2
krésoxim-méthyl	143390-89-0	9 534	0,5	1,25	22,5	10,5	<LD	<LD	<LD	<LD	3,1
cymoxanil	57966-95-7	9 534	1	2,5	21,5	8,7	<LD	<LD	<LD	<LD	5,2
deltaméthrine	52918-63-5	9 191	10	25	21,3	22,1	<LD	<LD	<LD	<LD	819
spiroxamine	118134-30-8	9 429	2	5	17,4	6,2	<LD	<LD	<LD	<LD	8,5
chlorantraniliprole	500008-45-7	9 534	2,5	6,3	15,7	0,7	<LD	<LD	<LD	<LD	3,8
folpel	133-07-3	9 111	50	125	15,2	5,7	<LD	<LD	<LD	<LD	126
trifloxystrobine	141517-21-7	9 302	13	31	12,8	3,4	<LD	<LD	<LD	<LD	28
métalaxyl	70630-17-0	9 534	1	2,5	12,4	10,5	<LD	<LD	<LD	<LD	119,9

Nom substance	N° CAS	Nombre de foyers représentés	C <sub>LD</sub> <sup>(a)</sup> (ng/g)	C <sub>LQ</sub> <sup>(b)</sup> (ng/g)	Fréquence de détection (FD) (%)	Fréquence de quantification (FQ) (%)	P5 (ng/g)	P25 (ng/g)	P50 (ng/g)	P75 (ng/g)	P95 (ng/g)
étofenprox	80844-07-1	9 419	5	12,5	11,3	11,3	<LD	<LD	<LD	<LD	24,7
thiaméthoxame	153719-23-4	9 534	1	2,5	10,6	10,3	<LD	<LD	<LD	<LD	126,2
iprovalicarbe	140923-17-7	9 534	2,5	6,3	8,2	2,5	<LD	<LD	<LD	<LD	3,1
propyzamide	23950-58-5	9 534	1	2,5	8,2	0	<LD	<LD	<LD	<LD	1,3
pyraclostrobine	175013-18-0	9 534	5	12,5	6,6	3,1	<LD	<LD	<LD	<LD	7,7
oryzalin	19044-88-3	8 182	5	12,5	4,4	3,8	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
mépanipyrime	110235-47-7	9 534	2,5	6,3	3,5	3,4	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
triadiménol	55219-65-3	9 534	5	12,5	3,3	3,2	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
napropamide	15299-99-7	9 419	5	12,5	3,3	0	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
tau-fluvalinate	102851-06-9	9 419	10	25	3,2	0	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
esfenvalérate	66230-04-4	9 419	5	12,5	1,6	1,6	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
pendiméthaline	40487-42-1	9 419	5	12,5	0,8	0,5	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
flumioxazine	103361-09-7	9 419	10	25	0,2	0,0	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
acrinathrine	101007-06-1	9 419	20	50	0	0	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
amisulbrom	348635-87-0	9 507	125	313	0	0	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
chlorpyrifos-méthyl	5598-13-0	9 419	2	5	0	0	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
quinoxifène	124495-18-7	9 419	5	12,5	0	0	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

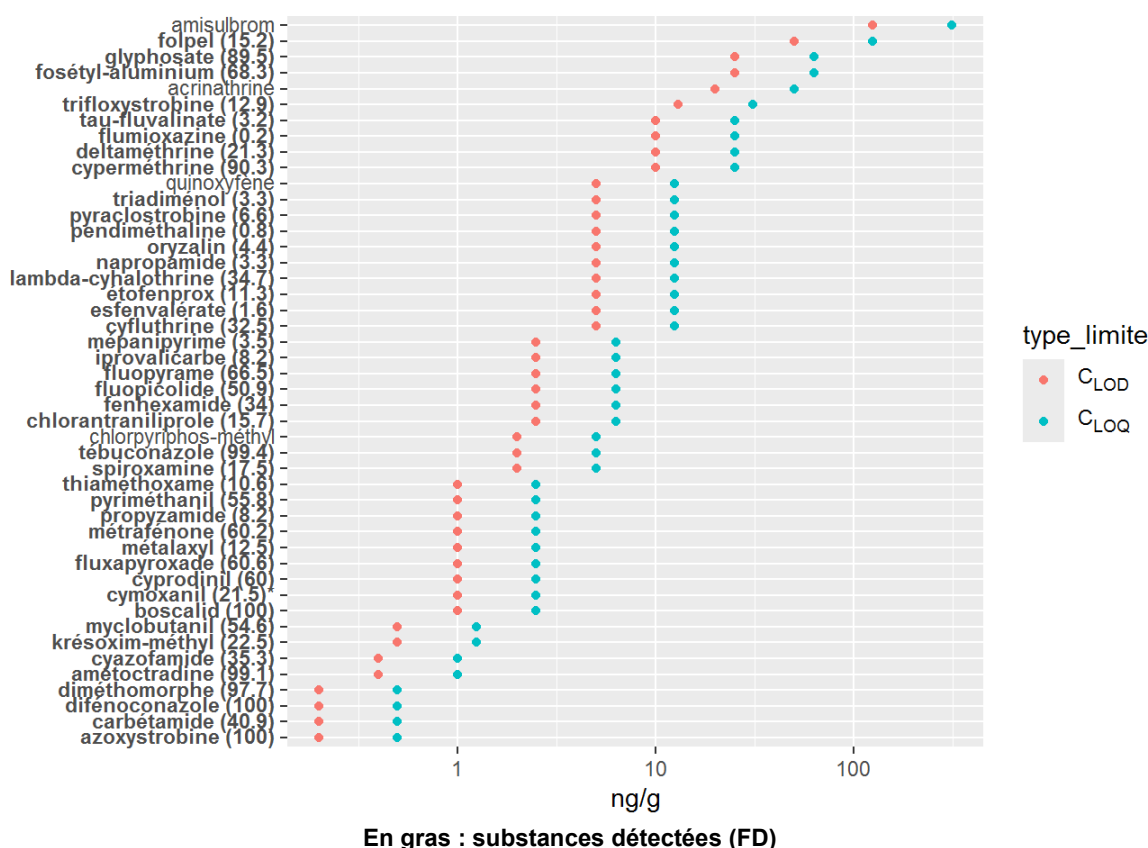
(a) Concentration calculée à partir des limites analytiques de détection et des masses de prises d'essai utilisées

(b) Concentration calculée à partir des limites analytiques de quantification et des masses de prises d'essai utilisées

Les paramètres de distribution des concentrations des substances **après application du scénario de gestion des données censurées « UB\_Machine »** (cf. 2.4.2) (concentration moyenne ( $C_{\text{moy}}$ ), P5, P25, P50, P75 et P95) sont disponibles en Annexe 36. **Les données obtenues après application du scénario de gestion sont utilisées dans la suite de cette partie.**

### 5.2.1.2 Limites analytiques

La Figure 14 présente, pour chaque substance analysée (hors cuivre et cuivre acido-soluble), les limites de détection et de quantification. Deux des substances jamais détectées (amisulbrom, acrinathrine) font partie des substances ayant les limites analytiques les plus élevées. Ces paramètres analytiques ne peuvent toutefois pas à eux seuls expliquer les résultats de contamination observés, puisque le glyphosate, qui a une fréquence de détection de 100 %, est par exemple la 3<sup>ème</sup> substance avec les limites les plus élevées.



**Figure 14 : Limites de détection et de quantification de 46 substances analysées dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

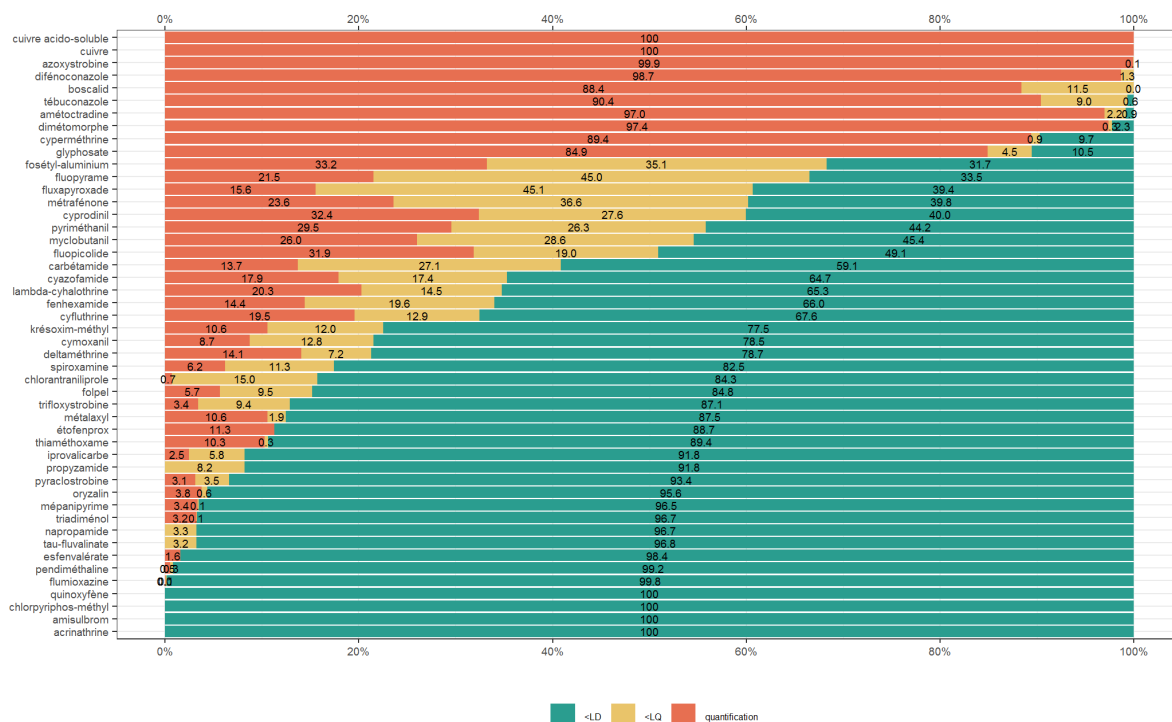
### 5.2.1.3 Fréquences de détection et de quantification

La Figure 15 présente les fréquences de détection et de quantification des 48 substances analysées dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement. Le Tableau 32 présente le classement des substances quantifiées en fonction de la fréquence de quantification (cf. Annexe 37 pour le classement selon la fréquence de détection).



Ainsi, sur 48 substances analysées, 44 substances sont détectées dans les poussières en zones non viticoles en période hors traitement, dont 41 substances quantifiées. L'acrinathrine, l'amisulbrom, le chlorpyrifos-méthyl et le quinoxifène sont les substances qui n'ont jamais été détectées. Parmi les substances les plus quantifiées :

- 7 substances (cuivre, cuivre acido-soluble, azoxystrobine, difénoconazole, diméthomorphe, amétoctadine, tébuconazole) ont une FQ comprise entre 90 % et 100 %, dont 2 substances (cuivre, cuivre acido-soluble) qui sont systématiquement quantifiées (FQ = 100 %) ;
- 3 substances (cyperméthrine, boscalid, glyphosate) ont une FQ comprise entre 40 % et 90 %.



**Figure 15 : Fréquences de détection et de quantification des 48 substances analysées dans les poussières collectés en zones non viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

**Tableau 32 : Classement des 41 substances quantifiées en fonction de la fréquence de quantification parmi les 48 substances analysées dans les échantillons de poussières collectés en zones non viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Nom substance	N° CAS	Résultats pondérés	
		Fréquence de quantification (FQ) (%)	
flumioxazine	103361-09-7	0,04	<b>FQ &gt; 0 % - 41 substances</b>
pendiméthaline	40487-42-1	0,5	
chlorantraniliprole	500008-45-7	0,7	
esfenvalérate	66230-04-4	1,6	
iprovalicarbe	140923-17-7	2,5	
pyraclostrobine	175013-18-0	3,1	
triadiménol	55219-65-3	3,2	
mépanipyrime	110235-47-7	3,4	
trifloxystrobine	141517-21-7	3,4	
oryzalin	19044-88-3	3,8	
folpel	133-07-3	5,7	<b>FQ &gt; 5 % - 31 substances</b>
spiroxamine	118134-30-8	6,2	
cymoxanil	57966-95-7	8,7	
thiaméthoxame	153719-23-4	10,3	<b>FQ &gt; 10 % - 28 substances</b>
métalaxyl	70630-17-0	10,5	
krésoxim-méthyl	143390-89-0	10,5	
étofenprox	80844-07-1	11,3	
carbétamide	16118-49-3	13,7	
fenhexamide	126833-17-8	14,4	
fluxapyroxade	907204-31-3	15,5	
cyazofamide	120116-88-3	17,9	
cyfluthrine	68359-37-5	19,5	
lambda-cyhalothrine	91465-08-6	20,2	<b>FQ &gt; 20 % - 19 substances</b>
fluopyrame	658066-35-4	21,5	
deltaméthrine	52918-63-5	22,1	
métrafénone	220899-03-6	23,5	
myclobutanil	88671-89-0	25,9	
pyriméthanil	53112-28-0	29,5	
fluopicolide	239110-15-7	31,8	
cyprodinil	121552-61-2	32,3	<b>FQ &gt; 30 % - 13 substances</b>
fosétyl-aluminium	15845-66-6	33,1	
glyphosate	1071-83-6	84,9	<b>FQ &gt; 80 % - 10 substances</b>
boscalid	188425-85-6	88,4	
cyperméthrine	52315-07-8	89,3	<b>FQ &gt; 90 % - 7 substances</b>
tébuconazole	107534-96-3	90,3	
amétoctradine	865318-97-4	96,9	
diméthomorphe	110488-70-5	97,4	
difénoconazole	119446-68-3	98,7	
azoxystrobine	131860-33-8	99,8	
cuivre	7440-50-8	100	<b>FQ = 100 % - 2 substances</b>
cuivre acido-soluble	7440-50-8	100	

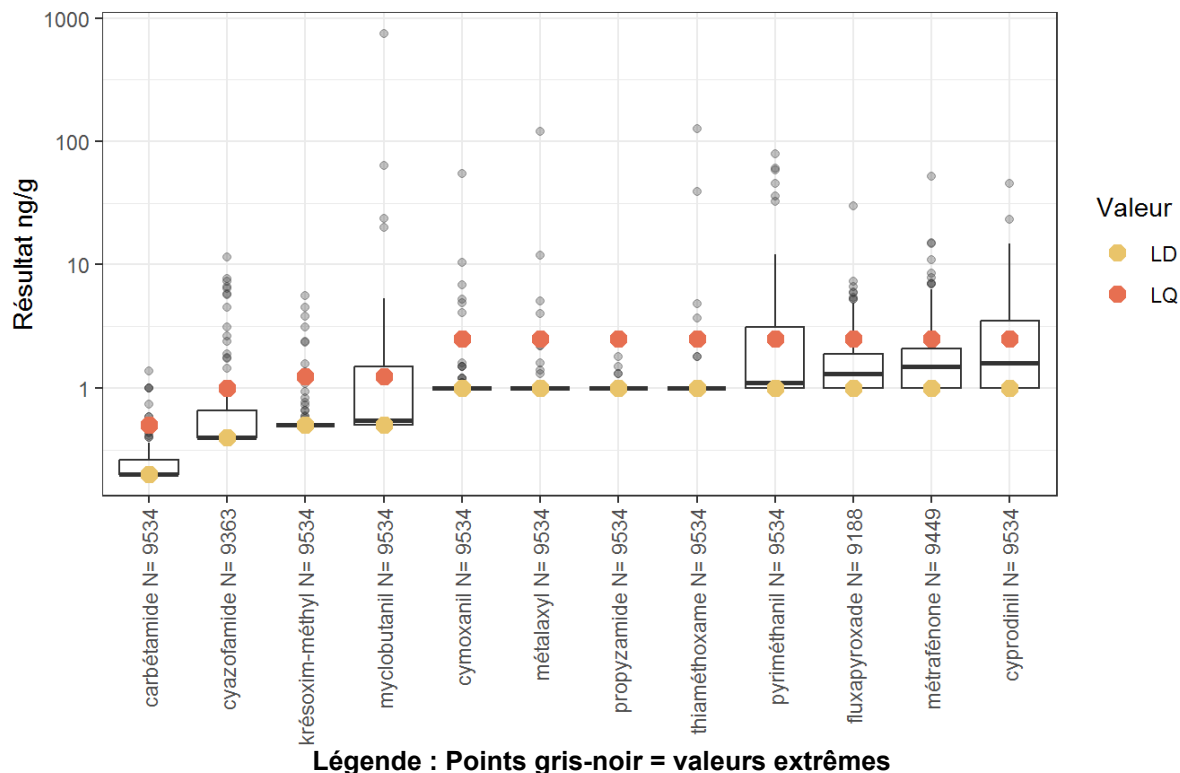
Le Tableau 33 détaille les paramètres de distribution associés au nombre de substances détectées et au nombre de substances quantifiées par foyer. Ainsi, pour 90 % des foyers en zones non viticoles en période de traitement, entre 9 et 25 substances sont détectées par foyer, et entre 6 et 19 substances sont quantifiées par foyer. Les médianes des nombres de substances détectées et quantifiées chez les foyers localisés en zones non viticoles en période de traitement sont respectivement de 17 et 12.

**Tableau 33 : Paramètres de distribution associés au nombre de substances détectées et au nombre de substances quantifiées par foyer pour les échantillons de poussières collectés en zones non viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

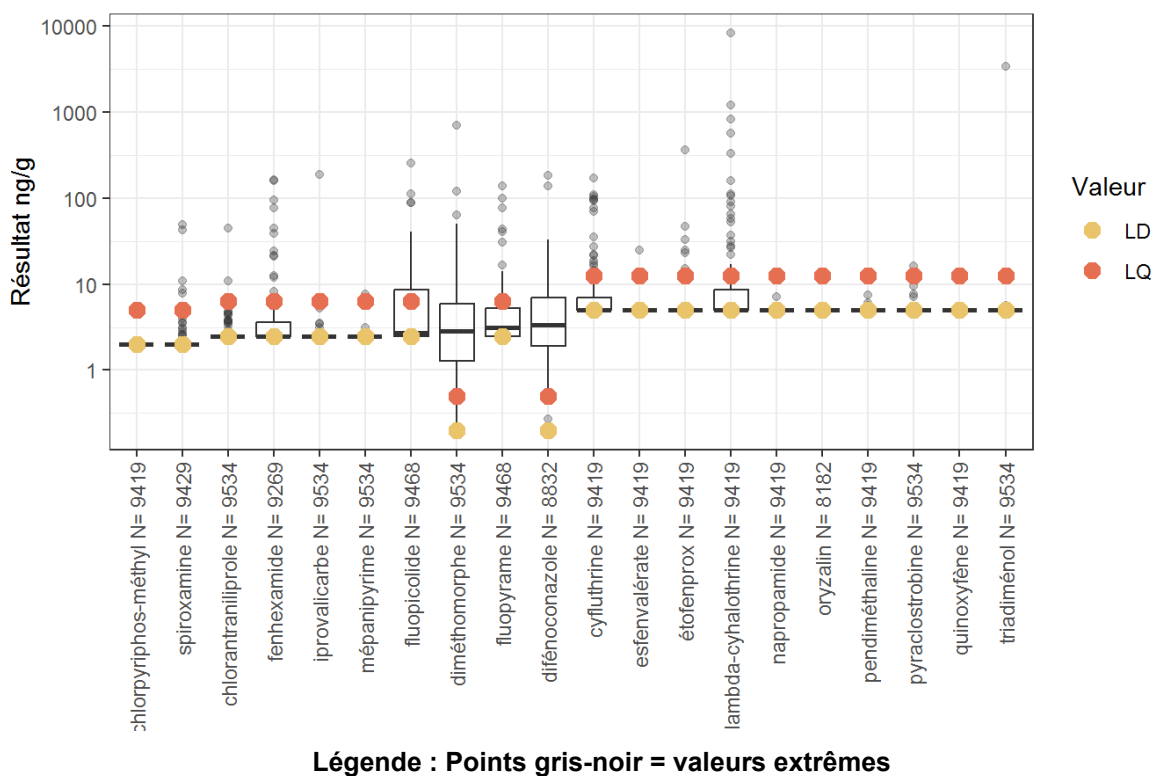
	P5	P25	P50 (médiane)	P75	P95
<b>Nombre de substances détectées par foyer</b>	9	14	17	20	25
<b>Nombre de substances quantifiées par foyer</b>	6	10	12	15	19

#### 5.2.1.4 Distribution des concentrations par substance

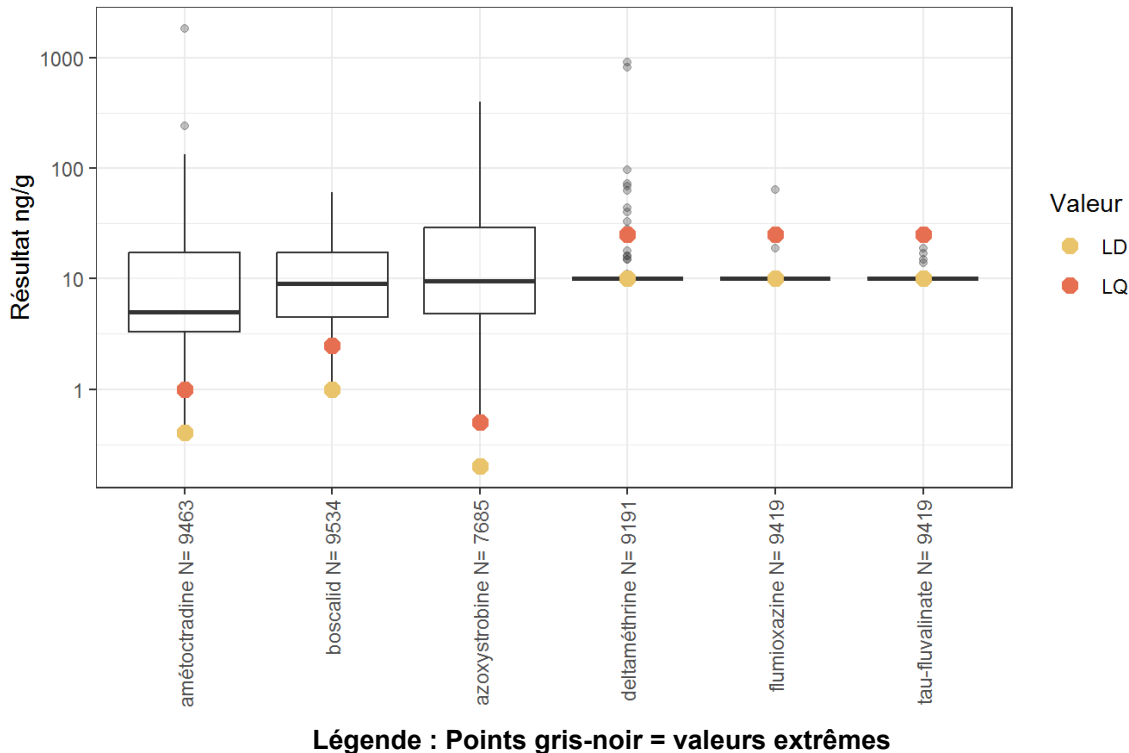
Les distributions des concentrations des substances détectées dans les poussières (scénario de gestion des données censurées à gauche « UB\_Machine » (cf. 2.4.2)) en zones non viticoles en période de traitement sont représentées sur les Figure 16 à Figure 19 (en échelle logarithmique). Pour améliorer la lisibilité des graphes, les substances sont regroupées en 4 catégories de gammes de concentrations médianes correspondant aux quartiles des concentrations médianes de l'ensemble des substances :  $\leq 2$  ng/g (Figure 16), 2-5 ng/g (Figure 17), 5-10 ng/g (Figure 18) et  $\geq 10$  ng/g (Figure 19).



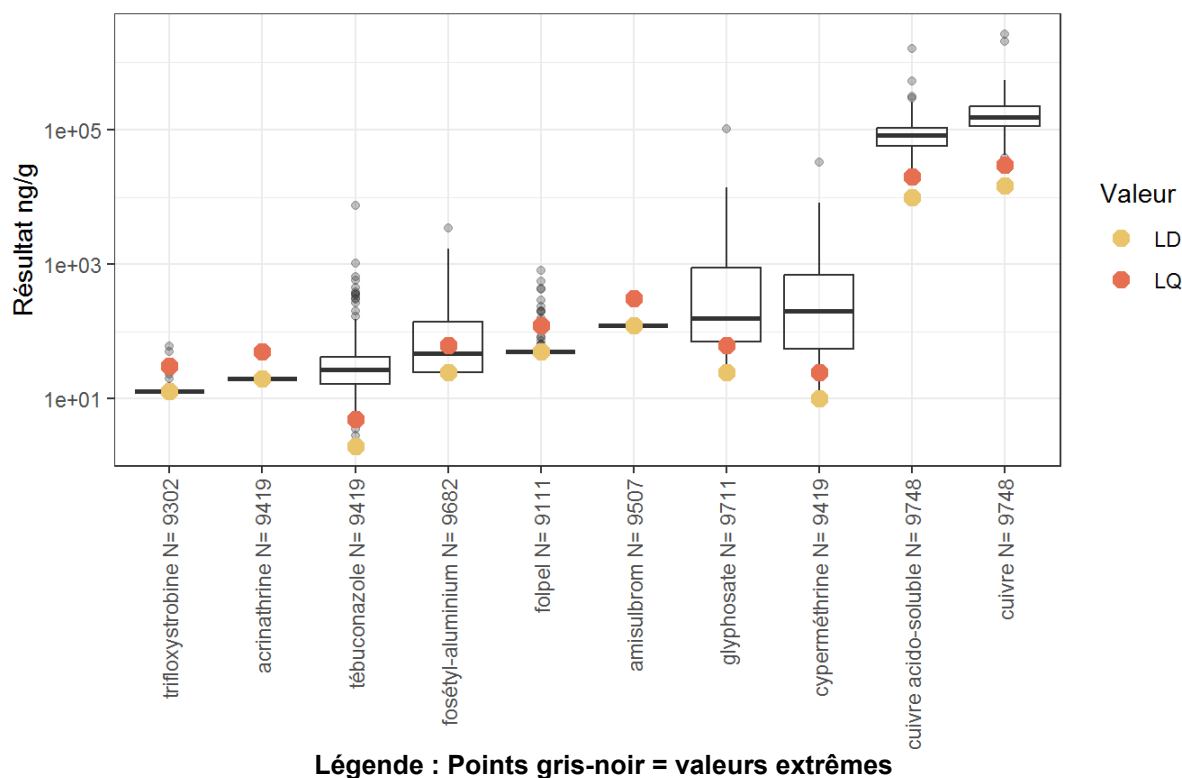
**Figure 16 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement et dont la médiane se situe dans le 1<sup>er</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB\_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 17 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement et dont la médiane se situe dans le 2<sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB\_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 18 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement et dont la médiane se situe dans le 3<sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB\_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 19 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement et dont la médiane se situe dans le 4<sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB\_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Les distributions par substance sont disponibles en Annexe 38.

Les Tableau 34 et Tableau 35 présentent le classement des substances en fonction respectivement de leurs médiane (P50) et 95<sup>ème</sup> centile (P95).

#### Focus sur les médianes (P50) :

Parmi les 18 substances ayant une FD  $\geq 50$  %, le P50 le plus élevé ( $P50_{\text{cyperméthrine}} = 202$  ng/g) est plus de 336 fois supérieur au P50 le plus faible ( $P50_{\text{myclobutanyl}} = 0,6$  ng/g) (hors cuivre et cuivre acido-soluble). Le P50 est supérieur à 100 ng/g pour 4 substances (cuivre, cuivre acido-soluble, cyperméthrine, glyphosate).

Pour les autres substances, le P50 n'est pas exploitable car dépendant du scénario de gestion des données censurées à gauche retenu.

#### Focus sur les P95 :

Parmi les 36 substances ayant une FD  $\geq 5$  %, le P95 le plus élevé ( $P95_{\text{glyphosate}} = 9,0$  µg/g) est plus de 15 000 fois supérieur au P95 le plus faible ( $P95_{\text{carbétamide}} = 0,6$  ng/g) (hors cuivre et cuivre acido-soluble). Il est :

- supérieur à 5 µg/g pour 3 substances ( $P95_{\text{cuivre}} = 461$  µg/g ;  $P95_{\text{cuivre acido-soluble}} = 251$  µg/g ;  $P95_{\text{glyphosate}} = 9,0$  µg/g) ;
- compris entre 1 et 5 µg/g pour 3 substances ( $P95_{\text{cyperméthrine}} = 4,9$  µg/g ;  $P95_{\text{fosétyl-aluminium}} = 1,4$  µg/g,  $P95_{\text{lambda-cyhalothrine}} = 1,2$  µg/g) ;
- compris entre 100 ng/g et 1 µg/g pour 9 substances.

**Tableau 34 : Classement des 18 substances avec FD  $\geq$  50 % en fonction du P50 (ng/g) dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Nom substance	N° CAS	Résultats pondérés			
		Fréquence de détection (FD) (%)	Fréquence de quantification (FQ) (%)	P50 (ng/g)	
myclobutanil	88671-89-0	54,5	25,9	0,6	<b>P50 <math>\geq</math> 0,1 ng/g - 18 substances</b> <b>P50 <math>\geq</math> 1 ng/g - 17 substances</b>
pyriméthanil	53112-28-0	55,8	29,5	1,1	
fluxapyroxade	907204-31-3	60,6	15,5	1,3	
métrafénone	220899-03-6	60,2	23,5	1,5	
cyprodinil	121552-61-2	59,9	32,3	1,6	
fluopicolide	239110-15-7	50,8	31,8	2,7	
diméthomorphe	110488-70-5	97,7	97,4	2,9	
fluopyrame	658066-35-4	66,5	21,5	3,1	
difénoconazole	119446-68-3	100	98,7	3,4	
amétoctradine	865318-97-4	99	96,9	5,0	<b>P50 <math>\geq</math> 5 ng/g - 9 substances</b>
boscalid	188425-85-6	99,9	88,4	9,0	
azoxystrobine	131860-33-8	100	99,8	9,6	
tébuconazole	107534-96-3	99,3	90,3	27,1	<b>P50 <math>\geq</math> 10 ng/g - 6 substances</b>
fosétyl-aluminium	15845-66-6	68,3	33,1	48,0	
glyphosate	1071-83-6	89,4	84,9	160,0	<b>P50 <math>\geq</math> 100 ng/g - 4 substances</b>
cyperméthrine	52315-07-8	90,2	89,3	202,0	<b>P50 <math>\geq</math> 200 ng/g - 3 substances</b>
cuivre acido-soluble	7440-50-8	100	100	83000	<b>P50 <math>\geq</math> 50 <math>\mu</math>g/g - 2 substances</b>
cuivre	7440-50-8	100	100	155000	<b>P50 <math>\geq</math> 100 <math>\mu</math>g/g - 1 substance</b>

**Tableau 35 : Classement des 36 substances avec FD ≥ 5 % en fonction du P95 (ng/g) dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Nom substance	N° CAS	Résultats pondérés			
		Fréquence de détection (FD) (%)	Fréquence de quantification (FQ) (%)	P95 (ng/g)	
carbétamide	16118-49-3	40,8	13,7	0,6	<b>P95 ≥ 0,5 ng/g - 36 substances</b>
propyzamide	23950-58-5	8,2	0	1,3	
iprovalicarbe	140923-17-7	8,2	2,5	3,1	
krésoxim-méthyl	143390-89-0	22,5	10,5	3,1	
chlorantraniliprole	500008-45-7	15,7	0,7	3,8	
cymoxanil	57966-95-7	21,5	8,7	5,2	<b>P95 ≥ 5 ng/g - 31 substances</b>
cyazofamide	120116-88-3	35,3	17,9	5,7	
fluxapyroxade	907204-31-3	60,6	15,5	6,6	
pyraclostrobine	175013-18-0	6,6	3,1	7,7	
spiroxamine	118134-30-8	17,4	6,2	8,5	
métrafénone	220899-03-6	60,2	23,5	8,5	
pyriméthanil	53112-28-0	55,8	29,5	9,7	
étofenprox	80844-07-1	11,3	11,3	24,7	<b>P95 ≥ 10 ng/g - 24 substances</b>
trifloxystrobine	141517-21-7	12,8	3,4	28,0	
cyprodinil	121552-61-2	59,9	32,3	45,4	
boscalid	188425-85-6	99,9	88,4	56,2	
myclobutanil	88671-89-0	54,5	25,9	63,6	<b>P95 ≥ 50 ng/g - 21 substances</b>
diméthomorphe	110488-70-5	97,7	97,4	64,1	
fluopyrame	658066-35-4	66,5	21,5	76,3	
fluopicolide	239110-15-7	50,8	31,8	87,3	
cyfluthrine	68359-37-5	32,4	19,5	97,2	
amétoctradine	865318-97-4	99	96,9	105,1	
métalaxyl	70630-17-0	12,4	10,5	119,9	
folpel	133-07-3	15,2	5,7	126,0	<b>P95 ≥ 100 ng/g - 15 substances</b>
thiaméthoxame	153719-23-4	10,6	10,3	126,2	
difénoconazole	119446-68-3	100	98,7	136,7	
fenhexamide	126833-17-8	33,9	14,4	158,8	
azoxystrobine	131860-33-8	100	99,8	398,9	
tébuconazole	107534-96-3	99,3	90,3	458,8	
deltaméthrine	52918-63-5	21,3	22,1	819,0	
lambda-cyhalothrine	91465-08-6	34,7	20,2	1 196	<b>P95 ≥ 1 µg/g - 6 substances</b>
fosétyl-aluminium	15845-66-6	68,3	33,1	1 351	
cyperméthrine	52315-07-8	90,2	89,3	4 940	
glyphosate	1071-83-6	89,4	84,9	9 019	<b>P95 ≥ 5 µg/g - 3 substances</b>
cuivre acido-soluble	7440-50-8	100	100	251 000	<b>P95 ≥ 200 µg/g - 2 substances</b>
cuivre	7440-50-8	100	100	461 000	

**Légende :**

En vert : substances avec FD ≥ 50 %

En noir : substances avec FD < 50 %



### 5.2.1.5 Discussion et conclusion

L'Annexe 2 présente pour rappel les statuts et usages autorisés des 48 substances analysées dans les échantillons de poussières. Pour rappel également, les indicateurs spatialisés de niveau 2 sont systématiquement égaux à 0 pour les foyers en zones non viticoles (pas de vignes dans un cercle de rayon 1 000 m autour des foyers).

Les 44 substances détectées sont associées à 46 substances actives parmi lesquelles :

- **2 substances** (triadiménol, chlorantraniliprole) n'avaient **aucun usage autorisé** pendant la campagne de mesures (dates de fin d'utilisation de PPP antérieures à la date de début de la période de traitement, pas d'usages biocides ou médicaments vétérinaires). Pour ces substances (FD respectives de 3,3 % et 15,7 %), les poussières pourraient être contaminées *via* un apport de l'environnement extérieur (air ambiant, sols, etc.) contaminé :
  - suite à des usages antérieurs des substances quand elles étaient autorisées ;
  - suite à des mésusages des substances depuis qu'elles sont interdites, potentiellement pendant la campagne de mesures.
- **2 substances** (cyfluthrine et thiaméthoxame) n'avaient **pas d'usages PPP autorisés** pendant la campagne de mesures (dates de fin d'utilisation de PPP respectives en juillet 2021 et 2018). Toutefois, elles ont des **usages biocides autorisés** (TP18<sup>13</sup>). Pour ces substances (FD respectives de 32,4 % et 10,6 %), les poussières pourraient être contaminées :
  - *via* un apport de l'environnement intérieur contaminé suite à des usages biocides ;
  - *via* un apport de l'environnement extérieur (air ambiant, sols, etc.) contaminé :
    - suite à des mésusages en tant que PPP des substances depuis qu'elles sont interdites, potentiellement pendant la campagne de mesures ;
    - suite à des usages des substances quand elles étaient autorisées.
- Les 40 autres substances actives associées à **38 substances détectées avaient des usages PPP autorisés** pendant la campagne de mesures. Pour ces substances, les poussières pourraient être contaminées *via* un apport des environnements extérieur (air ambiant, sols, etc.) et/ou intérieur (matériaux de constructions, boiserie, etc.) contaminés :
  - **suite à des traitements effectués à cette période ou en amont, sur la vigne à des distances supérieures à 5 km et/ou sur d'autres cultures** (seul l'iprovalicarbe est spécifique de la vigne) **à des distances supérieures à 1 km**. Pour rappel, la méthode de sélection des foyers en zones non viticoles a retenu comme critères :
    - 1/ L'absence totale de vignes et de toute autre activité agricole (hors estives, landes et prairies permanentes) dans un périmètre de 1 000 m autour du foyer ;
    - 2/ La présence limitée de vignes (moins de 1 hectare) dans un périmètre compris entre 1 000 m et 5000 m autour du foyer.À noter que 4 substances sont systématiquement détectées (azoxystrobine, cuivre, cuivre acido-soluble, difénoconazole) et 5 sont quasiment systématiquement détectées (FD comprise entre 90 % et 100 %) (boscalid, tébuconazole, amétoctradine, diméthomorphe, cyperméthrine).
  - **et/ou suite à un usage biocide et/ou un usage médicament vétérinaire**. En effet, parmi les substances :
    - 9 (alpha-cyperméthrine, azoxystrobine, cuivre, cyperméthrine, deltaméthrine, étofenprox, folpel, lambda-cyhalothrine, tébuconazole) ont également des usages biocides autorisés ;

- 4 (cuivre, cyperméthrine, deltaméthrine, tau-fluvalinate) ont également des usages médicaments vétérinaires autorisés.
- Toutefois, cette hypothèse reste difficile à vérifier.

À noter que parmi les 4 substances non détectées :

- le chlorpyrifos-méthyl et le quinoxifène n'avaient aucun usage autorisé pendant la campagne de mesures (dates de fin d'utilisation de PPP antérieures à la date de début de la période de traitement, pas d'usages biocides ou médicaments vétérinaires) ;
- l'acrinathrine et l'amisulbrom (qui font partie des substances avec les limites analytiques les plus élevées, cf. 5.2.1.2) avaient des usages PPP autorisés pendant la campagne de mesures.

#### **Conclusion des mesures de pesticides dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement**

**113 échantillons de poussières ont été collectés représentant grâce aux poids de sondage une population de 9 982 foyers.**

**Sur 48 substances analysées, 44 sont détectées (acrinathrine, amisulbrom, chlorpyrifos-méthyl et quinoxifène ne sont jamais détectés) et 41 quantifiées :**

- **19 substances ont une fréquence de détection supérieure à 40 %, dont 4 à 100 % : azoxystrobine, cuivre, cuivre acido-soluble et difénoconazole ;**
- **10 ont une fréquence de quantification supérieure à 40 %, dont 2 à 100 % : cuivre et cuivre acido-soluble.**

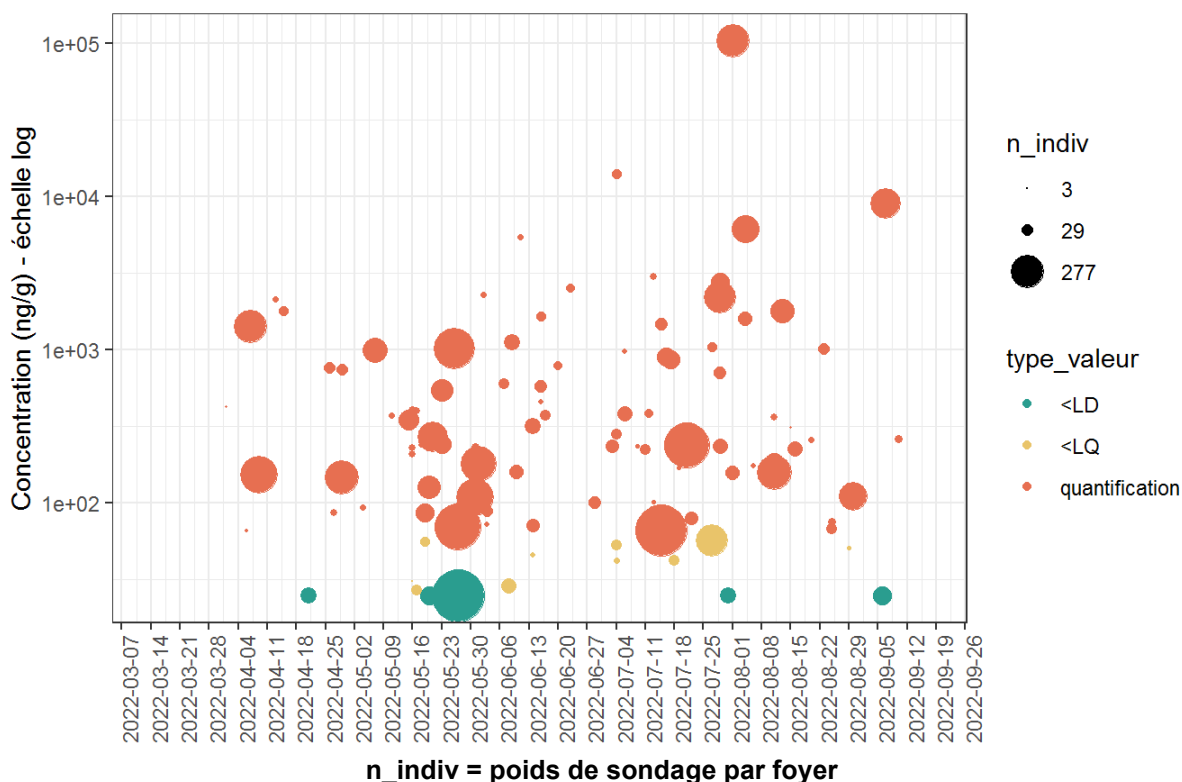
**Les médianes des concentrations des 18 substances avec une FD  $\geq$  50 % sont comprises entre 0,6 ng/g et 202 ng/g (hors cuivre à 155  $\mu$ g/g et cuivre acido-soluble à 83  $\mu$ g/g).**

**Les 95<sup>ème</sup> centiles des concentrations des 36 substances avec une FD  $\geq$  5 % sont compris entre 0,6 ng/g et 9,0  $\mu$ g/g (hors cuivre à 461  $\mu$ g/g et cuivre acido-soluble à 251  $\mu$ g/g). Ils sont supérieurs à 1  $\mu$ g/g pour 6 substances (cuivre, cuivre acido-soluble, glyphosate, cyperméthrine, fosétyl-aluminium, lambda-cyhalothrine).**

**Le cuivre, le cuivre acido-soluble, le glyphosate et la cyperméthrine présentent les concentrations les plus élevées (P50 et P95).**

### **5.2.2 Distribution temporelle par substance tous foyers confondus**

L'Annexe 39 présente, par substance, la distribution temporelle des concentrations des substances (en échelle logarithmique) dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement pour les 44 substances détectées. L'exemple du glyphosate est illustré sur la Figure 20.



**Figure 20 : Distribution temporelle des concentrations (ng/g) du glyphosate dans les poussières en zones non viticoles en période de traitement (résultats pondérés ; N=9 711). PestiRiv, France, 2021-2022.**

## 5.3 Contamination en zones viticoles en période hors traitement

### 5.3.1 Résultats par substance tous foyers confondus sur l'ensemble de la période hors traitement

#### 5.3.1.1 Bilan synthétique

Le Tableau 36 présente, pour chaque substance, le nombre de foyers représentés par les résultats<sup>15</sup>, les limites analytiques en termes de détection  $C_{LD}$  et quantification  $C_{LQ}$  (ng/g), les fréquences de détection et de quantification et les paramètres de distribution des concentrations.

<sup>15</sup> Sur les 228 échantillons de poussières, entre 200 et 227 échantillons sont analysés selon les substances (cf. Annexe 22). C'est pourquoi le nombre de foyers représentés correspondant oscille entre 19437 et 22091.

**Tableau 36 : Nombre de foyers représentés, limites analytiques, fréquences de détection et de quantification et concentrations (ng/g) des 48 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Nom substance	N° CAS	Nombre de foyers représentés	C <sub>LD</sub> <sup>(a)</sup> (ng/g)	C <sub>LQ</sub> <sup>(b)</sup> (ng/g)	Fréquence de détection (FD) (%)	Fréquence de quantification (FQ) (%)	P5 (ng/g)	P25 (ng/g)	P50 (ng/g)	P75 (ng/g)	P95 (ng/g)
cuivre	7440-50-8	21 824	15 000	30 000	100	100	76 000	122 000	175 000	295 000	497 000
cuivre acido-soluble	7440-50-8	21 824	10 000	20 000	100	100	40 000	69 000	105 000	164 000	336 000
diméthomorphe	110488-70-5	22 091	0,2	0,5	100	100	1,27	4,9	10,24	23	180
difénoconazole	119446-68-3	22 080	0,2	0,5	100	100	1,65	2,68	4,95	10,93	31,96
azoxystrobine	131860-33-8	22 091	0,2	0,5	100	99,1	0,54	1,71	4,79	10,47	37,82
glyphosate	1071-83-6	22 012	25	63	100	95,0	63	150	345	1294	5913
boscalid	188425-85-6	22 091	1	2,5	99,7	98,5	2,8	5,4	11,3	22,8	61,5
amétoctradine	865318-97-4	22 091	0,4	1	99,6	99,5	1,58	10,12	22,4	61,04	271,55
métrafénone	220899-03-6	21 806	1	2,5	95,6	70,7	1,2	2,3	4,5	8,8	50,5
pyriméthanil	53112-28-0	21 887	1	2,5	93,4	74,1	<LD	2,4	5,1	12,7	68
tébuconazole	107534-96-3	20 704	2	5	90,3	86,4	<LD	9,3	19,2	75,6	562,1
cyperméthrine	52315-07-8	21 599	10	25	87,1	85,2	<LD	49	194	776	3466
fluopicolide	239110-15-7	21 904	2,5	6,3	81,1	51,0	<LD	3	6,3	16,7	63,9
myclobutanil	88671-89-0	22 091	0,5	1,25	64,4	40,9	<LD	<LD	0,8	2,43	7,95
fosétyl-aluminium	15845-66-6	22 012	25	63	64,1	48,0	<LD	<LD	58	329	2840
cyprodinil	121552-61-2	22 091	1	2,5	51,3	27,8	<LD	<LD	1,1	2,9	30,7
carbétamide	16118-49-3	22 091	0,2	0,5	51,4	12,8	<LD	<LD	<LD	0,29	1,54
fluopyrame	658066-35-4	21 904	2,5	6,3	48,5	18,0	<LD	<LD	<LD	4,4	22,5
fluxapyroxade	907204-31-3	21 747	1	2,5	47,1	25,0	<LD	<LD	<LD	2,4	16,6
cymoxanil	57966-95-7	21 946	1	2,5	44,5	30,1	<LD	<LD	<LD	3,5	24,3
krésoxim-méthyl	143390-89-0	22 080	0,5	1,25	43,5	27,2	<LD	<LD	<LD	1,46	3,98
fenhexamide	126833-17-8	19 437	2,5	6,3	38,7	9,4	<LD	<LD	<LD	4,1	15,6
métalaxyl	70630-17-0	22 091	1	2,5	36,7	10,1	<LD	<LD	<LD	1,4	6,2
cyfluthrine	68359-37-5	21 599	5	12,5	35,5	24,3	<LD	<LD	<LD	10,2	90,7
lambda-cyhalothrine	91465-08-6	21 599	5	12,5	35,4	13,8	<LD	<LD	<LD	6,4	36,9
cyazofamide	120116-88-3	21 862	0,4	1	35,2	20,4	<LD	<LD	<LD	0,71	5,63
deltaméthrine	52918-63-5	21 599	10	25	34,3	17,4	<LD	<LD	<LD	15	157
spiroxamine	118134-30-8	20 392	2	5	29,1	11,5	<LD	<LD	<LD	2,8	13,4
iprovalicarbe	140923-17-7	22 091	2,5	6,3	27,7	11,7	<LD	<LD	<LD	2,6	15,2
propyzamide	23950-58-5	22 091	1	2,5	25,5	10,5	<LD	<LD	<LD	<LD	3,4
pendiméthaline	40487-42-1	21 568	5	12,5	24,7	12,3	<LD	<LD	<LD	<LD	18,8

Nom substance	N° CAS	Nombre de foyers représentés	C <sub>LD</sub> <sup>(a)</sup> (ng/g)	C <sub>LQ</sub> <sup>(b)</sup> (ng/g)	Fréquence de détection (FD) (%)	Fréquence de quantification (FQ) (%)	P5 (ng/g)	P25 (ng/g)	P50 (ng/g)	P75 (ng/g)	P95 (ng/g)
chlorantraniliprole	500008-45-7	22 091	2,5	6,3	22,1	9,1	<LD	<LD	<LD	<LD	9,7
trifloxystrobine	141517-21-7	22 091	13	31	19,1	1,7	<LD	<LD	<LD	<LD	22
pyraclostrobine	175013-18-0	22 091	5	12,5	10,4	3,3	<LD	<LD	<LD	<LD	6,1
folpel	133-07-3	21 599	50	125	8,1	1,3	<LD	<LD	<LD	<LD	78
triadiménol	55219-65-3	22 091	5	12,5	7,4	4,8	<LD	<LD	<LD	<LD	7,2
thiaméthoxame	153719-23-4	22 091	1	2,5	5,9	0,4	<LD	<LD	<LD	<LD	1,1
flumioxazine	103361-09-7	21 599	10	25	5,2	1,2	<LD	<LD	<LD	<LD	11
mépanipyrime	110235-47-7	22 091	2,5	6,3	3,5	1,3	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
étofenprox	80844-07-1	21 599	5	12,5	3,5	0,8	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
oryzalin	19044-88-3	22 053	5	12,5	3,2	1,7	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
tau-fluvalinate	102851-06-9	21 599	10	25	2,6	1,2	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
quinoxifène	124495-18-7	21 599	5	12,5	2,4	0,3	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
napropamide	15299-99-7	21 599	5	12,5	1,2	0,2	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
esfenvalérate	66230-04-4	21 599	5	12,5	0,6	0,5	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
chlorpyrifos-méthyl	5598-13-0	21 599	2	5	0,4	0,4	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
acrinathrine	101007-06-1	21 599	20	50	0	0	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
amisulbrom	348635-87-0	21 961	125	313	0	0	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

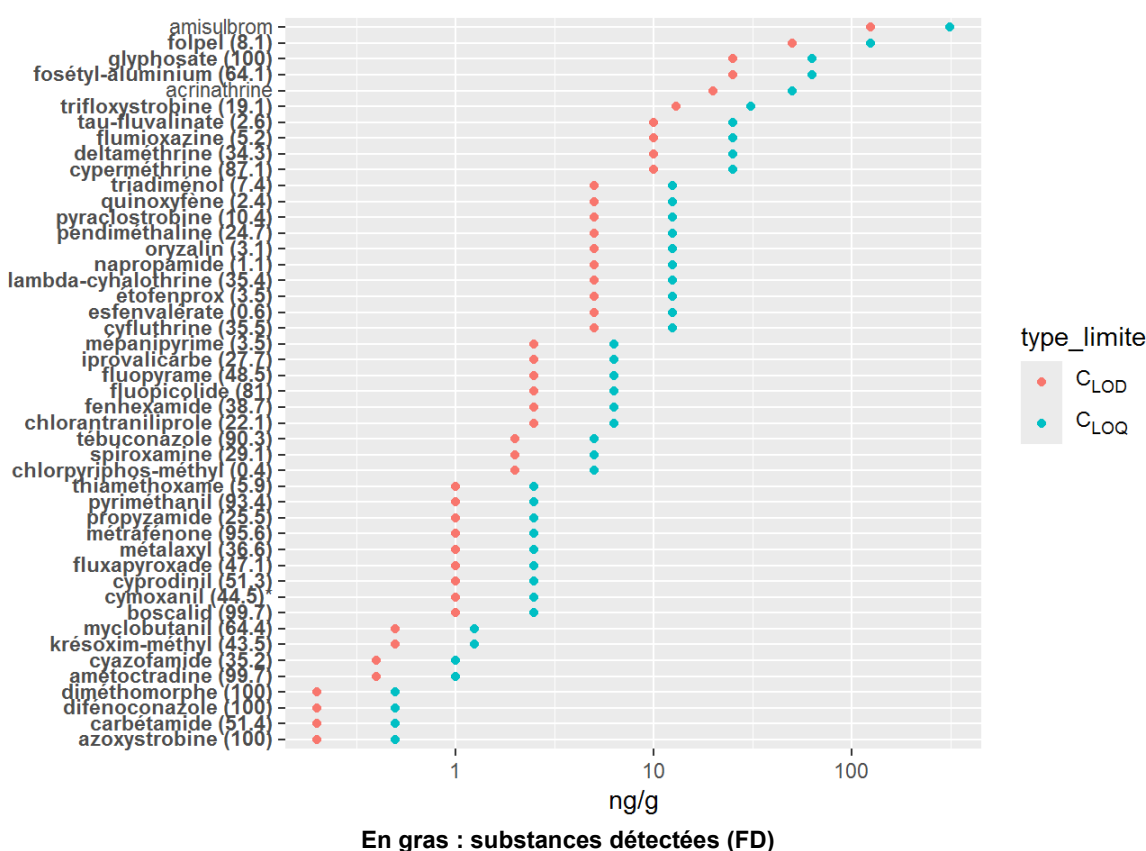
(a) Concentration calculée à partir des limites analytiques de détection et des masses de prises d'essai utilisées

(b) Concentration calculée à partir des limites analytiques de quantification et des masses de prises d'essai utilisées

Les paramètres de distribution des concentrations des substances **après application du scénario de gestion des données censurées « UB\_Machine »** (cf. 2.4.2) (concentration moyenne ( $C_{moy}$ ), P5, P25, P50, P75 et P95) sont disponibles en Annexe 40. **Les données obtenues après application du scénario de gestion sont utilisées dans la suite de cette partie.**

### 5.3.1.2 Limites analytiques

La Figure 21 présente, pour chaque substance analysée (hors cuivre et cuivre acido-soluble), les limites de détection et de quantification. Les deux substances jamais détectées (amisulbrom, acrinathrine) font partie des substances ayant les limites analytiques les plus élevées. Toutefois, ces paramètres analytiques ne peuvent pas à eux seuls expliquer l'ensemble des résultats de contamination observés, puisque le glyphosate, qui a une fréquence de détection de 100 %, est par exemple la 3<sup>ème</sup> substance avec les limites analytiques les plus élevées.



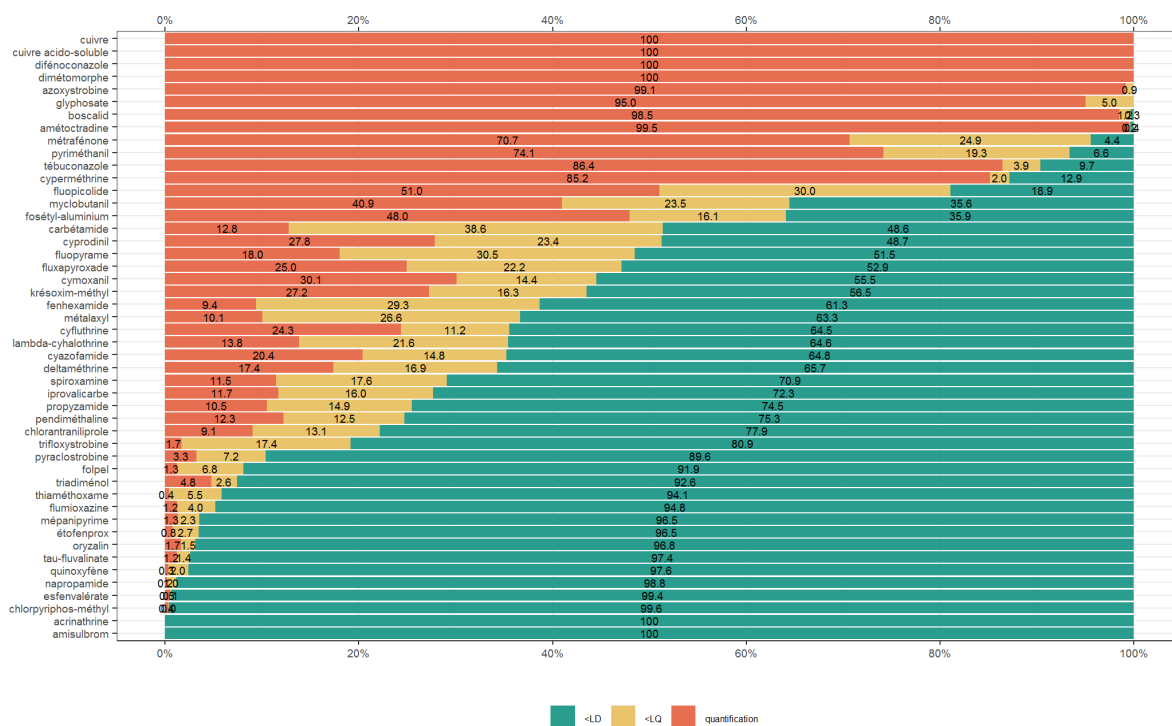
**Figure 21 : Limites de détection et de quantification de 46 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

### 5.3.1.3 Fréquences de détection et de quantification

La Figure 22 présente les fréquences de détection et de quantification des 48 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement. Le Tableau 37 présente le classement des substances quantifiées en fonction de la fréquence de quantification (cf. Annexe 41 pour le classement selon la fréquence de détection).

Ainsi, sur 48 substances analysées, 46 substances sont détectées/quantifiées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement des vignes. Seules l'acrinathrine et l'amisulbrom n'ont jamais été détectées. Parmi les substances les plus quantifiées :

- 8 substances (cuivre, cuivre acido-soluble, difénoconazole, diméthomorphe, amétoctradine, azoxystrobine, boscalid, glyphosate) ont une FQ comprise entre 90 % et 100 %, dont 4 substances (cuivre, cuivre acido-soluble, difénoconazole, diméthomorphe) qui sont systématiquement quantifiées ;
- 7 substances (tébuconazole, cyperméthrine, pyriméthanil, métrafénone, fluopicolide, fosétyl-aluminium, myclobutanil) ont une FQ comprise entre 40 % et 90 %.



**Figure 22 : Fréquences de détection et de quantification des 48 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Tableau 37 : Classement des 46 substances quantifiées en fonction de la fréquence de quantification parmi les 48 substances analysées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Nom substance	N° CAS	Résultats pondérés	
		Fréquence de quantification (FQ) (%)	
napropamide	15299-99-7	0,2	<b>FQ &gt; 0 % - 46 substances</b>
quinoxylène	124495-18-7	0,3	
chlorpyrifos-méthyl	5598-13-0	0,4	
thiaméthoxame	153719-23-4	0,4	
esfenvalérate	66230-04-4	0,5	
étofenprox	80844-07-1	0,8	
flumioxazine	103361-09-7	1,2	
tau-fluvalinate	102851-06-9	1,2	
folpel	133-07-3	1,3	
mépanipyrime	110235-47-7	1,3	
oryzalin	19044-88-3	1,7	
trifloxystrobine	141517-21-7	1,7	
pyraclostrobine	175013-18-0	3,3	
triadiménol	55219-65-3	4,8	<b>FQ &gt; 5 % - 32 substances</b>
chlorantraniliprole	500008-45-7	9,1	
fenhexamide	126833-17-8	9,4	
métalaxyl	70630-17-0	10,1	<b>FQ &gt; 10 % - 30 substances</b>
propyzamide	23950-58-5	10,5	
spiroxamine	118134-30-8	11,5	
iprovalicarbe	140923-17-7	11,7	
pendiméthaline	40487-42-1	12,3	
carbétamide	16118-49-3	12,8	
lambda-cyhalothrine	91465-08-6	13,8	
deltaméthrine	52918-63-5	17,4	
fluopyrame	658066-35-4	18,0	
cyazofamide	120116-88-3	20,4	<b>FQ &gt; 20 % - 21 substances</b>
cyfluthrine	68359-37-5	24,3	
fluxapyroxade	907204-31-3	25,0	
krésoxim-méthyl	143390-89-0	27,2	
cyprodinil	121552-61-2	27,8	
cymoxanil	57966-95-7	30,1	<b>FQ &gt; 30 % - 16 substances</b>
myclobutanil	88671-89-0	40,9	<b>FQ &gt; 40 % - 15 substances</b>
fosétyl-aluminium	15845-66-6	48,0	<b>FQ &gt; 50 % - 13 substances</b>
fluopicolide	239110-15-7	51,0	
métrafénone	220899-03-6	70,7	
pyriméthanil	53112-28-0	74,1	<b>FQ &gt; 70 % - 12 substances</b>
cyperméthrine	52315-07-8	85,2	
tébuconazole	107534-96-3	86,4	<b>FQ &gt; 80 % - 10 substances</b>
glyphosate	1071-83-6	95,0	
boscalid	188425-85-6	98,5	
azoxystrobine	131860-33-8	99,1	
amétoctradine	865318-97-4	99,5	<b>FQ &gt; 90 % - 8 substances</b>
cuivre	7440-50-8	100	
cuivre acido-soluble	7440-50-8	100	
difénoconazole	119446-68-3	100	
diméthomorphe	110488-70-5	100	<b>FQ = 100 % - 4 substances</b>

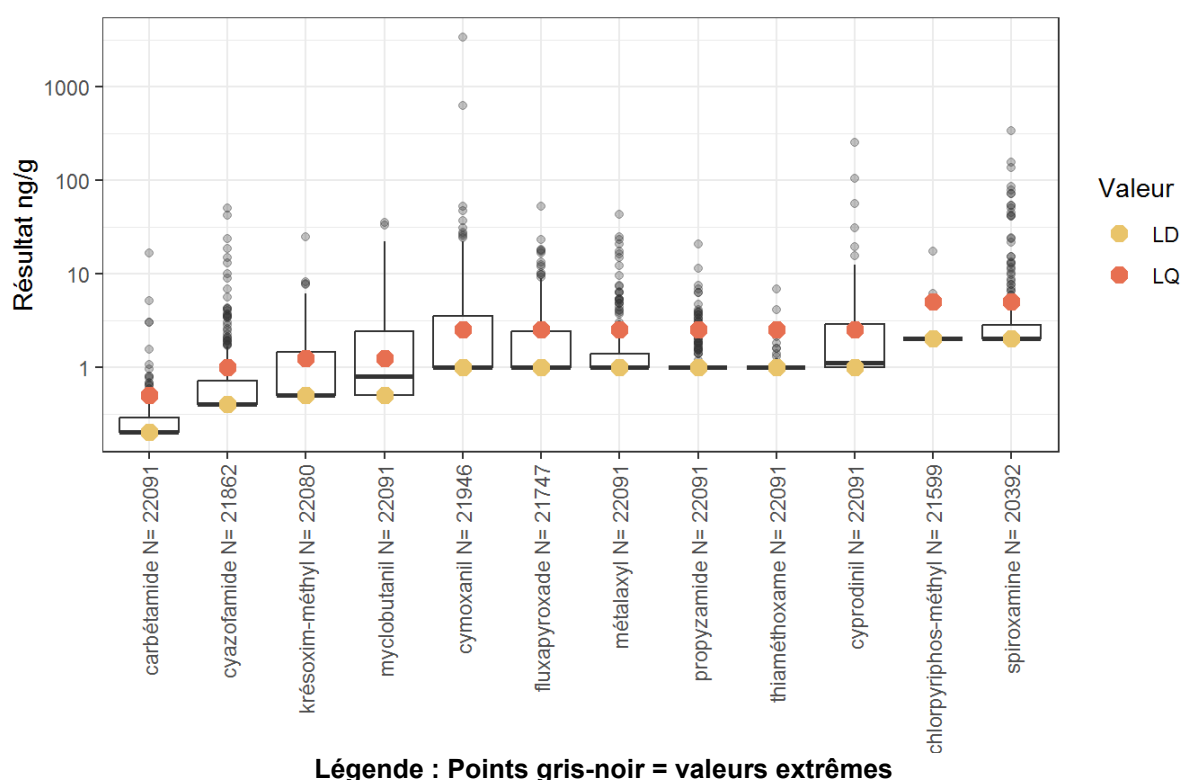
Le Tableau 38 détaille les paramètres de distribution associés au nombre de substances détectées et au nombre de substances quantifiées par foyer. Ainsi, pour 90 % des foyers en zones viticoles en période hors traitement, entre 13 et 29 substances sont détectées par foyer, et entre 10 et 23 substances sont quantifiées par foyer. Les médianes des nombres de substances détectées et quantifiées chez les foyers localisés en zones viticoles en période hors traitement sont respectivement de 20 et 15.

**Tableau 38 : Nombre de substances détectées et quantifiées par foyer (sur 48 substances recherchées) pour les poussières en zones viticoles en période hors traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

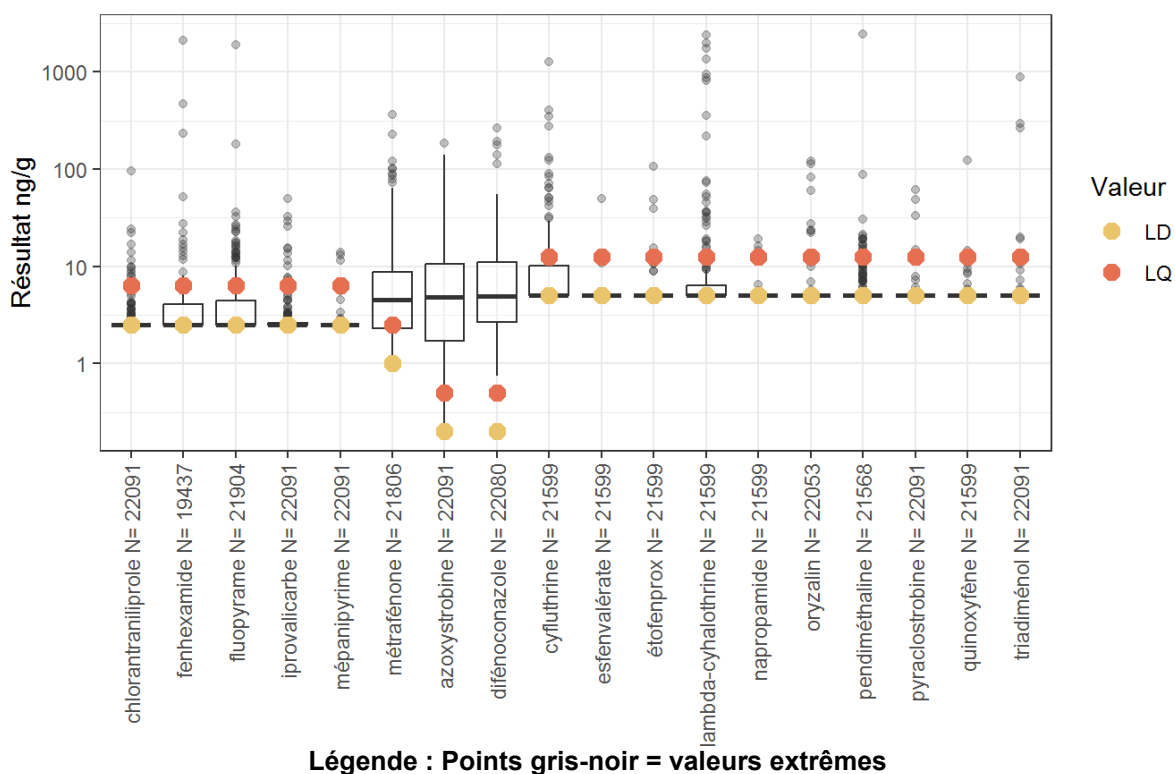
	P5	P25	P50 (médiane)	P75	P95
<b>Nombre de substances détectées par foyer</b>	13	17	20	24	29
<b>Nombre de substances quantifiées par foyer</b>	10	13	15	18	23

#### 5.3.1.4 Distribution des concentrations par substance

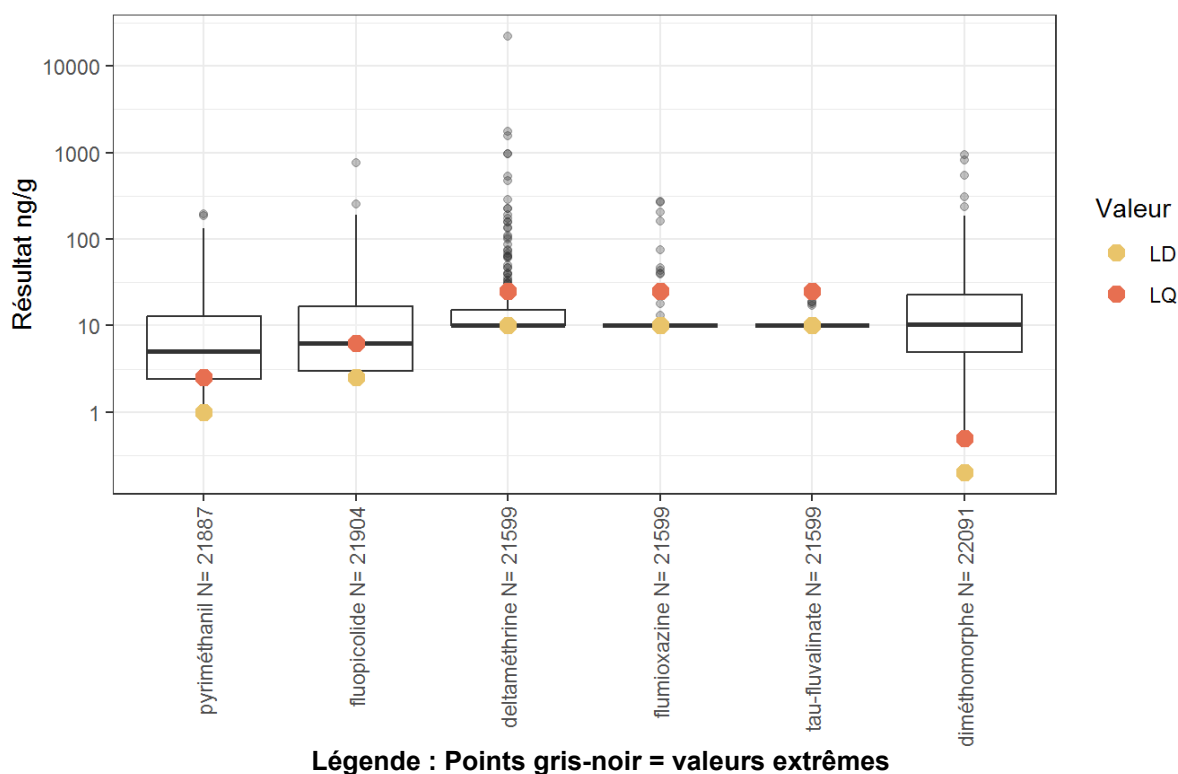
Les distributions des concentrations des substances détectées dans les poussières (scénario de gestion des données censurées à gauche « UB\_Machine » (cf. 2.4.2)) en zones viticoles en période hors traitement sont représentées sur les Figure 23 à Figure 26 (en échelle logarithmique). Pour améliorer la lisibilité des graphes, les substances sont regroupées en 4 catégories de gammes de concentrations médianes correspondant aux quartiles des concentrations médianes de l'ensemble des substances) :  $\leq 2.4$  ng/g (Figure 23), 2.4-5.0 ng/g (Figure 24), 5.0-10.5 ng/g (Figure 25) et  $\geq 10.5$  ng/g (Figure 26).



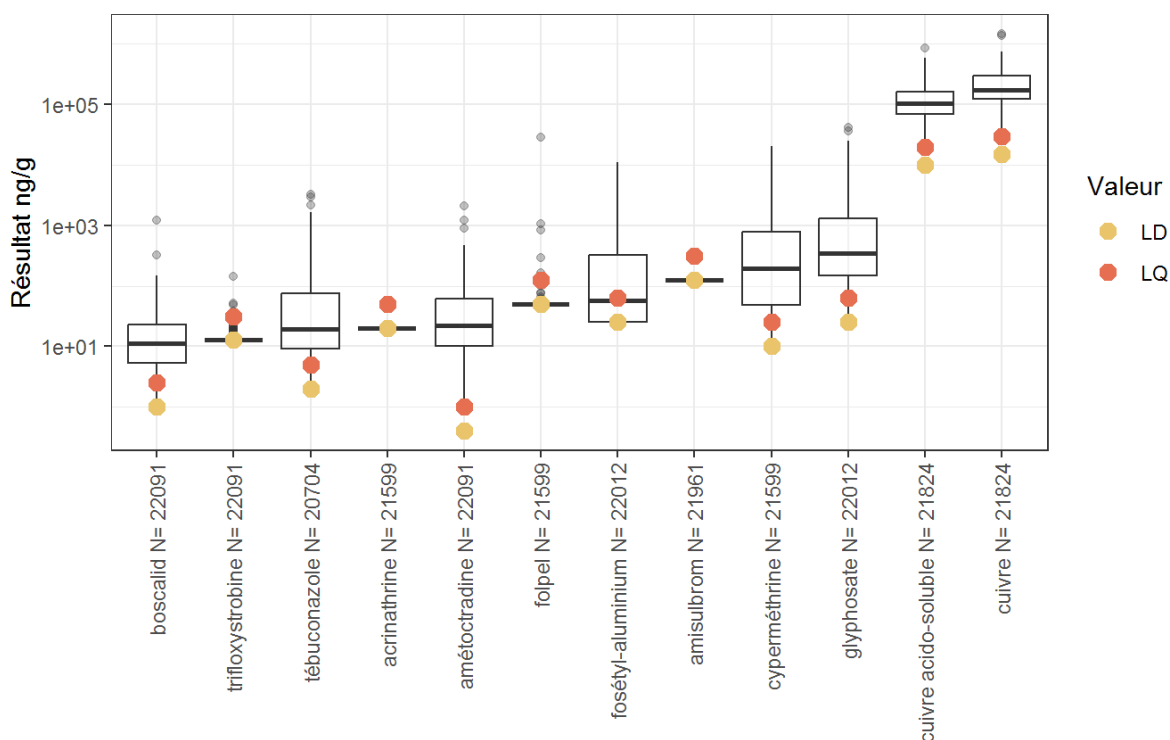
**Figure 23 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement et dont la médiane se situe dans le 1<sup>er</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB\_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 24 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement et dont la médiane se situe dans le 2<sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB\_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 25 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement et dont la médiane se situe dans le 3<sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB\_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Légende : Points gris-noir = valeurs extrêmes**

**Figure 26 : Distribution des concentrations (ng/g) des substances détectées dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement et dont la médiane se situe dans le 4<sup>ème</sup> quartile des médianes de l'ensemble des substances (résultats pondérés ; scénario « UB\_Machine »). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Les distributions par substance sont disponibles en Annexe 42.

Les Tableau 39 et Tableau 40 présentent le classement des substances en fonction respectivement de leurs médiane (P50) et 95<sup>ème</sup> centile (P95).

#### Focus sur les médianes (P50) :

Parmi les 17 substances ayant une FD  $\geq 50$  % le P60 le plus élevé ( $P50_{\text{glyphosate}} = 345$  ng/g) est plus de 1700 fois supérieur au P50 le plus faible ( $P50_{\text{carbétamide}} = 0,2$  ng/g) (hors cuivre et cuivre acido-soluble). Le P50 est supérieur à 100 ng/g pour 4 substances (cuivre, cuivre acido-soluble, glyphosate, cyperméthrine).

Pour les 31 autres substances, le P50 n'est pas exploitable car dépendant du scénario de gestion des données censurées à gauche retenu.

#### Focus sur les 95<sup>ème</sup> centile (P95) :

Parmi les 38 substances ayant une FD  $> 5$  %, le P95 le plus élevé ( $P95_{\text{glyphosate}} = 5,9$  µg/g) est plus de 5 000 fois supérieur au P95 le plus faible ( $P95_{\text{thiaméthoxame}} = 1,1$  ng/g) (hors cuivre et cuivre acido-soluble). Il est :

- supérieur à 5 µg/g pour 3 substances ( $P95_{\text{cuivre}} = 497$  µg/g ;  $P95_{\text{cuivre acido-soluble}} = 336$  µg/g ;  $P95_{\text{glyphosate}} = 5,9$  µg/g) ;
- compris entre 1 et 5 µg/g pour 2 substances ( $P95_{\text{cyperméthrine}} = 3,5$  µg/g,  $P95_{\text{fosétyl-aluminium}} = 2,8$  µg/g) ;
- compris entre 100 ng/g et 1 µg/g pour 4 substances.

**Tableau 39 : Classement des 17 substances avec FD > 50 % en fonction du P50 (ng/g) dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Nom substance	N° CAS	Résultats pondérés			
		Fréquence de détection (FD) (%)	Fréquence de quantification (FQ) (%)	P50 (ng/g)	
carbétamide	16118-49-3	51,4	12,8	0,2	<b>P50 ≥ 0,1 ng/g - 17 substances</b>
myclobutanil	88671-89-0	64,4	40,9	0,8	
cyprodinil	121552-61-2	51,3	27,8	1,1	<b>P50 ≥ 1 ng/g - 15 substances</b>
métrafénone	220899-03-6	95,6	70,7	4,5	
azoxystrobine	131860-33-8	100	99,1	4,8	
difénoconazole	119446-68-3	100	100	5,0	
pyriméthanil	53112-28-0	93,4	74,1	5,1	<b>P50 ≥ 5 ng/g - 11 substances</b>
fluopicolide	239110-15-7	81,1	51,0	6,3	
diméthomorphe	110488-70-5	100	100	10,2	<b>P50 ≥ 10 ng/g - 9 substances</b>
boscalid	188425-85-6	99,7	98,5	11,3	
tébuconazole	107534-96-3	90,3	86,4	19,2	
amétoctradine	865318-97-4	99,6	99,5	22,4	
fosétyl-aluminium	15845-66-6	64,1	48,0	58	<b>P50 ≥ 50 ng/g - 5 substances</b>
cyperméthrine	52315-07-8	87,1	85,2	194	<b>P50 ≥ 100 ng/g - 4 substances</b>
glyphosate	1071-83-6	100	95,0	345	<b>P50 ≥ 300 ng/g - 3 substances</b>
cuiivre acido-soluble	7440-50-8	100	100	105000	<b>P50 ≥ 100 µg/g - 2 substances</b>
cuiivre	7440-50-8	100	100	175000	

**Tableau 40 : Classement des 38 substances avec FD > 5 % en fonction du P50 (ng/g) dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Nom substance	N° CAS	Résultats pondérés			
		Fréquence de détection (FD) (%)	Fréquence de quantification (FQ) (%)	P95 (ng/g)	
thiaméthoxame	153719-23-4	5,9	0,4	1,1	<b>P95 ≥ 1 ng/g - 38 substances</b>
carbétamide	16118-49-3	51,4	12,8	1,5	
propyzamide	23950-58-5	25,5	10,5	3,4	
krésoxim-méthyl	143390-89-0	43,5	27,2	4,0	
cyazofamide	120116-88-3	35,2	20,4	5,6	<b>P95 ≥ 5 ng/g - 34 substances</b>
pyraclostrobine	175013-18-0	10,4	3,3	6,1	
métalaxyl	70630-17-0	36,7	10,1	6,2	
triadiménol	55219-65-3	7,4	4,8	7,2	
myclobutanil	88671-89-0	64,4	40,9	8,0	<b>P95 ≥ 10 ng/g - 31 substances</b>
chlorantraniliprole	500008-45-7	22,1	9,1	9,7	
flumioxazine	103361-09-7	5,2	1,2	11	
spiroxamine	118134-30-8	29,1	11,5	13,4	
iprovalicarbe	140923-17-7	27,7	11,7	15,2	
fenhexamide	126833-17-8	38,7	9,4	15,6	
fluxapyroxade	907204-31-3	47,1	25,0	16,6	
pendiméthaline	40487-42-1	24,7	12,3	18,8	
trifloxystrobine	141517-21-7	19,1	1,7	22,0	
fluopyrame	658066-35-4	48,5	18,0	22,5	
cymoxanil	57966-95-7	44,5	30,1	24,3	
cyprodinil	121552-61-2	51,3	27,8	30,7	
difénoconazole	119446-68-3	100	100	32,0	
lambda-cyhalothrine	91465-08-6	35,4	13,8	36,9	
azoxystrobine	131860-33-8	100	99,1	37,8	
métrafénone	220899-03-6	95,6	70,7	50,5	<b>P95 ≥ 50 ng/g - 16 substances</b>
boscalid	188425-85-6	99,7	98,5	61,5	
fluopicolide	239110-15-7	81,1	51,0	63,9	
pyriméthanil	53112-28-0	93,4	74,1	68,0	
folpel	133-07-3	8,1	1,3	78,0	<b>P95 ≥ 100 ng/g - 9 substances</b>
cyfluthrine	68359-37-5	35,5	24,3	90,7	
deltaméthrine	52918-63-5	34,3	17,4	157	
diméthomorphe	110488-70-5	100	100	180	
amétoctradine	865318-97-4	99,6	99,5	272	<b>P95 ≥ 500 ng/g - 4 substances</b>
tébuconazole	107534-96-3	90,3	86,4	562	
fosétyl-aluminium	15845-66-6	64,1	48,0	2840	<b>P95 ≥ 1 µg/g - 5 substances</b>
cyperméthrine	52315-07-8	87,1	85,2	3466	
glyphosate	1071-83-6	100	95,0	5913	<b>P95 ≥ 5 µg/g - 3 substances</b>
cuivre acido-soluble	7440-50-8	100	100	336000	<b>P95 ≥ 100 µg/g - 2 substances</b>
cuivre	7440-50-8	100	100	497000	

**Légende :**

En vert : substances avec FD > 50 %

En noir : substances avec FD < 50 %

### 5.3.1.5 Discussion et conclusion

L'Annexe 2 présente pour rappel les statuts et usages autorisés des 48 substances analysées dans les échantillons de poussières.

Les 46 substances détectées sont associées à 48 substances actives parmi lesquelles :

- **3 substances** (chlorpyrifos-méthyl, quinoxyfène, triadiménol) n'avaient **aucun usage autorisé** pendant la campagne de mesures (dates de fin d'utilisation de PPP datant de 2019 ou 2020, pas d'usages biocides ou médicaments vétérinaires). Pour ces substances (FD respectives de 0,4 %, 2,4 % et 7,4 %), les poussières pourraient être contaminées *via* un apport de l'environnement extérieur (air ambiant, sols<sup>16</sup>, etc.) contaminé :
  - suite à des usages antérieurs des substances quand elles étaient autorisées ;
  - suite à des mésusages des substances depuis qu'elles sont interdites, potentiellement pendant la campagne de mesures.
- **2 substances** (cyfluthrine et thiaméthoxame) n'avaient **pas d'usages PPP autorisés** pendant la campagne de mesures (dates de fin d'utilisation de PPP respectives en juillet 2021 et 2018) mais ont des **usages biocides autorisés** (TP18<sup>13</sup>). Pour ces substances (FD respectives de 35,5 % et 5,9 %), les poussières pourraient être contaminées :
  - *via* un apport de l'environnement intérieur contaminé suite à des usages biocides ;
  - *via* un apport de l'environnement extérieur (air ambiant, sols, etc.) contaminé :
    - suite à des mésusages en tant que PPP des substances depuis qu'elles sont interdites, potentiellement pendant la campagne de mesures ;
    - suite à des usages des substances quand elles étaient autorisées.
- les 43 autres substances actives associées à **41 substances détectées avaient des usages PPP autorisés** pendant la campagne de mesures. Pour ces substances, les poussières pourraient être contaminées *via* un apport des environnements extérieur (air ambiant, sols, etc.) et/ou intérieur (matériaux de constructions, boiserie, etc.) contaminés :
  - **suite à des traitements effectués sur la vigne et/ou sur d'autres cultures en amont de la période hors traitement**, notamment pendant la période de traitement 2021. Cette hypothèse est fort probable puisque la majorité des substances analysées ont été détectées malgré le fait d'être en période hors traitement.  
À noter que 6 substances sont systématiquement détectées (azoxystrobine, cuivre, cuivre acido-soluble, difénoconazole, diméthomorphe, glyphosate) et 5 sont quasiment systématiquement détectées (FD comprise entre 90 % et 100 %) (amétoctradine, boscalid, métrafénone, pyriméthanol, tébuconazole).
  - **suite à des traitements principalement herbicides qui peuvent tout de même être effectués sur la vigne à cette période**. Toutefois, cette hypothèse semble peu probable puisque très peu d'utilisations sont estimées par les indicateurs spatialisés de niveau 2 autour des foyers localisés en zones viticoles en période hors traitement. En effet, seules 7 substances ont été probablement utilisées, le pourcentage de foyers avec une utilisation probable variant de 31 % (propyzamide) à 0,04 % (oryzalin). De plus, comme explicité au Tableau 41, l'indicateur spatialisé de niveau 2 dans un cercle de rayon 1 000 m ne permet pas d'expliquer les FD observées, notamment pour le glyphosate, l'oryzalin, la pendiméthaline et la trifloxystrobine.

---

<sup>16</sup> Y compris lors de labours.



**Tableau 41 : Fréquence de détection et pourcentage de foyers avec une utilisation probable de la substance dans un cercle de rayon 1 000 m pour les 7 substances probablement utilisées au moins une fois en zones viticoles en période hors traitement (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Nom substance	N° CAS	Fréquence de détection (FD) (%)	Pourcentage de foyers avec une utilisation probable non nulle dans un cercle de rayon 1 000 m en zones viticoles en période hors traitement (indicateur spatialisé de niveau 2) (%)
glyphosate	1071-83-6	100	7,5
propyzamide	23950-58-5	25,5	31,3
pendiméthaline	40487-42-1	24,7	0,1
trifloxystrobine	141517-21-7	19,1	0,7
flumioxazine	103361-09-7	5,2	5,9
oryzalin	19044-88-3	3,2	0,04
napropamide	15299-99-7	1,2	6,6

- **suite à des traitements qui peuvent tout de même être effectués sur d'autres cultures que la vigne à cette période**, puisque seul l'iprovalicarbe est spécifique de la vigne.

Comme présenté au paragraphe 4.3.8, la densité de cultures autres que la vigne susceptibles d'être traitées dans un rayon 1 000 m est globalement négligeable. Mais l'hypothèse de contamination des poussières sur des distances supérieures à 1 000 m reste probable, *via* par exemple la contamination de l'air ambiant et/ou le transport de particules contaminées du sol.

Par exemple, la pendiméthaline et le propyzamide peuvent être utilisées sur grandes cultures à la fin de l'automne, voire au début de l'hiver. De par sa pression de vapeur saturante ( $P_{\text{sat}}=3.34 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}$ )<sup>17</sup>, la pendiméthaline, en plus d'être émise vers l'atmosphère par dérive<sup>18</sup>, a une probable tendance à la volatilisation<sup>19</sup> et au transport longue distance<sup>20</sup>. L'utilisation de buses anti-dérives pour les produits à base de pendiméthaline est d'ailleurs obligatoire depuis fin 2020 ou 2021 pour limiter sa dérive,

- **suite à un usage biocide et/ou un usage médicament vétérinaire**. En effet, parmi les substances :
  - 9 (alpha-cyperméthrine, azoxystrobine, cuivre, cyperméthrine, deltaméthrine, étofenprox, folpel, lambda-cyhalothrine, tébuconazole) ont également des usages biocides autorisés ;
  - 4 (cuivre, cyperméthrine, deltaméthrine, tau-fluvalinate) ont également des usages médicaments vétérinaires autorisés.

Toutefois, cette hypothèse reste difficile à vérifier.

À noter que parmi les 2 substances non détectées :

- l'acrinathrine, spécifique de la vigne, était autorisée en tant que PPP au moment de période d'enquête<sup>21</sup> ;
- l'amisulbrom est autorisé en tant que PPP.

<sup>17</sup> PPDB : <http://item.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/511.htm>

<sup>18</sup> Phénomène de déportation de gouttelettes ou de particules.

<sup>19</sup> Passage de l'état solide/liquide à l'état gazeux.

<sup>20</sup> Le transport longue distance est avéré pour cette substance, cf. par exemple Mayer *et al*, *Environ.Sci.Technol.* 2024, 58, 3342–3352.

<sup>21</sup> L'acrinathrine n'est à présent plus autorisée en tant que PPP (fin d'utilisation le 31/12/2022).

### Conclusion des mesures de pesticides dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement

228 échantillons de poussières ont été collectés représentant grâce aux poids de sondage une population de 22 102 foyers.

Sur 48 substances analysées, 46 sont détectées et quantifiées (amisulbrom et acrinathrine ne sont jamais détectés) :

- 21 ont une fréquence de détection supérieure à 40 %, dont 6 à 100 % : azoxystrobine, cuivre, cuivre acido-soluble, difénoconazole, diméthomorphe, glyphosate ;
- 15 ont une fréquence de quantification supérieure à 40 %, dont 4 à 100 % : cuivre, cuivre acido-soluble, difénoconazole et diméthomorphe.

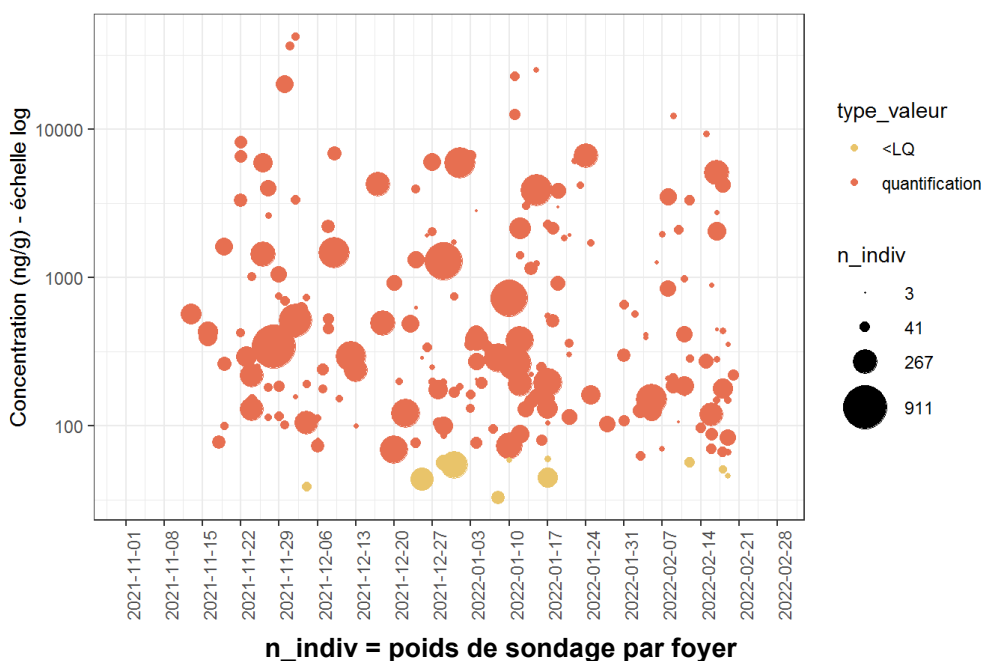
Les médianes des concentrations des 17 substances avec une FD  $\geq 50$  % sont comprises entre 0,2 ng/g et 345 ng/g.

Les 95<sup>ème</sup> centiles des concentrations des 38 substances avec une FD  $\geq 5$  % sont compris entre 1,1 ng/g et 5,9  $\mu\text{g/g}$  (hors cuivre à 497  $\mu\text{g/g}$  et cuivre acido-soluble à 336  $\mu\text{g/g}$ ). Ils sont supérieurs à 1  $\mu\text{g/g}$  pour 5 substances (cuivre, cuivre acido-soluble, glyphosate, cyperméthrine, fosétyl-aluminium).

Le cuivre, le cuivre acido-soluble et le glyphosate présentent les concentrations les plus élevées (P50 et P95).

### 5.3.2 Distribution temporelle par substance tous foyers confondus

L'Annexe 43 présente, par substance, la distribution temporelle des concentrations en pesticides (en échelle logarithmique) dans les poussières en zones viticoles en période hors traitement pour les 46 substances détectées/quantifiées. L'exemple du glyphosate est illustré sur la Figure 27.



**Figure 27 : Distribution temporelle des concentrations (ng/g) du glyphosate des poussières en zones viticoles en période hors traitement (résultats pondérés ; N=22 012). PestiRiv, France, 2021-2022.**

## 6 COMPARAISON DES CONTAMINATIONS DES POUSSIÈRES EN PÉRIODE DE TRAITEMENT EN ZONES VITICOLES ET EN ZONES NON VITICOLES

L'objectif est de comparer en période de traitement l'effet de l'environnement (viticole versus non viticole) sur la contamination des poussières.

### 6.1 Analyses descriptives

Une analyse descriptive est d'abord réalisée pour comparer les contaminations des poussières en période de traitement chez les foyers en zones viticoles (N=40 712) avec ceux des riverains en zones non viticoles (N=9 982).

#### 6.1.1 Comparaison des FD, FQ, P50 et P95

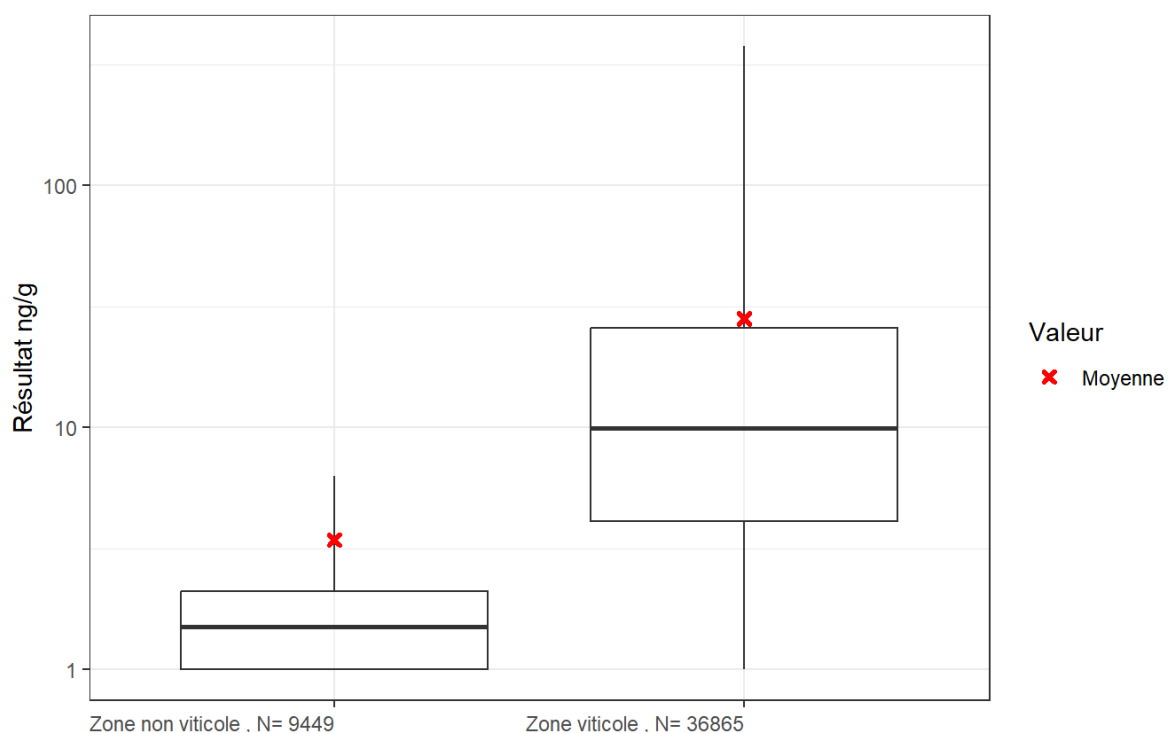
La comparaison des fréquences de détection et de quantification et des P50 et P95 des concentrations des substances dans les poussières collectées en période de traitement en zones viticoles et en zones non viticoles est détaillée respectivement en Annexe 44 et Annexe 45.

**En conclusion, la description montre que les PPP sont dans la majorité des cas autant ou plus détectés en zones viticoles, avec des concentrations le plus souvent supérieures, surtout pour le fosétyl-aluminium, le folpel, le glyphosate, l'amétoctradine, le diméthomorphe et le fluopicolide.**

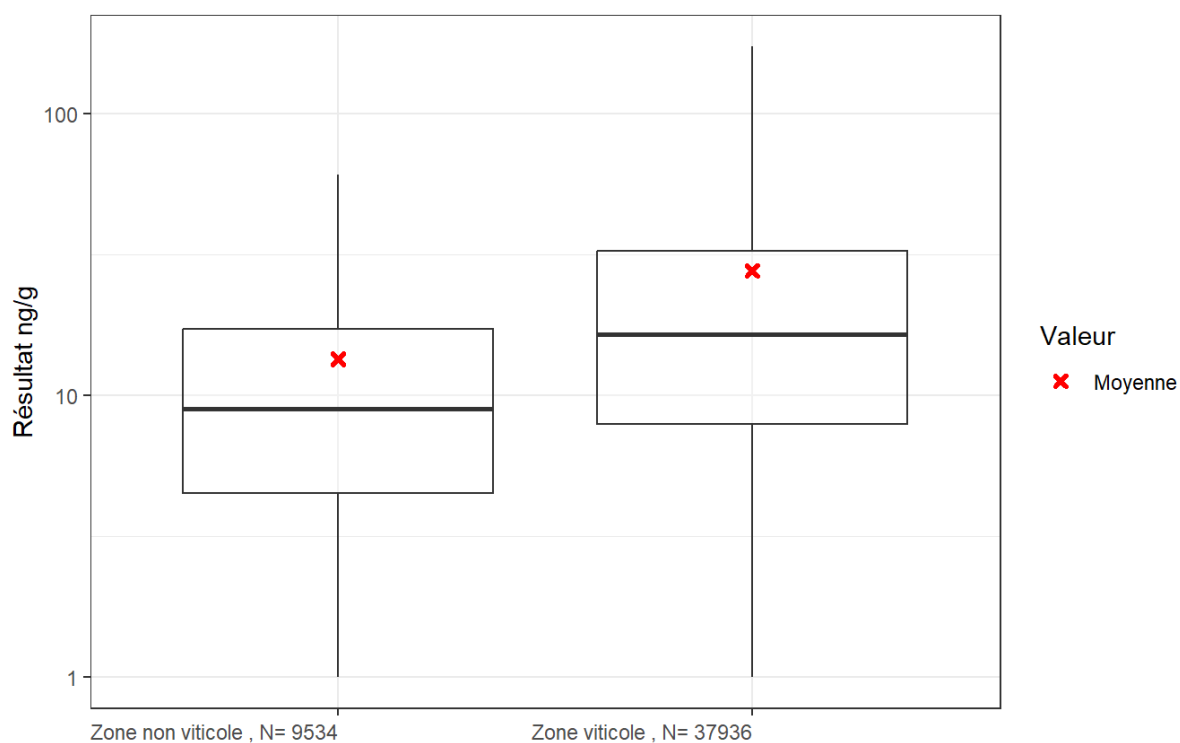
#### 6.1.2 Comparaison graphique des distributions des concentrations dans les poussières

La comparaison graphique des distributions des concentrations en zones viticoles et en zones non viticoles est disponible par substance en Annexe 46 pour les 25 substances quantifiées à plus de 20 % en considérant les deux populations réunies. Il en ressort 3 catégories de substances, chacune étant illustrée par un exemple :

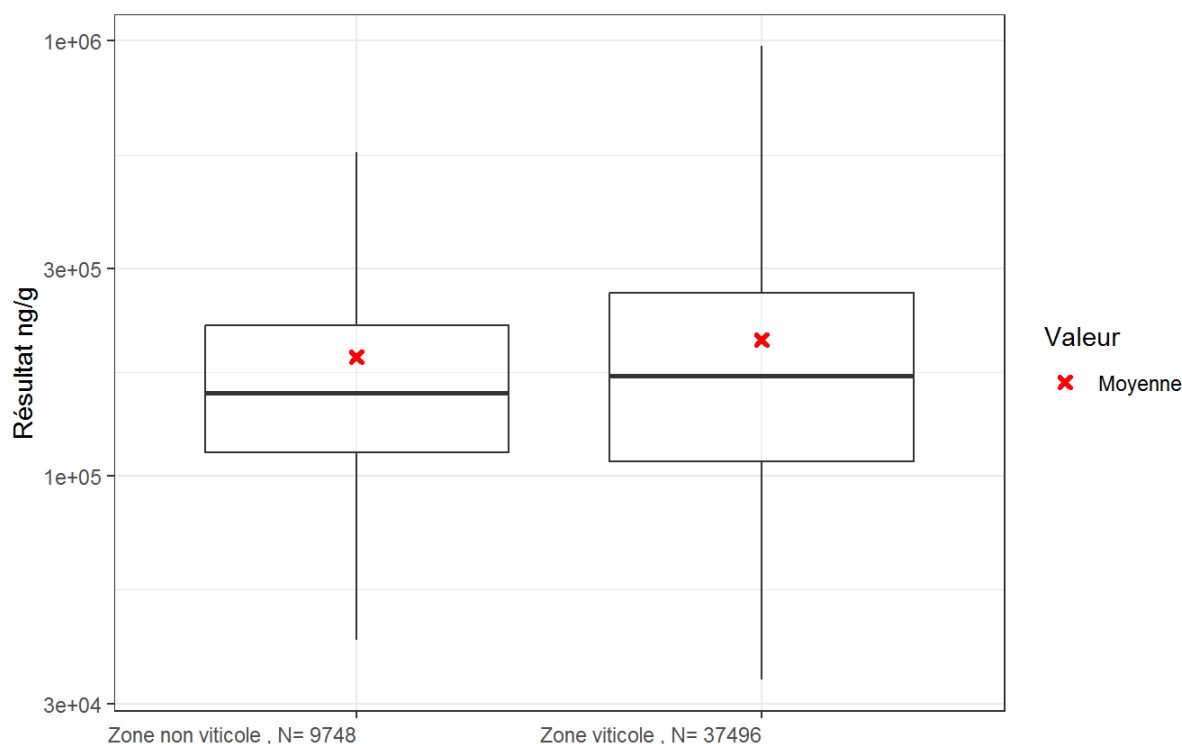
- **les différences de distribution sont particulièrement marquées avec des concentrations plus élevées en zones viticoles** pour la métrafénone (cf. Figure 28), le fosétyl-aluminium, le fluopicolide, le fluopyrame, le folpel et le cymoxanil, le cyazofamide, la deltaméthrine et la trifloxystrobine. C'est aussi le cas pour le difénoconazole, le diméthomorphe et l'amétoctradine malgré une quantification quasiment systématique quelle que soit la zone ;
- **les différences de distribution sont plus modérées avec globalement des concentrations légèrement plus élevées en zones viticoles** pour le cuivre acido-soluble, le boscalid (cf. Figure 29), le glyphosate, le pyriméthanil, le cyprodinil, le fluxapyroxade, le fenhexamide et le krésoxym-méthyl ;
- **les distributions sont globalement similaires quelle que soit la zone d'étude** pour le cuivre (cf. Figure 30), l'azoxystrobine, le tébuconazole, la cyperméthrine et le myclobutanil.



**Figure 28 : Comparaison des concentrations (ng/g) en métrafénone dans les poussières en période de traitement selon la zone : viticole ou non viticole (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 29 : Comparaison des concentrations (ng/g) en boscalid dans les poussières en période de traitement selon la zone : viticole ou non viticole (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 30 : Comparaison des concentrations (ng/g) en cuivre dans les poussières en période de traitement selon la zone : viticole ou non viticole (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

### 6.1.3 Caractérisation de l'effet de la zone viticole

L'effet de la zone viticole sur les niveaux de contamination des poussières en période de traitement a été caractérisé à partir des analyses descriptives en tenant compte des 3 paramètres suivants :

- ratio P95 (sans dimension) = P95 (zones viticoles) / P95 (zones non viticoles) ;
- différence P95 (exprimée en ng/g) = P95 (zones viticoles) - P95 (zones non viticoles) ;
- différence FQ (exprimée en points de pourcentages (p%)) = FQ (zones viticoles) - FQ (zones non viticoles).

Ces 3 paramètres sont complémentaires et permettent de tenir compte à la fois du niveau de quantification des substances (*via* la différence de FQ) et des niveaux de contamination (*via* le ratio P95 et la différence de P95). Ils permettent, pour des substances ubiquitaires par exemple, de caractériser l'effet par la différence de niveau de contamination. À noter que l'utilisation du P95 (et non de la médiane) permet, le cas échéant, de s'affranchir d'un éventuel bruit de fond. La caractérisation s'appuie donc sur les concentrations les plus élevées, tout en excluant les valeurs extrêmes.

Les critères retenus pour caractériser la plausibilité et la force de l'effet de la zone viticole sont détaillés dans le Tableau 42. Les seuils proposés permettent de discriminer les substances et de définir plusieurs grandes catégories. Une analyse de sensibilité a été réalisée pour s'assurer de la pertinence du seuil retenu pour le ratio du P95 (non illustré).

L'analyse est réalisée pour les 46 substances quantifiées au moins une fois en zones viticoles ou en zones non viticoles (acrinathrine et amisulbrom non considérées). Le Tableau 43 synthétise la caractérisation de l'effet de la zone viticole pour chaque substance à partir des analyses descriptives.

**Tableau 42 : Comparaison de la contamination des poussières en période de traitement selon la zone : viticole ou non viticole – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet de la zone viticole à partir des analyses descriptives (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

<b>Plausibilité de l'effet</b>	Très probable	{Ratio P95 $\geq$ 2,5 ET Différence P95 $>$ 0 ET Différence FQ $\geq$ 0} OU {Ratio P95 $\leq$ 0,4 ET Différence P95 $<$ 0 ET Différence FQ $\leq$ 0}
	Probable	{1 $<$ Ratio P95 $<$ 2,5 ET Différence P95 $>$ 0 ET Différence FQ $\geq$ 0} OU {0,4 $<$ Ratio P95 $<$ 1 ET Différence P95 $<$ 0 ET Différence FQ $\leq$ 0}
	Non démontré	/
<b>Force de l'effet</b>	Très fort	1 000 ng/g $\leq$  Différence P95
	Fort	100 ng/g $\leq$  Différence P95  $<$ 1 000 ng/g
	Modéré**	10 ng/g $\leq$  Différence P95  $<$ 100 ng/g
	Faible	0 ng/g $<$  Différence P95  $<$ 10 ng/g

Ratio P95 = P95 (zones viticoles) / P95 (zones non viticoles)

Différence P95 = P95 (zones viticoles) - P95 (zones non viticoles) en ng/g

Différence FQ = FQ (zones viticoles) - FQ (zones non viticoles) en points de pourcentages (p%)

En conclusion, d'après les analyses descriptives des 46 substances quantifiées au moins une fois en période de traitement en zones viticoles ou en zones non viticoles :

✓ **24 substances présentent des 95<sup>ème</sup> centiles plus élevés en zones viticoles, avec un effet zone :**

- **très probable** et :
  - **très fort** pour 3 substances : fosétyl-aluminium, cyperméthrine, folpel ;
  - **fort** pour 5 substances : fluopicolide, métrafénone, flumioxazine, diméthomorphe, amétoctadine ;
  - **modéré** pour 8 substances : trifloxystrobine, cyazofamide, fluxapyroxade, cymoxanil, pyriméthanil, iprovalicarbe, spiroxamine, tau-fluvalinate ;
  - **faible** pour 2 substances : chloranthraniliprole, oryzalin.
- **probable** et :
  - **très fort** pour 1 substance : glyphosate ;
  - **modéré** pour 1 substance : boscalid ;
  - **faible** pour 4 substances : krésoxym-méthyl, pyraclostrobine, pendiméthaline, propyzamide.

✓ **6 substances présentent des 95<sup>ème</sup> centiles plus faibles en zones viticoles, avec un effet zone :**

- **très probable** et :
  - **très fort** pour 1 substance : lambda-cyhalothrine ;
  - **fort** pour 1 substance : thiaméthoxame.
- **probable** et :
  - **très fort** pour 2 substances : cuivre et cuivre acido-soluble ;
  - **fort** pour 1 substance : deltaméthrine ;
  - **faible** pour 1 substance : étofenprox.

✓ **il ne ressort pas d'effet de la zone pour 16 substances** (en lien avec une impossibilité de conclure à partir des critères retenus).

**Tableau 43 : Comparaison de la contamination des poussières en période de traitement selon la zone : viticole ou non viticole – Plausibilité et force de l'effet de la zone viticole à partir des analyses descriptives (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

			Force de l'effet	Critères			Nombre de substances concernées	Liste substances
				Ratio P95*	Différence P95** (ng/g)	Différence FQ*** (p%)		
Plausibilité de l'effet de la zone viticole	Effet d'augmentation des concentrations	Très probable	Très fort	≥ 2,5	≥ 1 000 ng/g	≥ 0	3	fosétyl-aluminium cyperméthrine folpel
			Fort	≥ 2,5	Entre 100 et 1 000 ng/g	≥ 0	5	fluopicolide métrafénone flumioxazine diméthomorphe amétoctradine
			Modéré	≥ 2,5	Entre 10 et 100 ng/g	≥ 0	8	trifloxystrobine cyazofamide fluxapyroxade cymoxanil pyriméthanil iprovalicarbe spiroxamine tau-fluvalinate
			Faible	≥ 2,5	Entre 0 et 10 ng/g	≥ 0	2	chlorantraniliprole oryzalin
		Probable	Très fort	Entre 1 et 2,5	≥ 1 000 ng/g	≥ 0	1	glyphosate
			Modéré	Entre 1 et 2,5	Entre 10 et 100 ng/g	≥ 0	1	boscalid
			Faible	Entre 1 et 2,5	Entre 0 et 10 ng/g	≥ 0	4	krésoxim-méthyl pyraclostrobine pendiméthaline propyzamide



			Force de l'effet	Critères			Nombre de substances concernées	Liste substances
				Ratio P95*	Différence P95** (ng/g)	Différence FQ*** (p%)		
Plausibilité de l'effet de la zone viticole	Effet de diminution des concentrations	Très probable	Très fort	≤ 0,4	≤ -1 000 ng/g	≤ 0	1	lambda-cyhalothrine
			Fort	≤ 0,4	Entre -1 000 et -100 ng/g	≤ 0	1	thiaméthoxame
		Probable	Très fort	Entre 0,4 et 1	≤ -1 000 ng/g	≤ 0	2	cuivre
								cuivre acido-soluble
			Fort	Entre 0,4 et 1	Entre -1 000 et -100 ng/g	0	1	deltaméthrine
			Faible	Entre 0,4 et 1	Entre -10 et 0 ng/g	≤ 0	1	étofenprox
	Non démontré			< 1	≤ 0	≥ 0	16	fenhexamide
								métalaxyl
								myclobutanil
								cyprodinil
								fluopyrame
				difénoconazole				
				azoxystrobine				
				tébuconazole				
				carbétamide				
				cyfluthrine				
				triadiménol				
napropamide								
quinoxifène								
chlorpyrifos-méthyl								
mépanipyrime								
esfenvalérate								
			Non disponible	Non disponible	/			

\*Ratio P95 = P95 (zones viticoles) / P95 (zones non viticoles)

\*\* Différence P95 = P95 (zones viticoles) - P95 (zones non viticoles) en ng/g

\*\*\* Différence FQ = FQ (zones viticoles) - FQ (zones non viticoles) en points de pourcentages (p%)

**Substance** : : pas d'utilisations autorisées pendant la période de traitement

Une analyse de sensibilité consistant à réaliser ce travail de caractérisation de l'effet de la zone à partir des données non pondérées est disponible en Annexe 47. Cette analyse confirme les plus fortes concentrations observées en zone viticole pour les 24 substances lorsque la pondération est prise en compte. Toutefois, elle ne confirme pas les concentrations plus faibles observées en zone viticole pour 4 (deltaméthrine, étofenprox, lambda-cyhalothrine, cuivre) des 6 substances lorsque la pondération est prise en compte. En effet, dans ces cas-là, la pondération impacte fortement les 95<sup>ème</sup> centile.

## 6.2 Modèle de régression linéaire généralisé

Pour évaluer formellement l'effet de l'environnement viticole sur le niveau de contamination des poussières (*versus* environnement non viticole), un **modèle de régression linéaire généralisé** (GLM) comparant les niveaux de contamination des poussières en période de traitement en zones viticoles et en zones non viticoles a été mis en oeuvre.

### 6.2.1 Substances candidates au modèle

Les substances retenues pour la modélisation statistique sont celles présentant une fréquence de quantification supérieure à 40 % (cf. Annexe 48) en considérant les deux populations réunies (échantillons en période de traitement en zones viticoles et en zones non viticoles). Ainsi, 17 substances ont été retenues : : cuivre, cuivre acido-soluble, azoxystrobine, difénoconazole, diméthomorphe, amétoctadine, boscalid, glyphosate, tébuconazole, cyperméthrine, métrafénone, fosétyl-aluminium, fluopicolide, fluopyrame, pyriméthanil, cyprodinil, cyazofamide.

### 6.2.2 Variables candidates au modèle

Pour chaque substance testée, le modèle de régression linéaire généralisé principal est réalisé avec :

- la concentration de la substance dans les échantillons de poussières comme variable dépendante à expliquer<sup>22</sup> ;
- une variable explicative d'intérêt permettant de caractériser plus finement l'environnement viticole pour mieux appréhender la variabilité des foyers localisés en environnement viticole. Chaque variable explicative d'intérêt est introduite individuellement dans le modèle. Les variables explicatives d'intérêt sont les suivantes :
  - o la zone (viticole ou non viticole) ;
  - o la distance à la première parcelle viticole ;
  - o les indicateurs spatialisés de niveau 1 selon les 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m ;
  - o les indicateurs spatialisés de niveau 2 selon les 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m ;
  - o les indicateurs spatialisés de niveau 3 selon les 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m ;
  - o la quantité annuelle de substance active selon les 3 cercles de rayon 100 m, 500 m et 1 000 m.
- les variables d'ajustement retenues *via* un graphe orienté acyclique (en lien avec les caractéristiques des communes, le tabac, les caractéristiques du logement, le budget espace-temps et les comportements) (cf. Annexe 49).

Ainsi, la synthèse des variables introduites dans le modèle est disponible en Annexe 50 sous forme de carte mentale. Afin de faciliter l'interprétation des résultats, les variables explicatives d'intérêt ont été catégorisées selon leur distribution (cf. Annexe 51).

---

<sup>22</sup> Pour rappel, le scénario de gestion des données censurées à gauche utilisé est détaillé au paragraphe 2.4.3.

### 6.2.3 Stratégie retenue pour le modèle

Compte tenu du nombre important de variables candidates identifiées à l'étape 6.2.2, plusieurs étapes complémentaires ont été réalisées pour réduire le nombre de variables en ne gardant que les plus pertinentes d'un point de vue statistique :

- **étape 1** : une analyse univariée à valeur- $p < 0,25$  (seuil de significativité statistique) est d'abord réalisée pour sélectionner les variables d'ajustement parmi la liste de celles candidates au modèle (cf. 6.2.2) ;
- **étape 2** : sélection des variables en supprimant les variables colinéaires (seuil du facteur d'inflation de la variance (VIF) à 10) ;
- **étape 3** : procédure de sélection pas-à-pas descendante selon le critère d'information d'Akaike (AIC) pour aboutir au modèle final avec la meilleure qualité d'ajustement.

À noter que l'indicateur spatialisé introduit en tant que variable explicative d'intérêt prioritaire est imposé à toutes les étapes.

L'hypothèse classique que les concentrations suivent une loi log-normale est retenue suite à un contrôle visuel des distributions. Une transformation logarithmique des données a donc été réalisée avant d'utiliser ce modèle statistique.

Les données intégrées aux modèles sont celles obtenues après application des poids de sondage.

### 6.2.4 Conditions d'application des modèles

L'utilisation de modèles linéaires généralisés implique de respecter les conditions d'application suivantes :

- observations indépendantes ;
- absence de valeurs aberrantes fortement influentes, vérifiée avec la distance de Cook ;
- absence de multicolinéarité entre les variables indépendantes, vérifiée avec le facteur d'inflation de la variance (VIF) ;
- vérification graphique que la distribution des résidus suit une loi normale.

Tous ces critères sont vérifiés pour l'ensemble des modèles réalisés. À noter que le critère de normalité des résidus pour le pyriméthanil est considéré comme acceptable malgré une distribution des résidus pas complètement symétrique.

### 6.2.5 Résultats

Le Tableau 44 présente la liste des modèles non testés et des modèles testés et conclusifs d'après les critères présentés au paragraphe 6.2.4. L'Annexe 52 présente les résultats détaillés des modèles obtenus pour chaque substance et chaque variable explicative d'intérêt ainsi que la liste des variables d'ajustement retenues dans chaque modèle final. Les valeur- $p$  des variables et des modalités sont disponibles. L'Annexe 53 fournit également de façon synthétique la valeur du coefficient de détermination ( $R^2$ )<sup>23</sup> obtenu pour chaque modèle final. Ainsi, la variance expliquée est comprise entre 0,1 et 0,6 selon les substances et les indicateurs spatialisés testés.

Les Figure 31 à Figure 47 permettent de représenter graphiquement les résultats des modèles obtenus pour chaque substance et chaque variable explicative d'intérêt sous forme de forest-plot. Les résultats principaux des modèles sont synthétisés dans le Tableau 45.

---

<sup>23</sup> Il s'agit d'un critère statistique qui permet d'évaluer la part de variance expliquée par un modèle de régression linéaire dans la description de la relation entre les variables. Plus le  $R^2$  est proche de 1 et plus le modèle explique correctement la relation.

**Tableau 44 : Modèle de régression linéaire de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Liste des modèles testés conclusifs. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Nom substance	Zone	Distance	Densité de vignes 0-100m	Densité de vignes 0-500m	Densité de vignes 0-1 000m	Pendant la période d'enquête associée à chaque foyer						QSA annuelle probablement utilisée 0-100m	QSA annuelle probablement utilisée 0-500m	QSA annuelle probablement utilisée 0-1 000m
						QSA probablement utilisée 0-100m	QSA probablement utilisée 0-500m	QSA probablement utilisée 0-1 000m	QSA probablement dérivée 0-100m	QSA probablement dérivée 0-500m	QSA probablement dérivée 0-1 000m			
amétoctradine	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
azoxystrobine	oui	oui	oui	oui	oui							oui	oui	oui
boscalid	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui		oui	oui	oui	oui	oui
cuivre	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
cuivre acido-soluble	oui	oui	oui	oui	oui									
cyazofamide	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
cyperméthrine	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui		oui	oui	oui	oui	oui
cyprodinil	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui		oui	oui	oui	oui	oui
difénoconazole	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui		oui	oui	oui	oui	oui
diméthomorphe	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
fluopicolide	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
fluopyrame	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
fosétyl-aluminium	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
glyphosate	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
métrafénone	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
pyriméthanil	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui		oui	oui	oui	oui	oui
tébuconazole	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui		oui	oui	oui	oui	oui

**Légende :**

QSA : quantité de substance active

oui	modèle testé et conclusif
	modèle non testé

### **Clés générales de lecture d'un forest-plot :**

Un forest-plot est disponible par substance. Chaque forest-plot permet de comparer les résultats des modèles obtenus pour les différentes modalités des variables explicatives d'intérêt testées.

La 1<sup>ère</sup> colonne correspond aux variables explicatives d'intérêt. Pour rappel, jusqu'à 13 variables explicatives d'intérêt ont pu être testées pour une substance (cf. 6.2.2). Les lignes horizontales bleues en pointillé séparent chaque variable explicative d'intérêt testée.

La 2<sup>ème</sup> colonne correspond aux modalités retenues pour chaque variable explicative d'intérêt (cf. Annexe 51 pour la catégorisation). La modalité de référence utilisée est identique quelle que soit la variable explicative d'intérêt : il s'agit de la « zone non viticole », c'est-à-dire tous les foyers de zones non viticoles. Cette modalité n'est pas représentée.

**→ Chaque ligne présente donc les résultats d'une modalité par rapport à la modalité de référence.**

La 3<sup>ème</sup> colonne présente le pourcentage de variation de concentration observée dans les poussières entre la modalité d'intérêt et la modalité de référence. Cette information est également reprise en abscisse du « graphique ».

Sur le « graphique » :

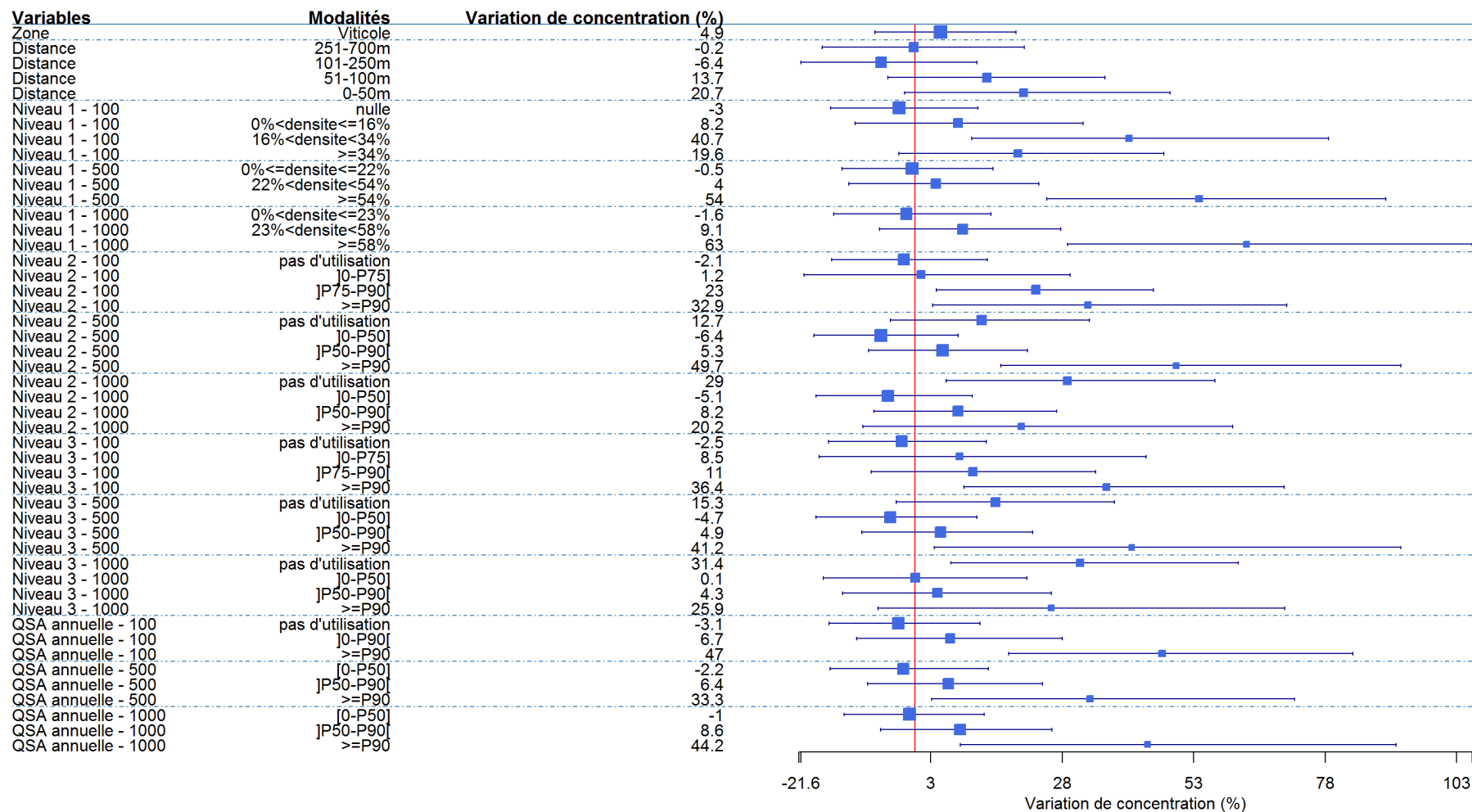
- le carré bleu correspond au pourcentage de variation de concentration (abscisse) ;
- la barre bleue associée à chaque carré bleu précise l'intervalle de confiance à 95 % (IC95) ;
- la taille du carré bleu varie avec l'IC95 : plus ce dernier est grand et plus le carré est petit ;
- la ligne verticale rouge représente l'absence d'effet. Si un intervalle de confiance croise cette ligne, cela signifie qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre la concentration observée pour la modalité d'intérêt et celle observée pour la modalité de référence. À l'opposé, si l'IC95 ne croise pas cette ligne, alors la différence entre les deux modalités est statistiquement significative.

### **Exemple de lecture du forest-plot du cuivre :**

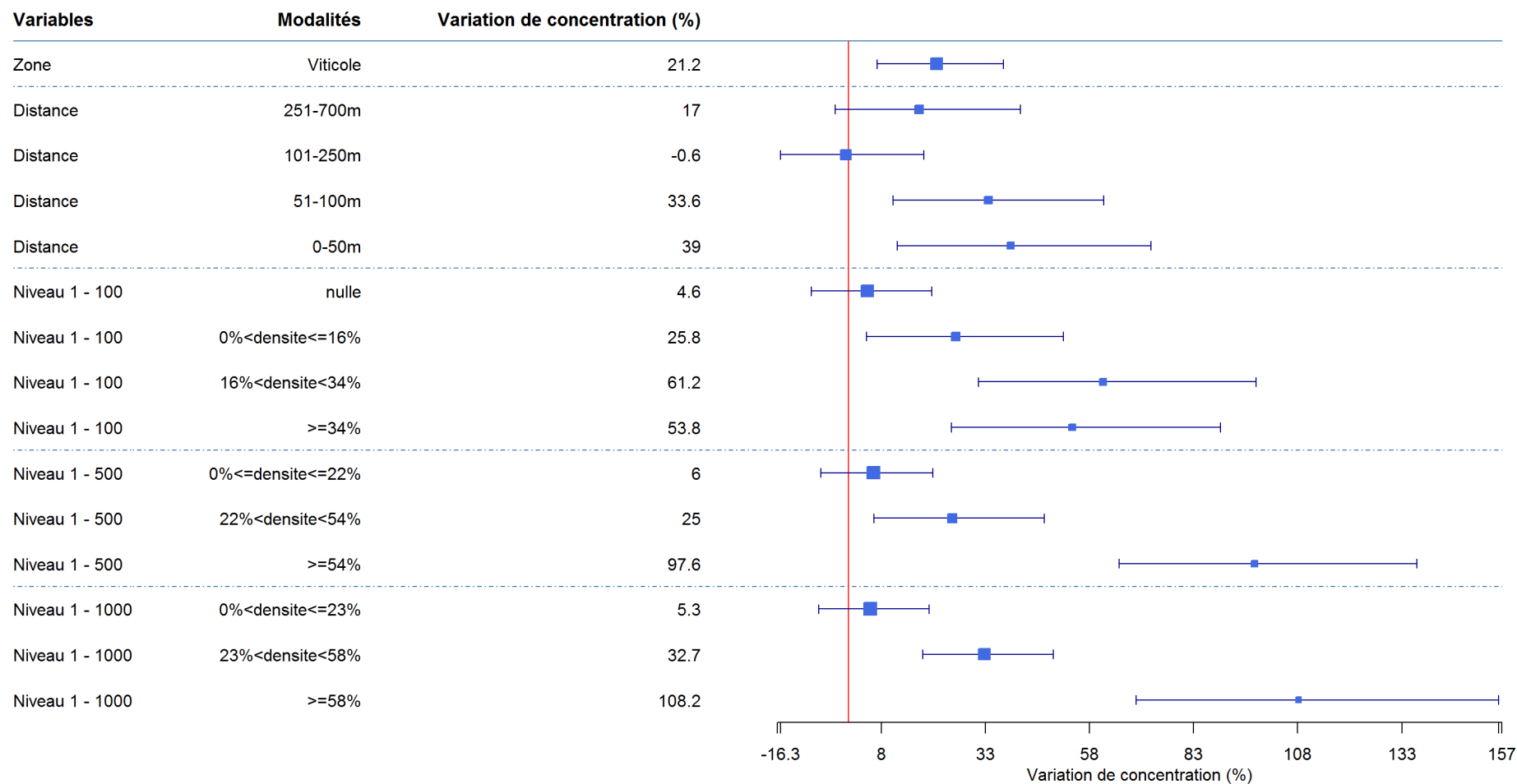
La première variable explicative d'intérêt testée est la zone. Les résultats sont présentés pour la modalité « Viticole » : la différence de concentrations en cuivre dans les poussières entre la modalité « Viticole » et la modalité de référence « Zone non viticole » est de +4,9 %. L'intervalle de confiance croise la ligne verticale rouge : cette différence n'est pas statistiquement significative.

La troisième variable explicative d'intérêt testée est la densité de vignes (indicateur spatialisé de niveau 1) dans un cercle de rayon 100 m :

- la différence de concentrations en cuivre dans les poussières entre la modalité « nulle » (foyers de zones viticoles qui n'ont pas de vignes dans un cercle de rayon 100 m) et la modalité de référence « Zone non viticole » est de -3 %. L'intervalle de confiance croise la ligne verticale rouge : cette différence n'est pas statistiquement significative ;
- la différence de concentrations en cuivre dans les poussières entre la modalité « ]0-16 % ] » (foyers de zones viticoles qui ont une densité de vignes dans un cercle de rayon 100 m non nulle et inférieure ou égale à 16 % (=P75 ; cf. 4.3.4) et la modalité de référence « Zone non viticole » est de +8,2 %. L'intervalle de confiance croise la ligne verticale rouge : cette différence n'est pas statistiquement significative ;
- la différence de concentrations en cuivre dans les poussières entre la modalité « ]16-34 % ] » (foyers de zones viticoles qui ont une densité de vignes dans un cercle de rayon 100 m comprise entre 16 % (=P75) et 34 % (=P90)) et la modalité de référence « Zone non viticole » est de +40,7 %. L'intervalle de confiance ne croise pas la ligne verticale rouge : cette différence est statistiquement significative ;
- etc.

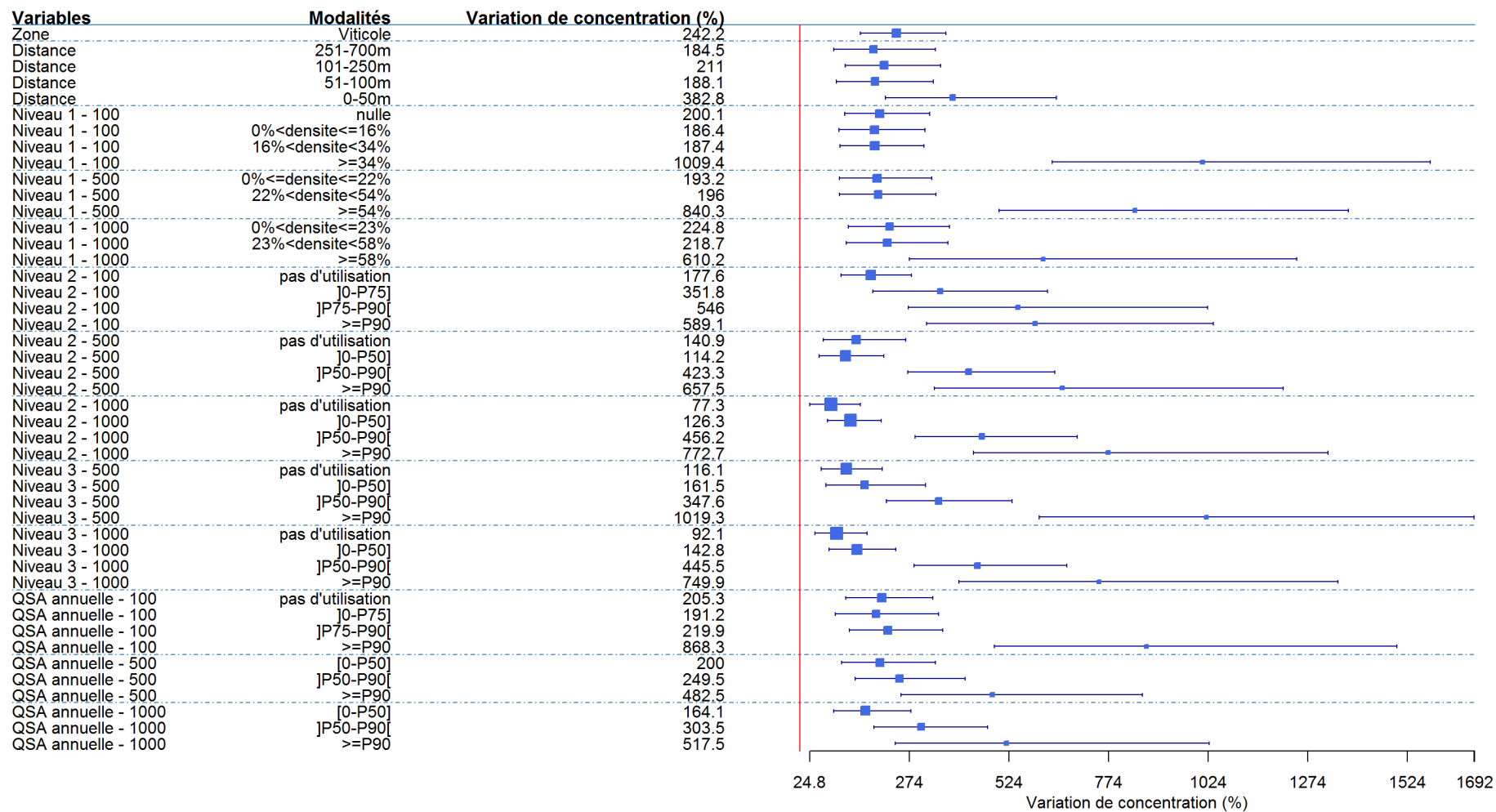


**Figure 31 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le cuivre (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

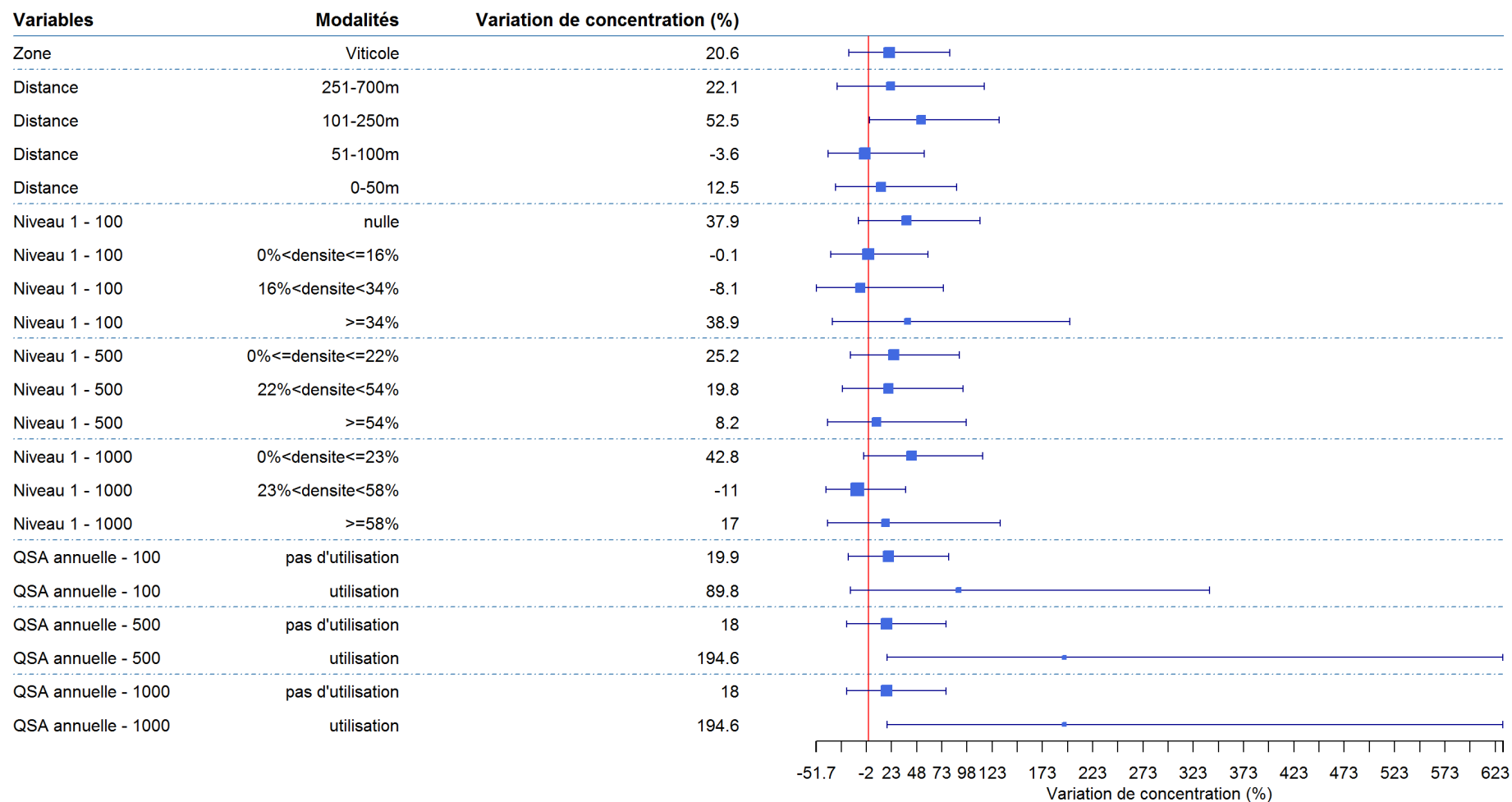


**Figure 32 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le cuivre acido-soluble (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

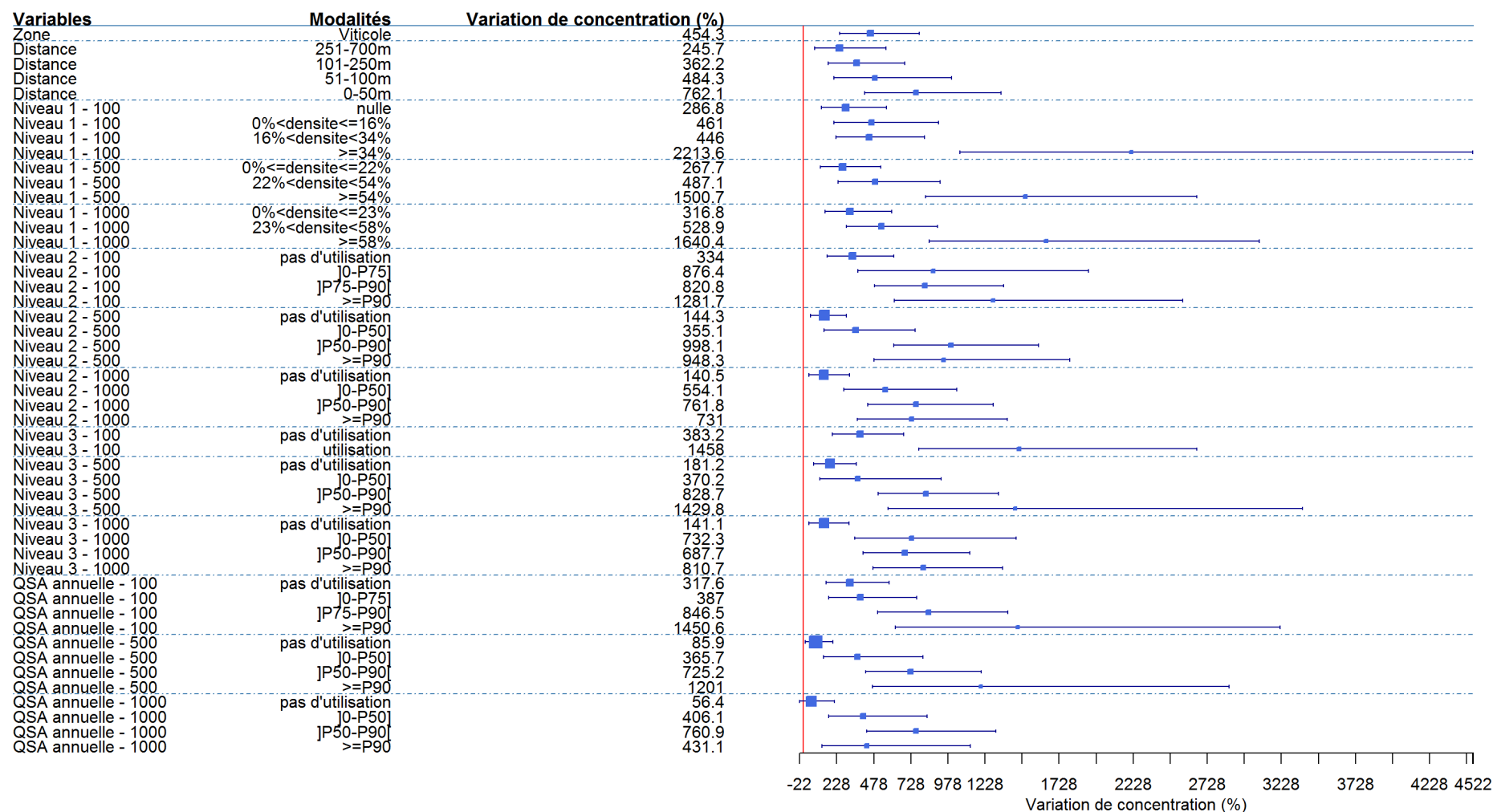




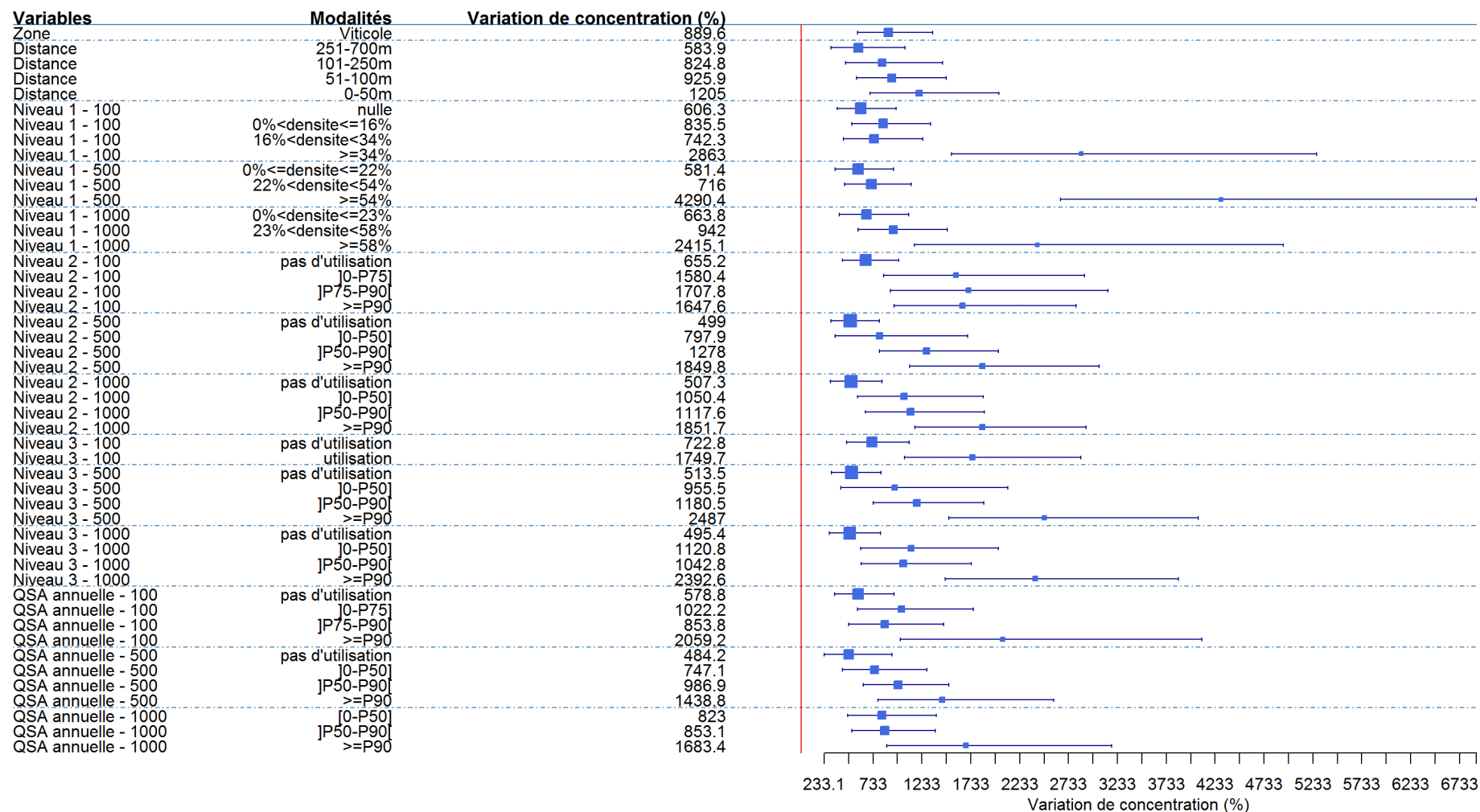
**Figure 33 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le difénoconazole (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



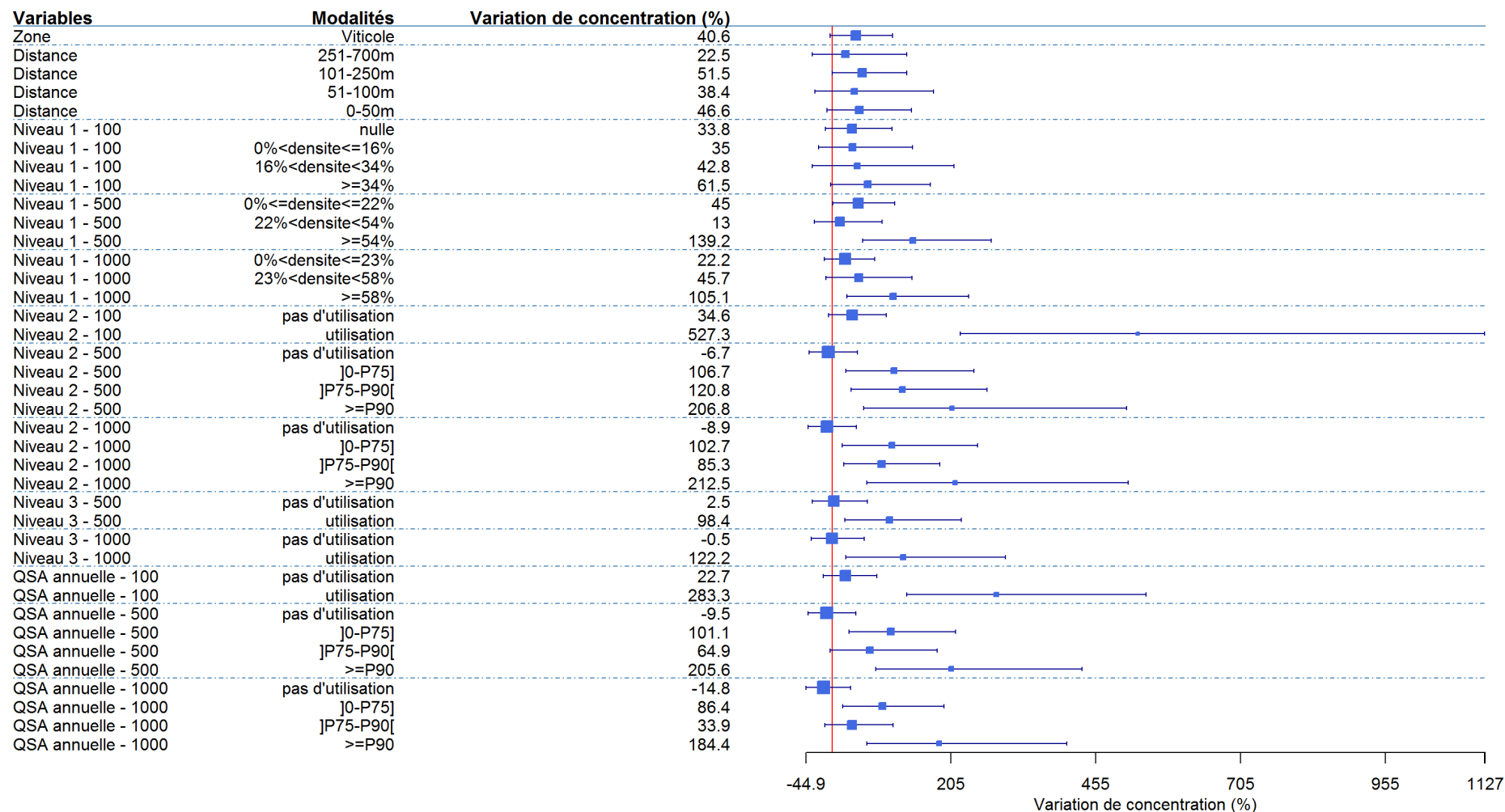
**Figure 34 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour l'azoxystrobine (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



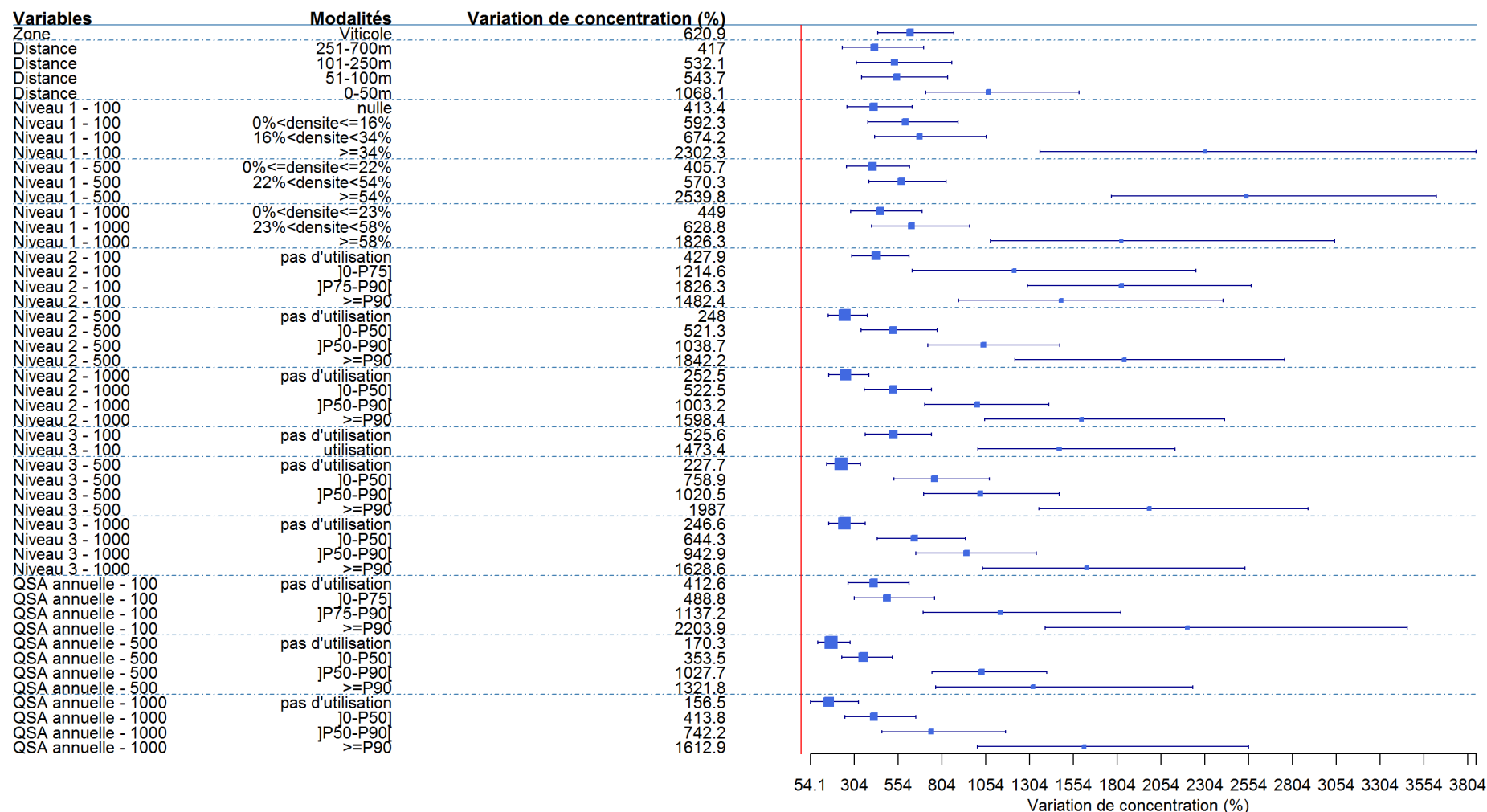
**Figure 35 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le diméthomorphe (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



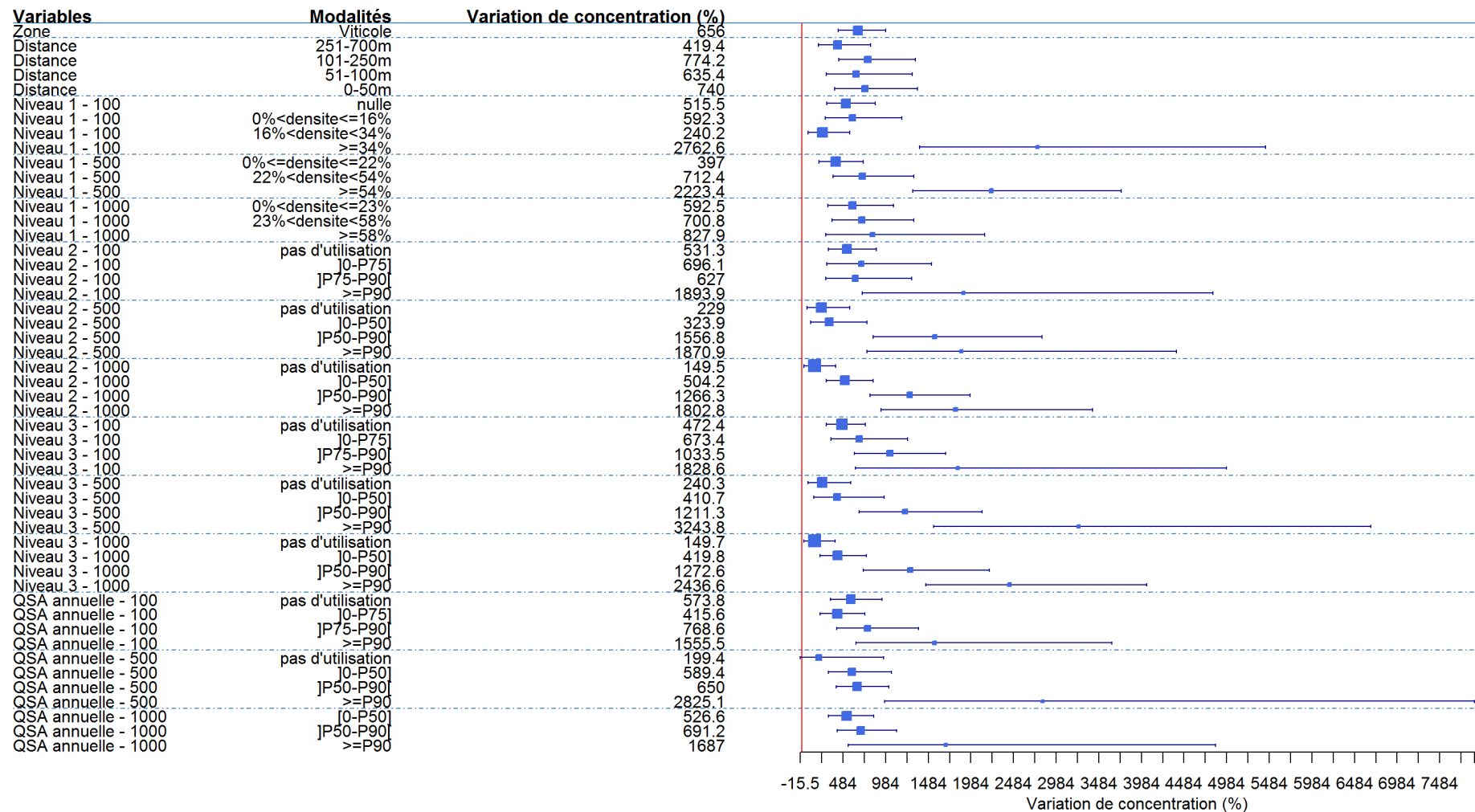
**Figure 36 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour l'amétoctradine (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 37 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le tébuconazole (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

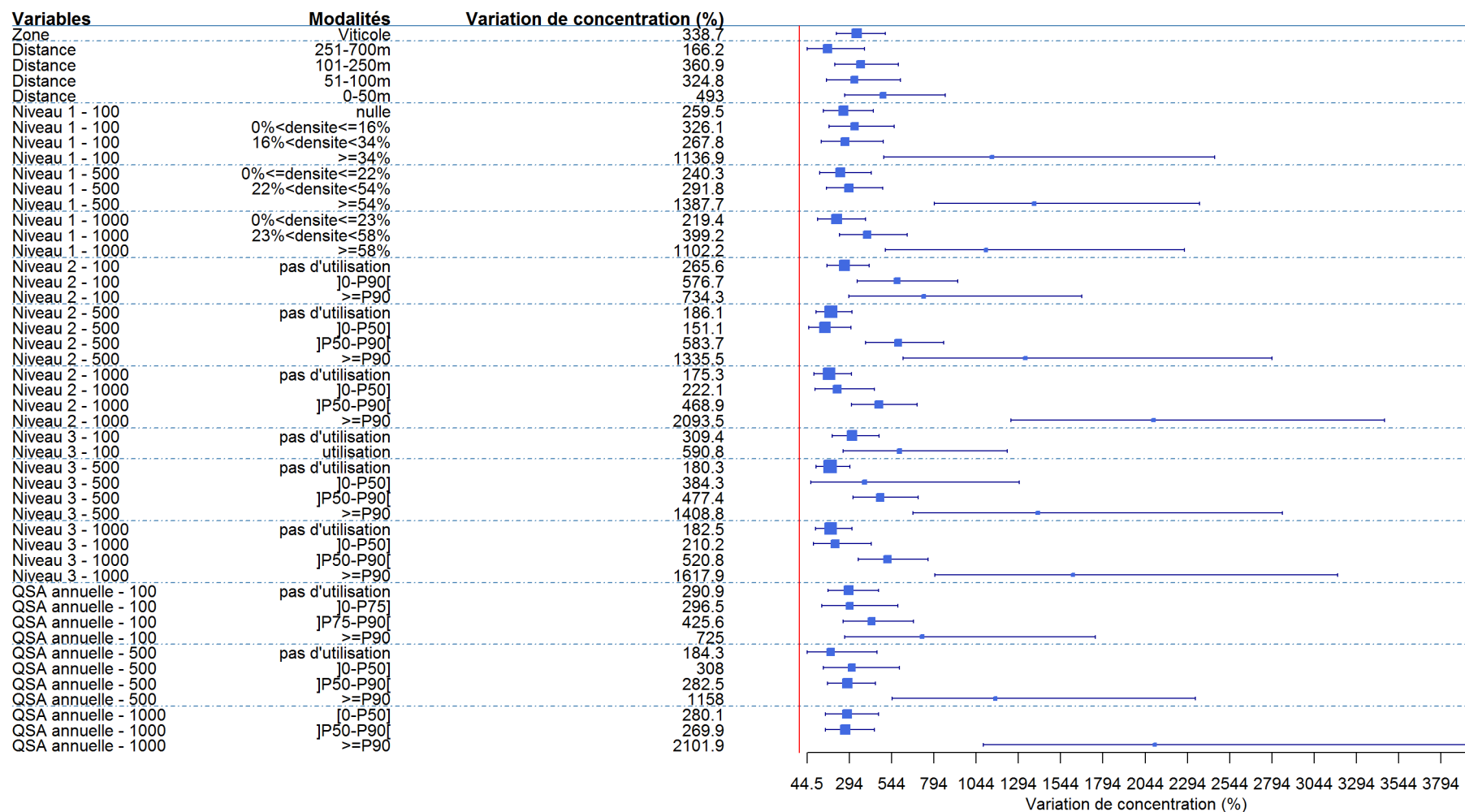


**Figure 38 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour la métrafénone (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

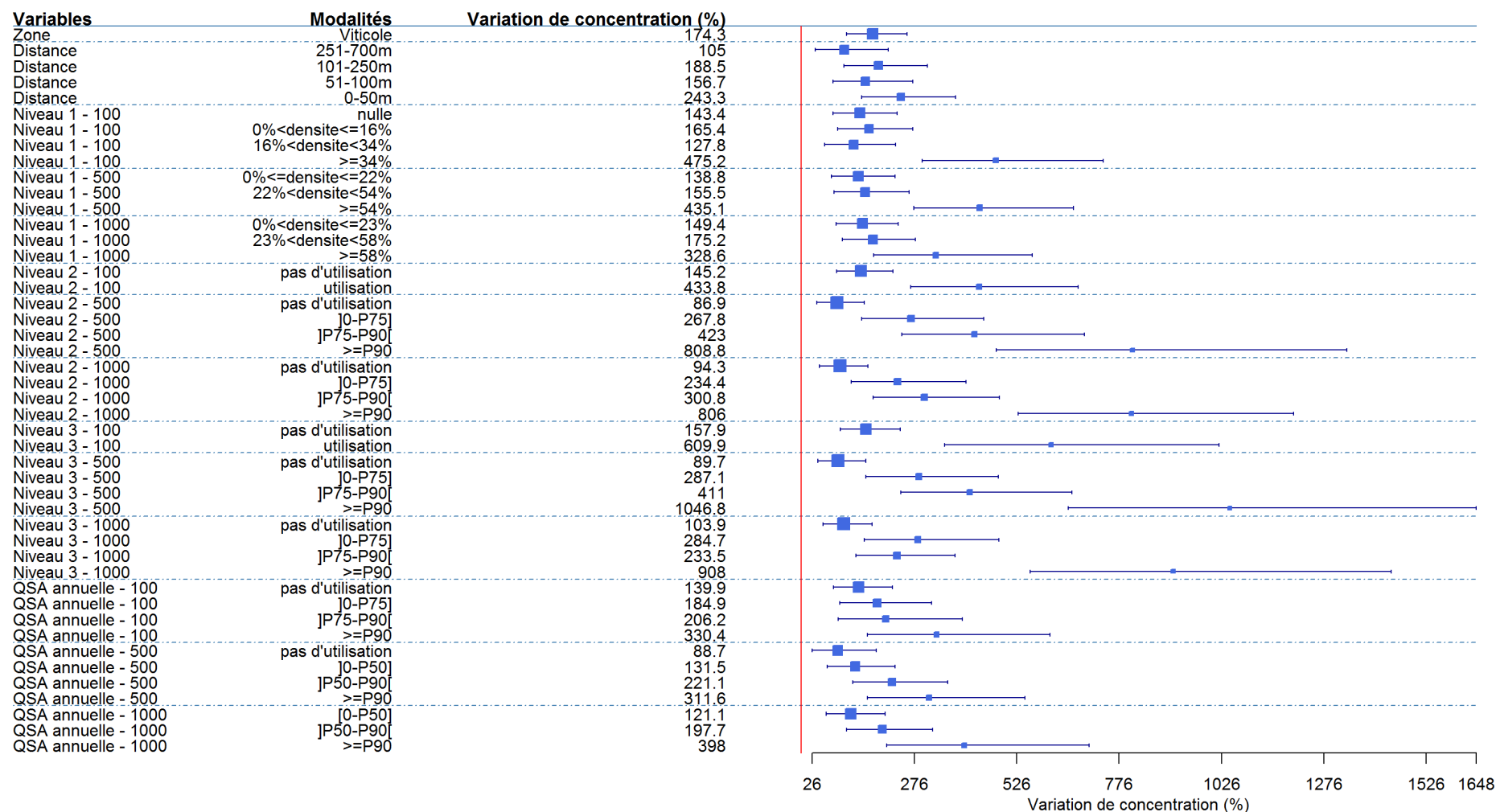


**Figure 39 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le fosétyl-aluminium (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

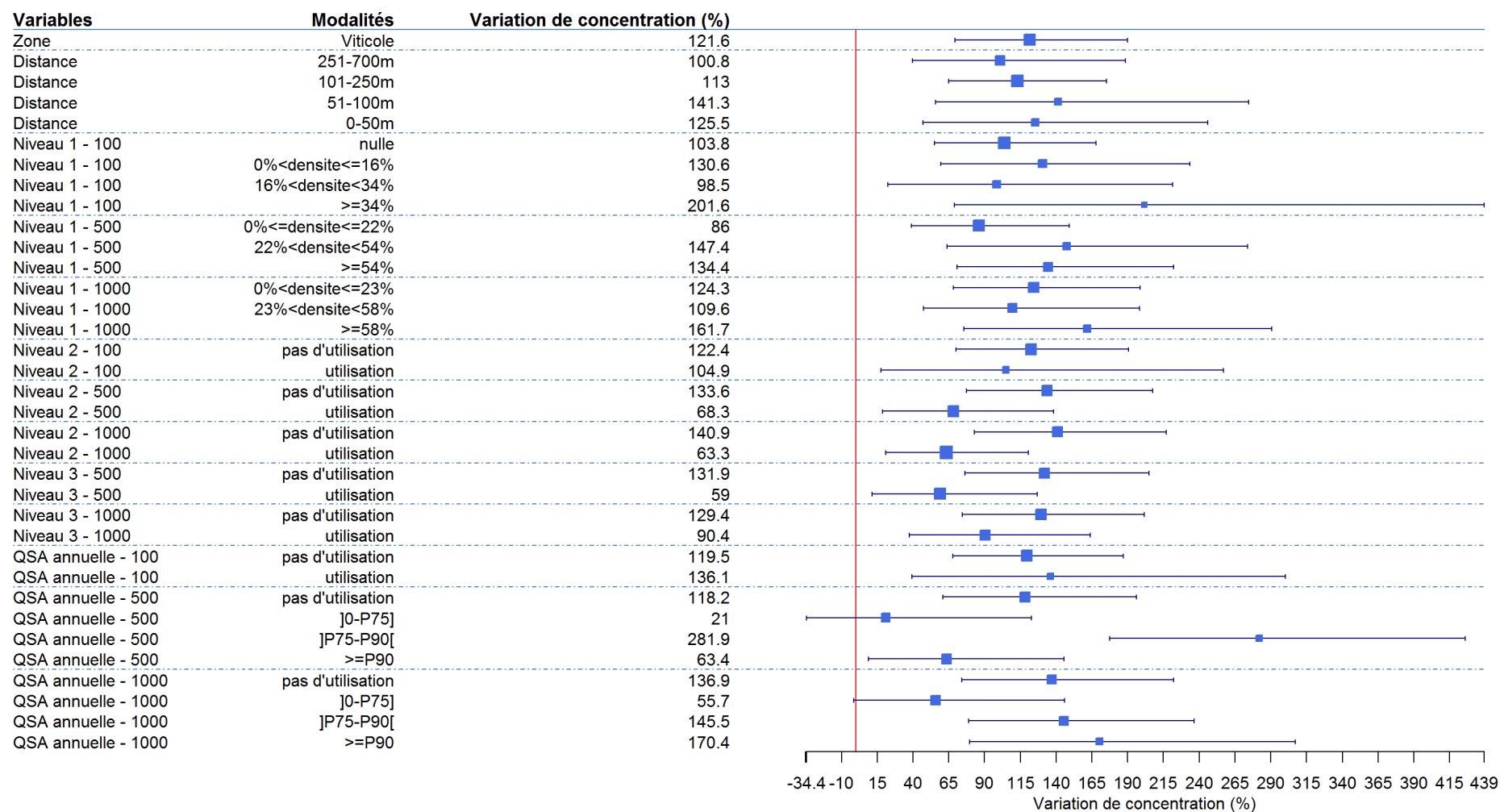




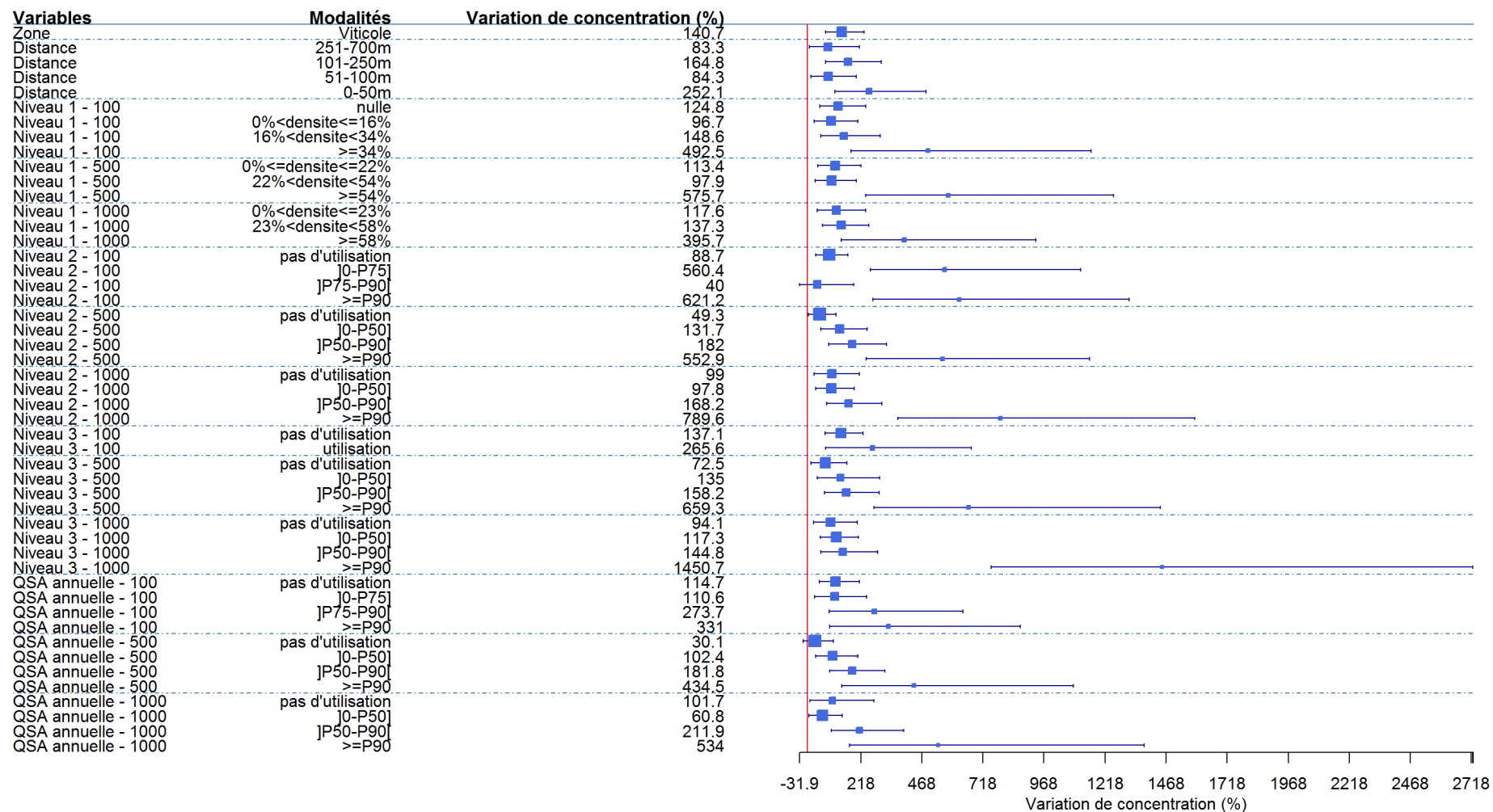
**Figure 40 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le fluopicolide (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



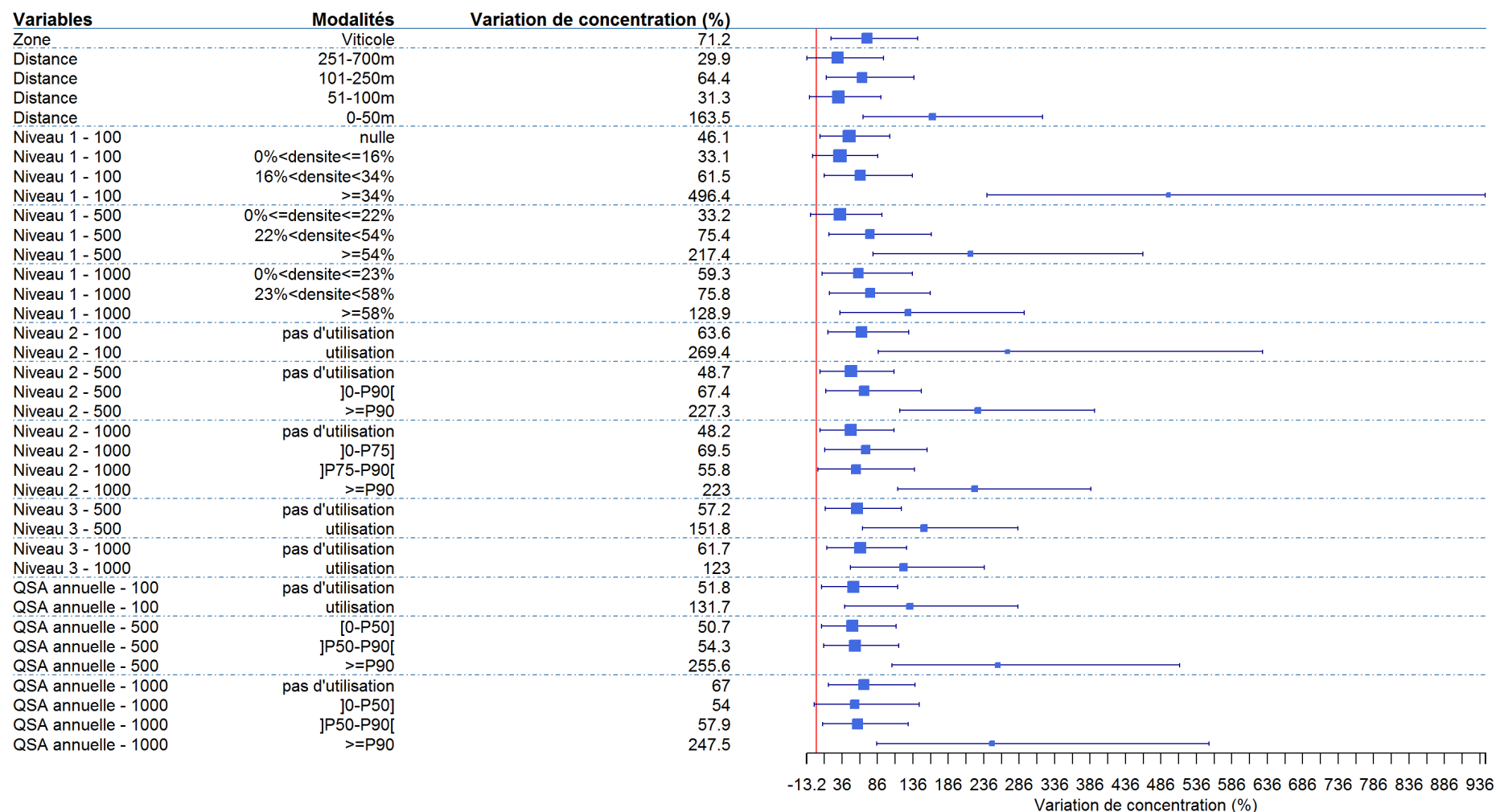
**Figure 41 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le fluopyrame (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



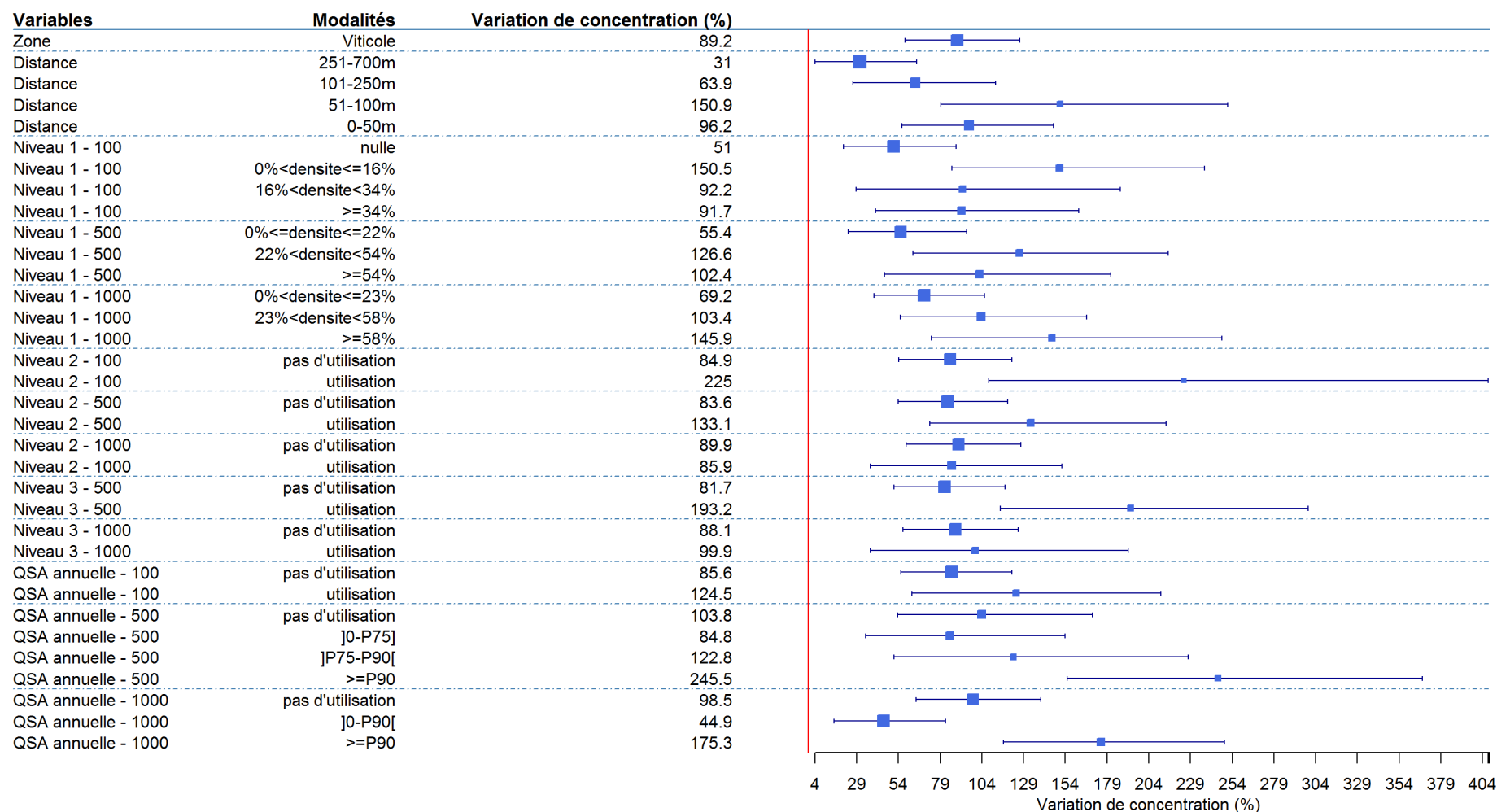
**Figure 42 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le pyriméthanil (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



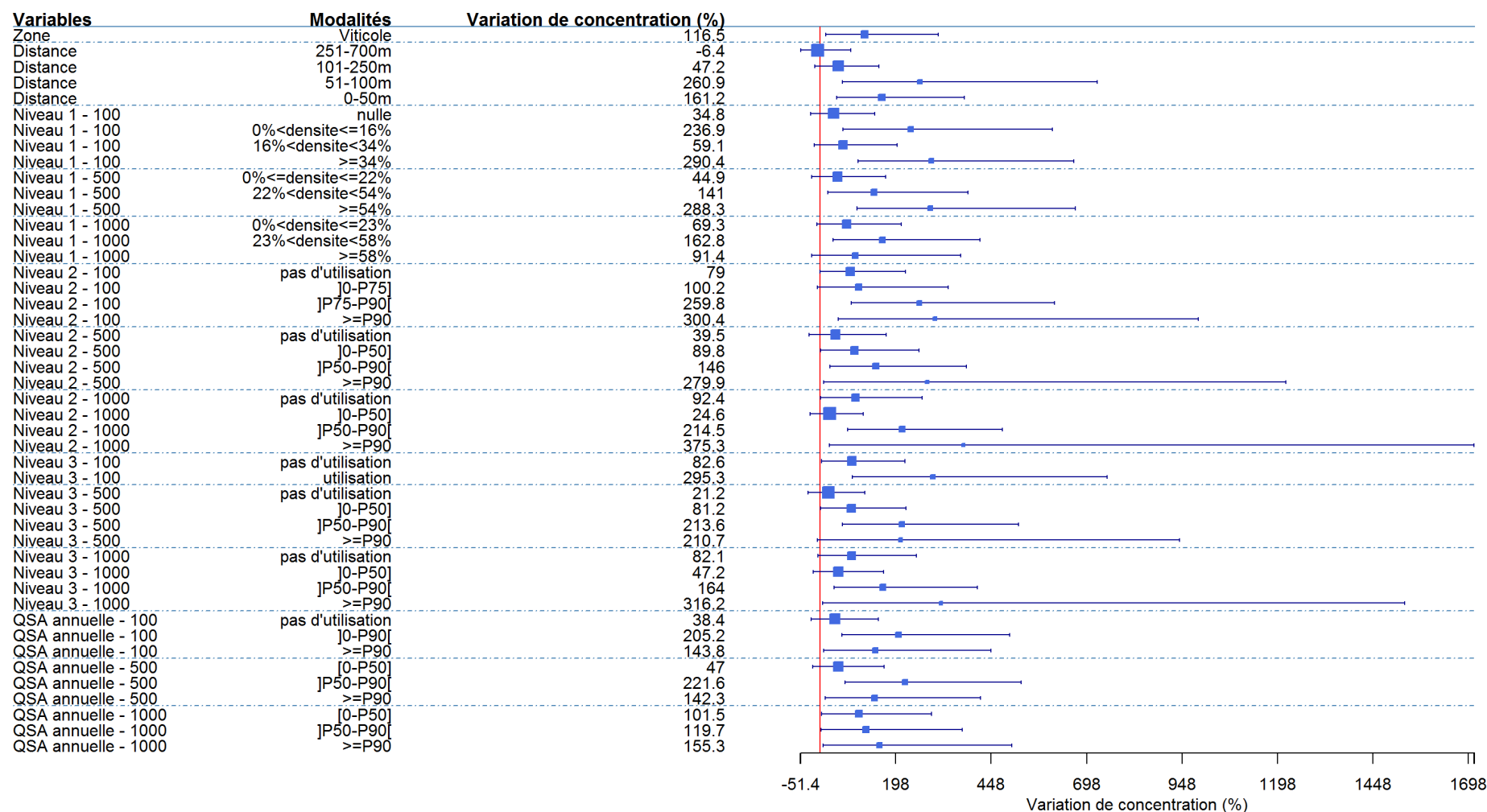
**Figure 43 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le cyazofamide (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 44 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le cyprodinil (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

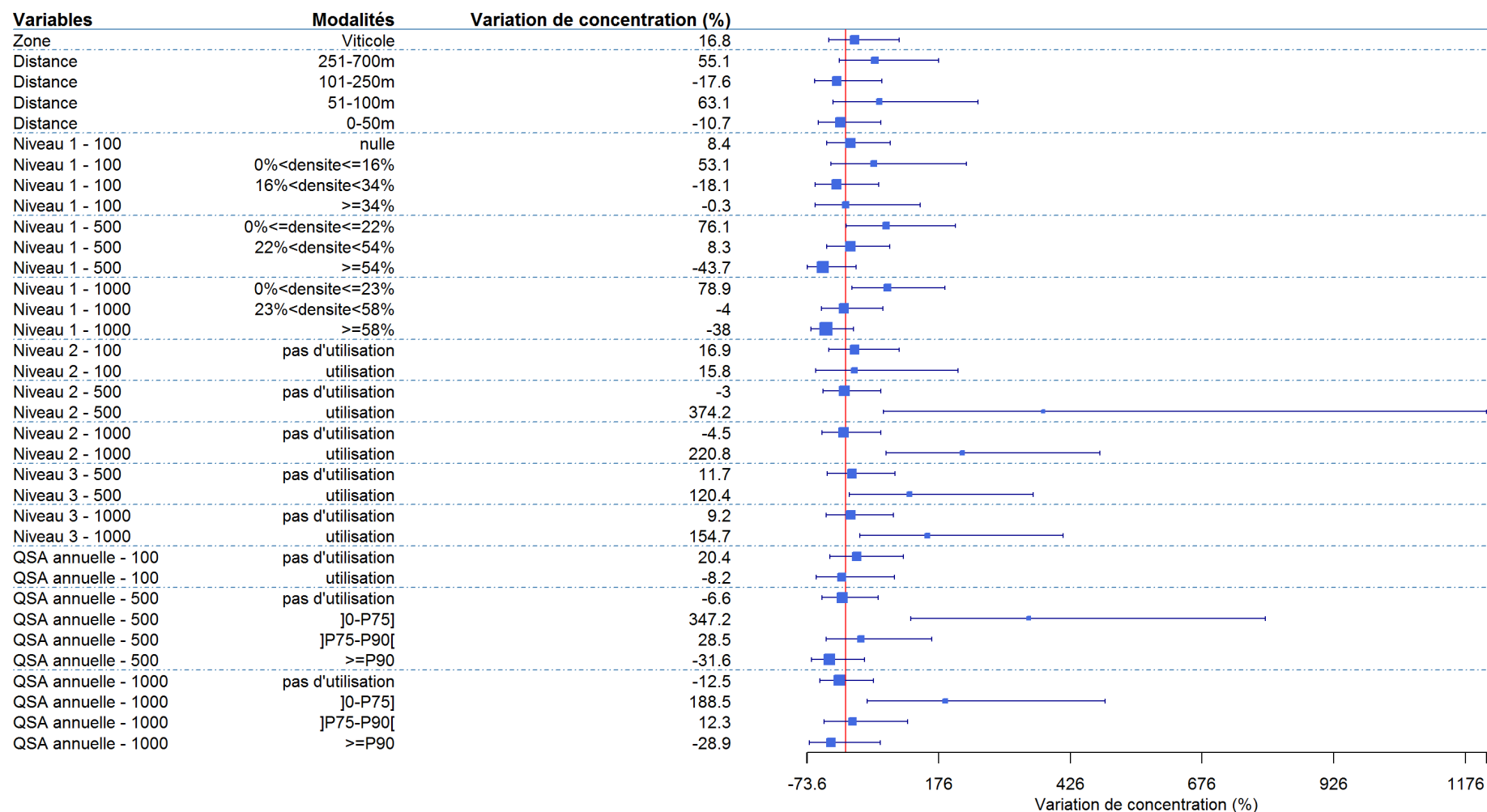


**Figure 45 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le boscalid (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 46 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour le glyphosate (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**





**Figure 47 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Résultats sous forme de forest-plot pour la cyperméthrine (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

**Tableau 45 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Synthèse des résultats pour les 17 substances avec une fréquence de quantification supérieure à 40 %. PestiRiv, France, 2021-2022.**

				Médiane (P50)		Synthèse résultats modèles															
						Zone	Distance	Densité de vignes (indicateurs spatialisés niveau 1)			Quantité de substance active probablement utilisée (indicateurs spatialisés niveau 2)			Quantité de substance active probablement dérivée (indicateurs spatialisés niveau 3)			Quantité de substance active annuelle probablement utilisée			Effet maximal sur la concentration ***** (%)	
								100 m	500 m	1 000 m	100 m	500 m	1 000 m	100 m	500 m	1 000 m	100 m	500 m	1 000 m		
	Nom substance	N° CAS	Usages PPP, B, MV **	Zones non viticoles (ng/g)	Variation (%)***																
FQ ≥ 90 % & Différence FQ* ≤ 3 %	cuivre	7440-50-8	PPP, B, MV	155000	10	Φ	Φ	<sup>+</sup> ([P75-P90[	<sup>+</sup> (≥P90)	<sup>+</sup> (≥P90)	<sup>+</sup> ([P75-P90[ ; ≥P90)	<sup>+</sup> (≥P90)	<sup>+</sup> (Absence)	<sup>+</sup> (≥P90)	<sup>+</sup> (≥P90)	<sup>+</sup> (Absence)	<sup>+</sup> (≥P90)	<sup>+</sup> (≥P90)	<sup>+</sup> (≥P90)	+63	
	cuivre acido-soluble	7440-50-8		83000	17	+	<sup>+</sup> (51-100m ; 0-50 m)	<sup>++</sup> (a)	<sup>++</sup> (d)	<sup>++</sup> (d)									+110		
	cyperméthrine	52315-07-8		202	19	Φ	Φ	<sup>+</sup> ([0-P50])	<sup>+</sup> ([0-P50])	Φ	<sup>+</sup> (Présence)	<sup>+</sup> (Présence)		<sup>+</sup> (Présence)	<sup>+</sup> (Présence)	Φ	<sup>+</sup> ([0-P75])	<sup>+</sup> ([0-P75])	+375		
	azoxystrobine	131860-33-8	PPP, B	10	54	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ							Φ	<sup>+</sup> (Présence)	<sup>+</sup> (Présence)	+200	
	tébuconazole	107534-96-3		27	2	Φ	Φ	Φ	<sup>+</sup> (≥P90)	<sup>+</sup> (≥P90)	<sup>+</sup> (Présence)	<sup>+</sup> ([0-P75] ; [P75-P90] ; ≥P90)	<sup>+</sup> ([0-P75] ; [P75-P90] ; ≥P90)		<sup>+</sup> (Présence)	<sup>+</sup> (Présence)	<sup>+</sup> (Présence)	<sup>+</sup> ([0-P75] ; ≥P90)	<sup>+</sup> ([0-P75] ; ≥P90)	+530	
	difénoconazole	119446-68-3		3	325	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+1 000	
	dimétomorphe	110488-70-5	3	885	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+2 200	
20 % ≤ Différence FQ* ≤ 65 %	amétoctradine	865318-97-4	PPP	5	1460	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+4 300	
	métrafénone	220899-03-6		2	560	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+2 550	
	fosétyl-aluminium	15845-66-6		48	1588	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	<sup>++</sup> (a)	++	+3 250
	fluopicolide	239110-15-7		3	756	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+2 100	
	fluopyrame	658066-35-4		3	261	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	<sup>++</sup> (a)	+1 050	
	pyriméthanil	53112-28-0		1	264	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<sup>+</sup> (b)	<sup>+</sup> (b)	+280
	cyazofamide	120116-88-3		<LD	****	+	+	+	+	+	<sup>++</sup> (c)	++	++	++	++	++	++	++	<sup>++</sup> (a)	++	+1 450
Différence FQ* ≤ 10 %	cyprodinil	121552-61-2		2	69	+	<sup>+</sup> (101-250m ; 0-50 m)	<sup>+</sup> ([P75-P90[ ; ≥P90)	<sup>+</sup> ([P50-P90] ; ≥P90)	++	++	++	++		++	++	++	++	<sup>++</sup> (d)	+500	
	boscalid	188425-85-6		9	83	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+250	
	glyphosate	1071-83-6		160	119	+	<sup>+</sup> (51-100m ; 0-50 m)	<sup>+</sup> ([0-P75] ; ≥P90)	<sup>+</sup> ([P50-P90] ; ≥P90)	<sup>+</sup> ([P50-P90])	<sup>+</sup> ([P75-P90[ ; ≥P90)	<sup>++</sup> (a)	<sup>++</sup> (d)	++	<sup>++</sup> (a)	<sup>+</sup> ([P50-P90] ; ≥P90)	<sup>+</sup> ([0-P90[ ; ≥P90)	<sup>+</sup> ([P50-P90] ; ≥P90)	++	+375	

### Légende :

\* **Différence FQ (%)** = FQ (zones viticoles) - FQ (zones non viticoles)

\*\* **PPP** = produits phytopharmaceutiques ; **B** = biocide ; **MV** = médicaments vétérinaires

\*\*\* **Variation P50 (%)** = (P50 (zones viticoles) - P50 (zones non viticoles)) / P50 (zones non viticoles) \* 100

\*\*\*\* P50 (zones viticoles) = 1,1 ng/g

\*\*\*\*\***Effet maximal sur la concentration** = variation de concentration maximale de concentrations  
parmi toutes les modalités de tous les indicateurs spatialisés

	Modèle non testé
Φ	Résultats non significatifs
+	Résultats significatifs pour toutes les modalités
+ (modalité A)	Résultat significatif pour la modalité A uniquement
++	Résultats significatifs pour toutes les modalités, avec gradient de

Seuil significativité : < 0,05

(a) Modalité "Absence" non significative

(b) Modalité ]0-P75] non significative

(c) Modalité ]P75-P90[ non significative

(d) Modalité ]0-P50] non significative

Il est possible de conclure, pour chaque substance, sur l'effet global de l'environnement viticole sur la contamination des poussières en période de traitement. Cet effet reflète l'association entre les concentrations dans les poussières et les valeurs des indicateurs spatialisés.

Les critères retenus pour définir cet effet sont détaillés dans le Tableau 46. L'ensemble des modèles testant la zone, la distance, les indicateurs spatialisés de niveaux 1, 2 et 3, et les quantités annuelles sont pris en compte. Les critères proposés présentent l'avantage de synthétiser l'ensemble des résultats et de juger de leur cohérence globale. Ils se focalisent sur le sens des associations observées (positivité ou négativité du coefficient de régression), et s'affranchissent en partie de la valeur-p qui est fonction des effectifs.

Le Tableau 47 synthétise, pour chaque substance, l'effet de l'environnement viticole sur les concentrations des poussières en période de traitement.

**Tableau 46 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet de l'environnement viticole. PestiRiv, France, 2021-2022.**

<b>Plausibilité de l'effet*</b>	Très probable	Sens des associations exclusivement ou quasi-exclusivement positifs
	Probable	Sens des associations majoritairement positifs, sans résultats significativement négatifs
	Non démontré	Pas de tendance nette, ou pas assez de résultats
<b>Force de l'effet*</b>	Fort	$ \text{Effet maximal sur la concentration}  \geq 250 \%$
	Modéré	$100 \% \leq  \text{Effet maximal sur la concentration}  < 250 \%$
	Faible	$ \text{Effet maximal sur la concentration}  < 100 \%$

\* Effet de l'environnement viticole sur les concentrations des poussières en période de traitement

En conclusion, parmi les 17 substances analysées avec les modèles statistiques, **l'environnement viticole** :

✓ **est associée à des concentrations plus élevées pour 15 substances, avec un effet zone :**

- **très probable** et :

- **fort** pour 12 substances : difénoconazole, diméthomorphe, amétoctradine, métrafénone, fosétyl-aluminium, fluopicolide, fluopyrame, cyazofamide, tébuconazole, pyriméthanil, cyprodinil, glyphosate. Pour la majorité de ces substances, la différence de concentration augmente avec la pression viticole qui augmente ;
- **modéré** pour 2 substances : boscalid et cuivre acido-soluble. Pour le boscalid, la différence de concentration augmente avec la pression viticole qui augmente.

- **probable** et :

- **faible** pour 1 substance : cuivre. À noter que cette substance est ubiquitaire (notamment naturellement présente dans les sols), a des usages biocides, médicaments vétérinaires et domestiques autorisés : cela pourrait en partie expliquer la difficulté à mettre en évidence un effet plus marqué de la zone viticole.

✓ **n'a pas d'effet démontré pour 2 substances** : cyperméthrine et azoxystrobine. La cyperméthrine a des usages autorisés comme biocides et médicaments vétérinaires tandis que l'azoxystrobine cumule une faible utilisation sur vignes et des usages biocides autorisés, ce qui pourrait en partie expliquer la difficulté à mettre en évidence de façon certaine un effet de la zone viticole.

**Tableau 47 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination des poussières en période de traitement selon l'environnement : viticole ou non viticole – Plausibilité et force de l'effet de l'environnement viticole. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Effet de l'environnement viticole sur la concentration dans les poussières		Nombre de substances	Liste substances
Plausibilité	Force		
Très probable	Fort	12	difénoconazole
			diméthomorphe
			amétoctradine
			métrafénone
			fosétyl-aluminium
			fluopicolide
			fluopyrame
			cyazofamide
			tébuconazole <sup>24</sup>
			pyriméthanil
			cyprodinil
			glyphosate
	Modéré	2	boscalid
			cuiivre acido-soluble
Probable	Faible	1	cuiivre
Non démontré		2	azoxystrobine
			cyperméthrine

À noter que la convergence des résultats obtenus *via* les analyses descriptives et *via* les modélisations statistiques est discutée en 9.2.2.

<sup>24</sup> À noter que pour cette substance, l'avis des experts du GT PestiRiv est partagé entre une plausibilité de l'effet très probable ou probable.

## 7 IDENTIFICATION DES FACTEURS ASSOCIES AUX CONTAMINATIONS DES POUSSIÈRES EN ZONES VITICOLES EN PERIODE DE TRAITEMENT

L'objectif est de rechercher les facteurs associés à la contamination des poussières collectées chez les foyers de zones viticoles en période de traitement (N=40 712), en lien avec la présence de ces cultures, en particulier la distance aux vignes.

Un **modèle de régression linéaire généralisé (GLM)** a été testé.

### 7.1 Substances candidates au modèle

En considérant les échantillons collectés en période de traitement en zones viticoles, les 17 substances avec une fréquence de quantification supérieure à 40 % sont testées dans les modèles (cf. 5.1.1.3) : cuivre, cuivre acido-soluble, azoxystrobine, difénoconazole, diméthomorphe, amétoctradine, boscalid, glyphosate, tébuconazole, cyperméthrine, métrafénone, fosétyl-aluminium, fluopicolide, fluopyrame, pyriméthanil, cyprodinil, cyazofamide. Le fopel (FQ = 39,5 %) a également été considéré.

### 7.2 Variables candidates au modèle

Le modèle de régression linéaire généralisé principal est réalisé avec :

- la concentration de la substance dans les échantillons de poussières comme variable dépendante à expliquer <sup>25</sup> ;
- une variable explicative d'intérêt permettant de caractériser plus finement l'environnement viticole pour mieux appréhender la variabilité des foyers localisés en environnement viticole. Chaque variable explicative d'intérêt caractérisant l'environnement viticole est introduite individuellement dans le modèle. Les variables explicatives d'intérêt sont les suivantes :
  - o la distance à la première parcelle viticole ;
  - o l'indicateur spatialisé de niveau 1 selon les 3 rayons de distance ;
  - o l'indicateur spatialisé de niveau 2 selon les 3 rayons de distance ;
  - o l'indicateur spatialisé de niveau 3 selon les 3 rayons de distance ;
  - o la quantité annuelle de substance active selon les 3 rayons de distance.
- les variables explicatives d'intérêt complémentaires sélectionnées a priori (en lien avec les caractéristiques du logement, les caractéristiques et comportements du foyer et le budget espace-temps) ;
- les variables d'ajustement sélectionnées a priori (en lien avec les caractéristiques de la commune, le tabac, les activités de loisirs ou professionnelles, l'environnement du logement et les caractéristiques du logement).

Ainsi, la carte mentale qui détaille les variables introduites dans le modèle est disponible en Annexe 54.

Afin de faciliter l'interprétation des résultats, les variables explicatives d'intérêt caractérisant l'environnement viticole ont été catégorisées selon leur distribution (cf. Annexe 55).

---

<sup>25</sup> Pour rappel, le scénario de gestion des données censurées à gauche utilisé est détaillé au paragraphe 2.4.3.

## 7.3 Stratégie retenue pour le modèle GLM

La même stratégie que celle explicitée au paragraphe 6.2.3 est appliquée.

Pour l'étape 2, les problèmes de colinéarité sont gérés en supprimant d'abord les variables d'ajustement, puis les variables explicatives d'intérêt.

## 7.4 Conditions d'application des modèles

Les critères de validation des modèles détaillés au paragraphe 6.2.4 sont appliqués.

Tous ces critères ont été vérifiés pour l'ensemble des modèles réalisés. À noter que le critère de normalité des résidus pour le folpel est considéré comme acceptable malgré une distribution des résidus pas complètement symétrique.

## 7.5 Résultats

Le Tableau 48 présente la liste des modèles non testés et des modèles testés et conclusifs d'après les critères présentés au paragraphe 7.4.

L'Annexe 56 présente les résultats détaillés des modèles obtenus pour chaque substance et chaque indicateur spatialisé testé ainsi que la liste des variables d'ajustement retenues dans chaque modèle final. Les valeur-p des variables et des modalités sont disponibles.

L'Annexe 57 fournit de façon synthétique la valeur du coefficient de détermination ( $R^2$ )<sup>23</sup> obtenu pour chaque modèle final. Ainsi, la variance expliquée est comprise entre 0,1 et 0,5 selon les substances et les indicateurs spatialisés testés.



**Tableau 48 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement - Liste des modèles testés conclusifs. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Nom substance	Distance	Densité de vignes 0-100m	Densité de vignes 0-500m	Densité de vignes 0-1 000m	Pendant la période d'enquête associée à chaque foyer						QSA annuelle probablement utilisée 0-100m	QSA annuelle probablement utilisée 0-500m	QSA annuelle probablement utilisée 0-1 000m
					QSA probablement utilisée 0-100m	QSA probablement utilisée 0-500m	QSA probablement utilisée 0-1 000m	QSA probablement dérivée 0-100m	QSA probablement dérivée 0-500m	QSA probablement dérivée 0-1 000m			
amétoctradine	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
azoxystrobine	oui	oui	oui	oui							oui	oui	oui
boscalid	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui		oui	oui	oui	oui	oui
cuivre	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
cuivre acido-soluble	oui	oui	oui	oui									
cyazofamide	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
cyperméthrine	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui		oui	oui	oui	oui	oui
cyprodinil	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui		oui	oui	oui	oui	oui
difénoconazole	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui		oui	oui	oui	oui	oui
diméthomorphe	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
fluopicolide	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
fluopyrame	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
folpel	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
fosétyl-aluminium	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
glyphosate	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
métrafénone	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
pyriméthanil	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui		oui	oui	oui	oui	oui
tébuconazole	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui		oui	oui	oui	oui	oui

**Légende :**

QSA : quantité de substance active

oui	modèle testé et conclusif
	modèle non testé

### 7.5.1 Illustration avec le facteur « quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m »

Les Figure 48 à Figure 63 illustrent sous forme de forest-plot les résultats des modèles obtenus pour chaque substance avec l'indicateur spatialisé de niveau 2 dans un cercle de rayon 500 m (quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m).

#### **Clés générales de lecture d'un forest-plot :**

Les clés générales de lecture d'un forest-plot sont disponibles en 6.2.5.

#### **Exemple de lecture du forest-plot du diméthomorphe pour le modèle incluant l'indicateur spatialisé de niveau 2 dans un cercle de rayon 500 m :**

Pour ce modèle, 5 variables explicatives d'intérêt ont été retenues dans le modèle final parmi les variables candidates (cf. Annexe 56) : l'indicateur spatialisé de niveau 2 dans un cercle de rayon 500 m, le déchaussage, la durée d'aération, le séchage du linge à l'extérieur, et le temps total passé chez soi à l'intérieur.

3 variables sont catégorielles, 2 sont continues.

Pour les variables catégorielles, chaque modalité est comparée à une modalité de référence qui n'est pas représentée et qui est spécifique à chaque variable :

- indicateur spatialisé de niveau 2 dans un cercle de rayon 500 m :

La modalité de référence est « pas d'utilisation ».

La différence de concentrations en diméthomorphe dans les poussières entre les autres modalités (J0-P50] ; ]P50-P90[ ; ≥P90) et la modalité de référence « pas d'utilisation » est comprise entre +93 % et +222 %. Les intervalles de confiance ne croisent pas la ligne verticale rouge : ces différences sont significatives.

- déchaussage :

La modalité de référence est « ne pas se déchausser ».

La différence de concentrations en diméthomorphe dans les poussières entre les autres modalités (se déchausser tous et systématiquement ; se déchausser mais pas systématiquement/pas tous) et la modalité de référence « ne pas se déchausser » est comprise entre -52 % et -66 %. Les intervalles de confiance ne croisent pas la ligne verticale rouge : ces différences sont significatives.

- etc.

Pour les variables continues, la modalité de référence est le 25<sup>ème</sup> centile de la distribution de la variable (P25).

- durée d'aération pendant 14 jours (soit 336 h) (h) :

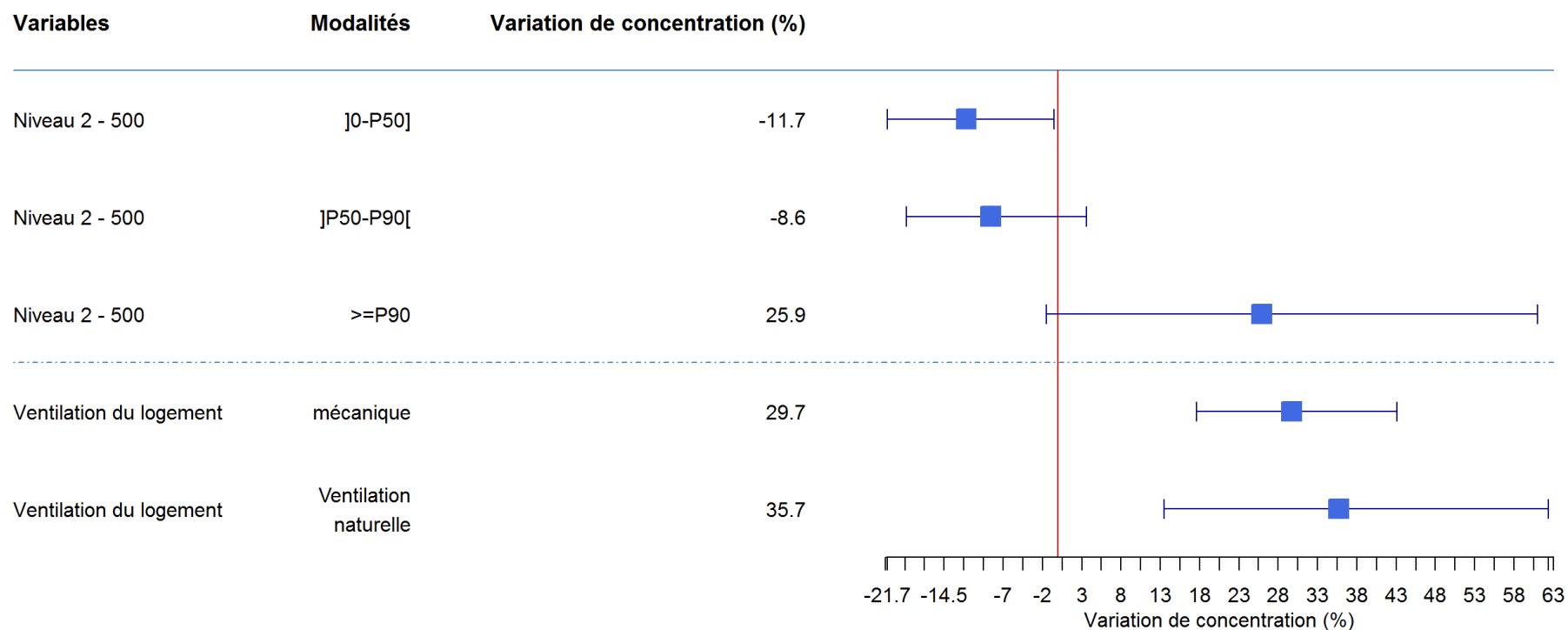
Le fait d'aérer son logement 61 h (=P75) par rapport à 11 h (=P25) au cours des 14 jours entraîne une augmentation de la concentration en diméthomorphe de +27 %.

Le fait d'aérer son logement 152 h (=P95) par rapport à 11 h (=P25) au cours des 14 jours entraîne une augmentation de la concentration en diméthomorphe de +94 %.

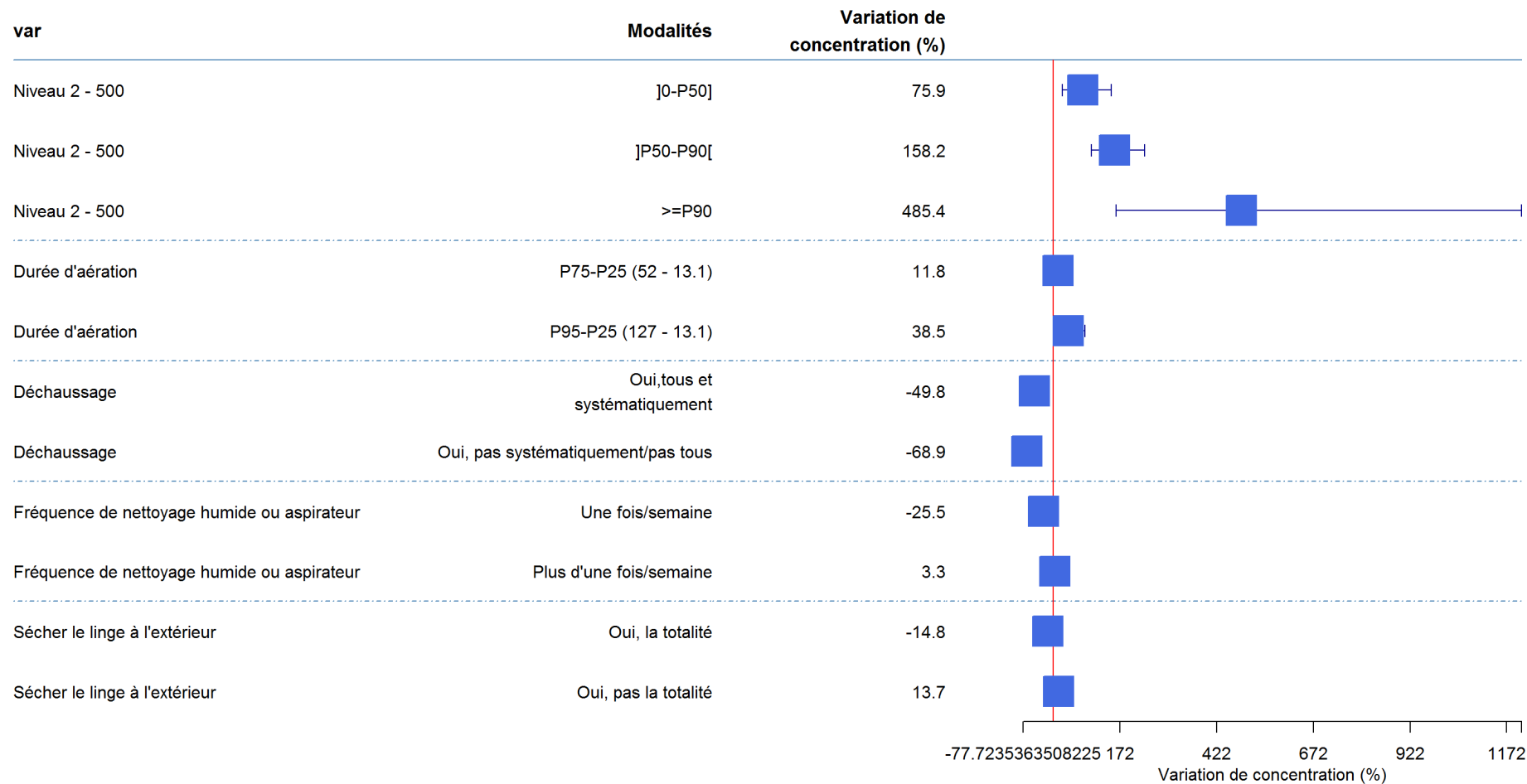
Les intervalles de confiance ne croisent pas la ligne verticale rouge : ces différences sont significatives.

- etc.

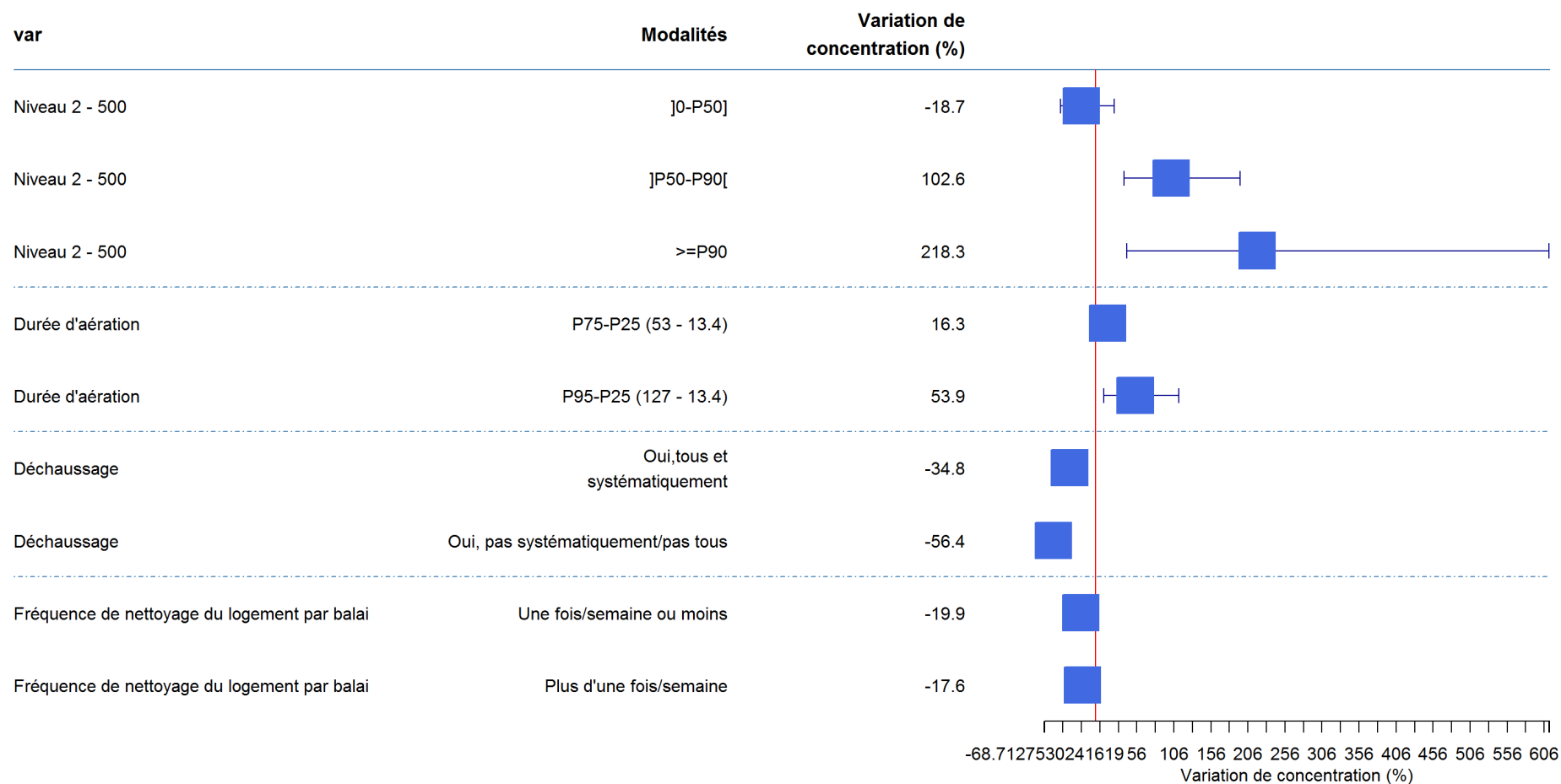
Dans la suite de cette partie, seul le facteur « quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m » est exploité. Les autres facteurs non liés à la présence de vignes sont traités à part dans la partie 7.5.3.



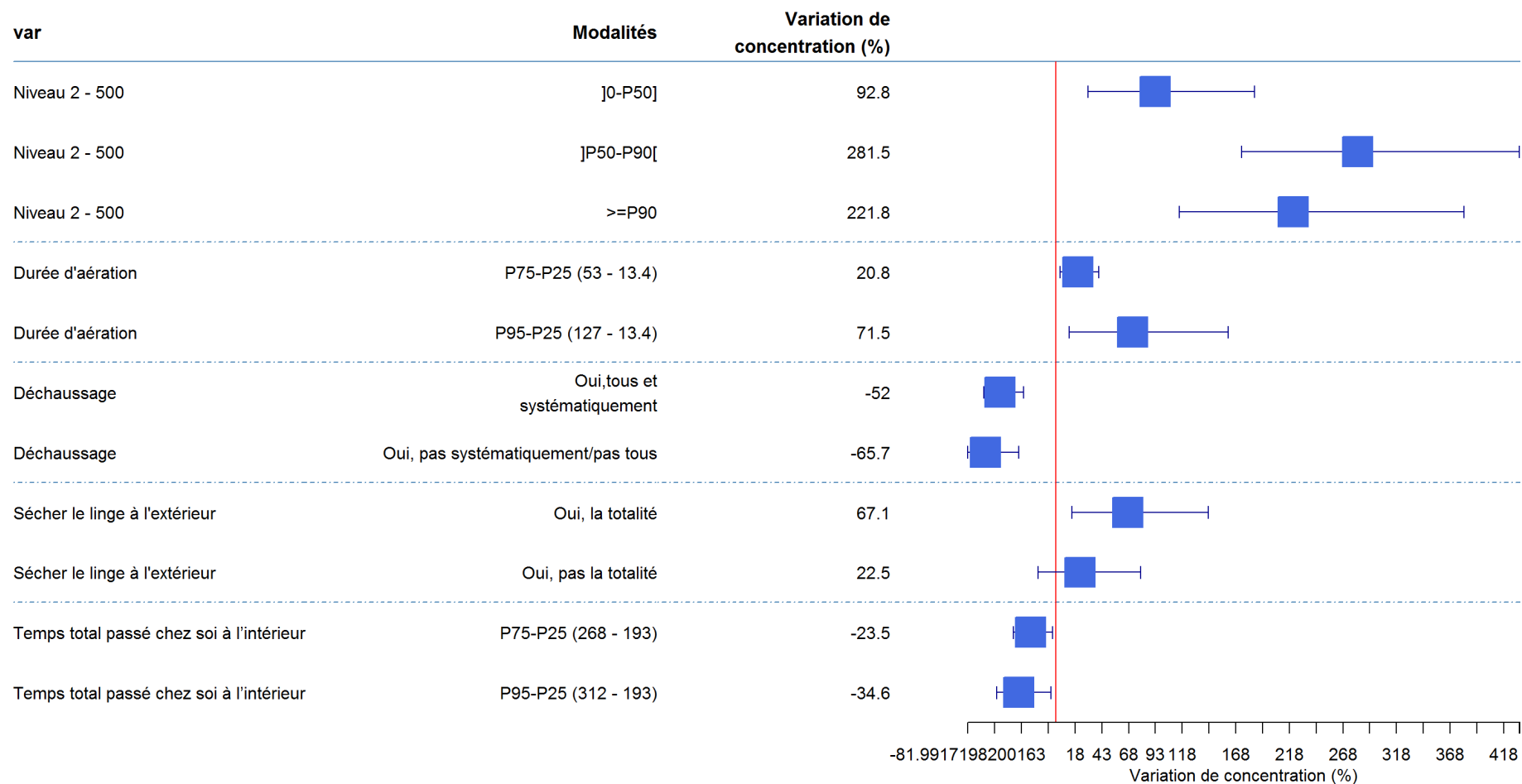
**Figure 48 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le cuivre et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



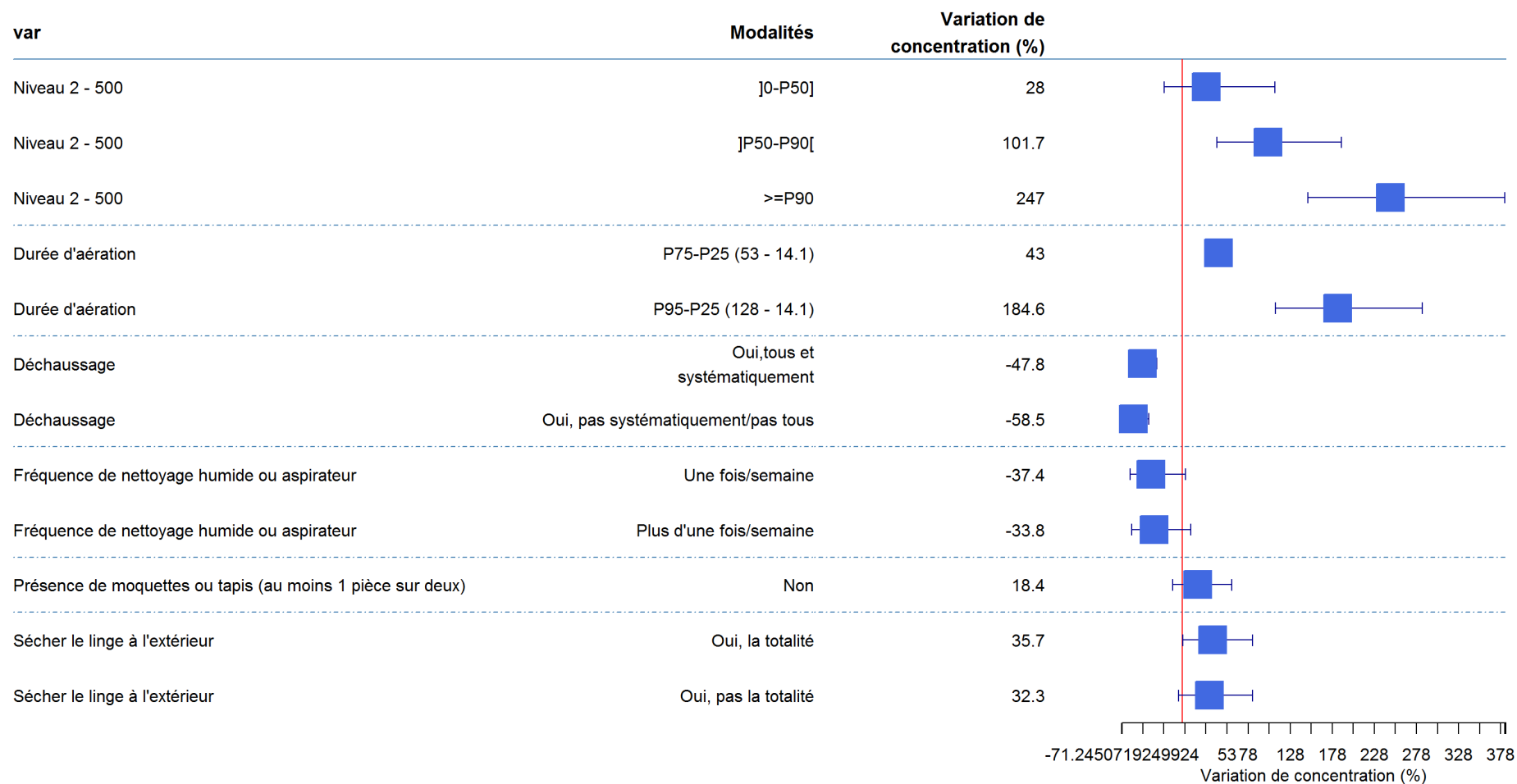
**Figure 49 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le folpel et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 50 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le difénoconazole et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

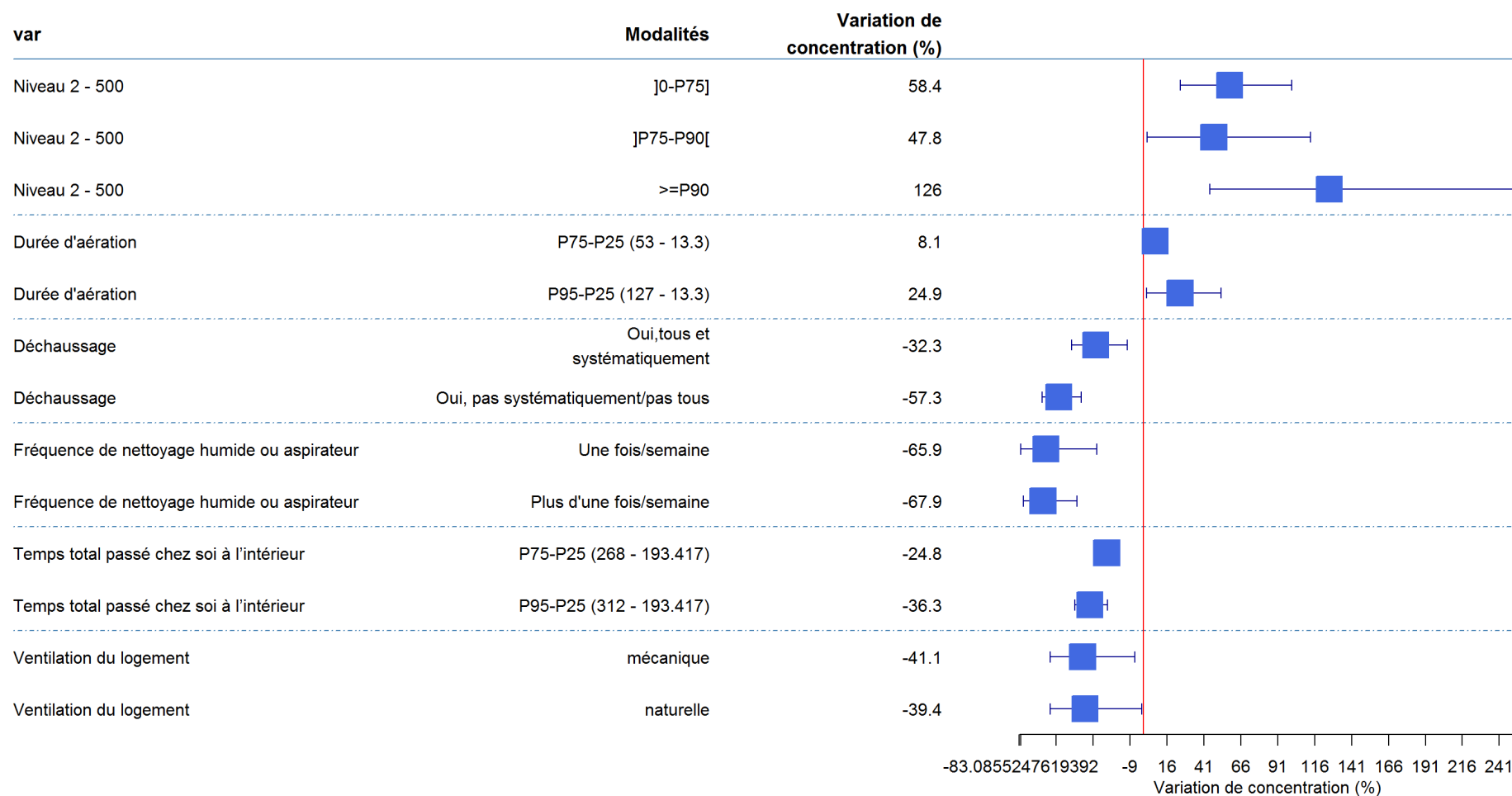


**Figure 51 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le diméthomorphe et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

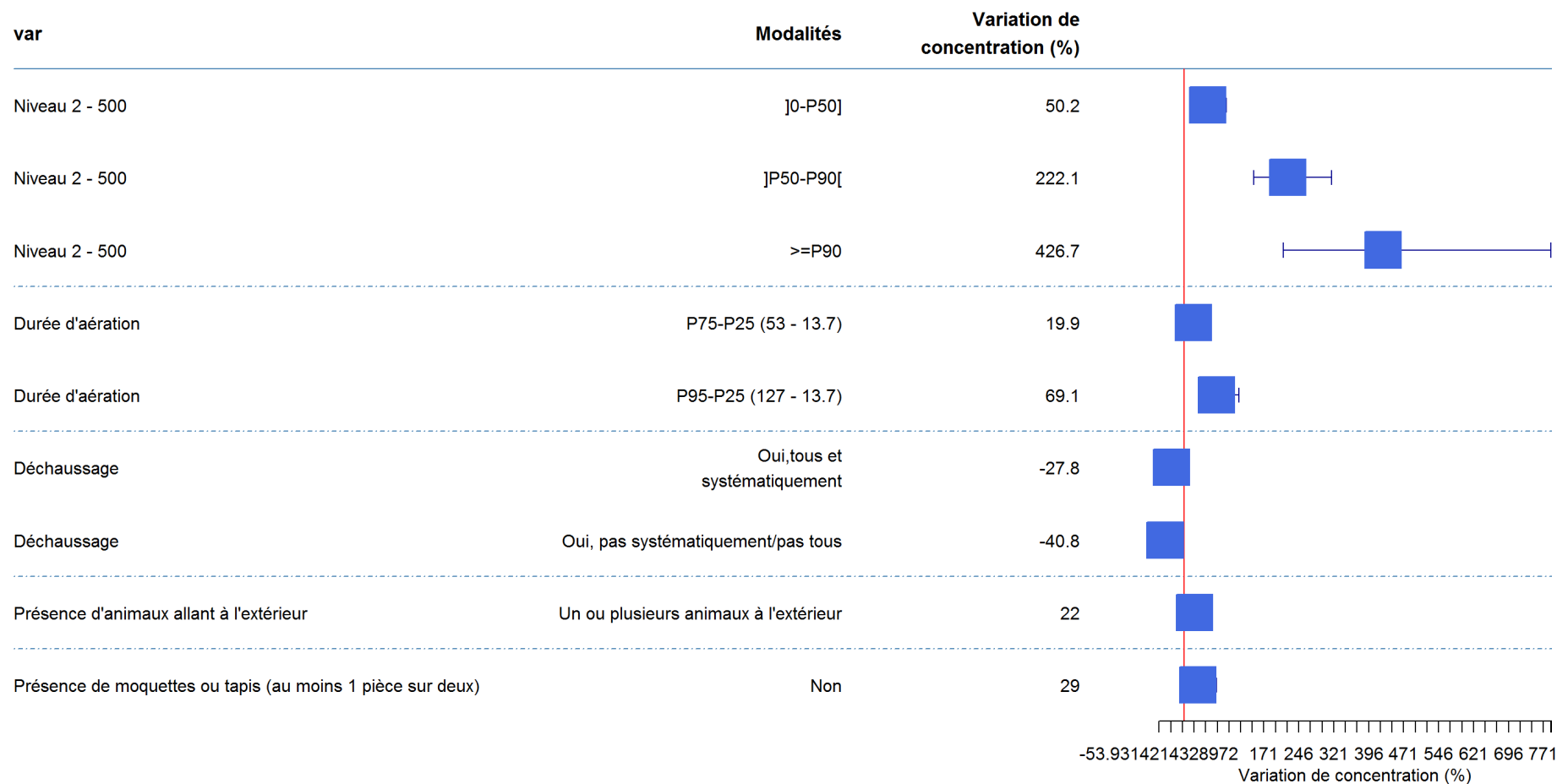


**Figure 52 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour l'amétoctradine et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

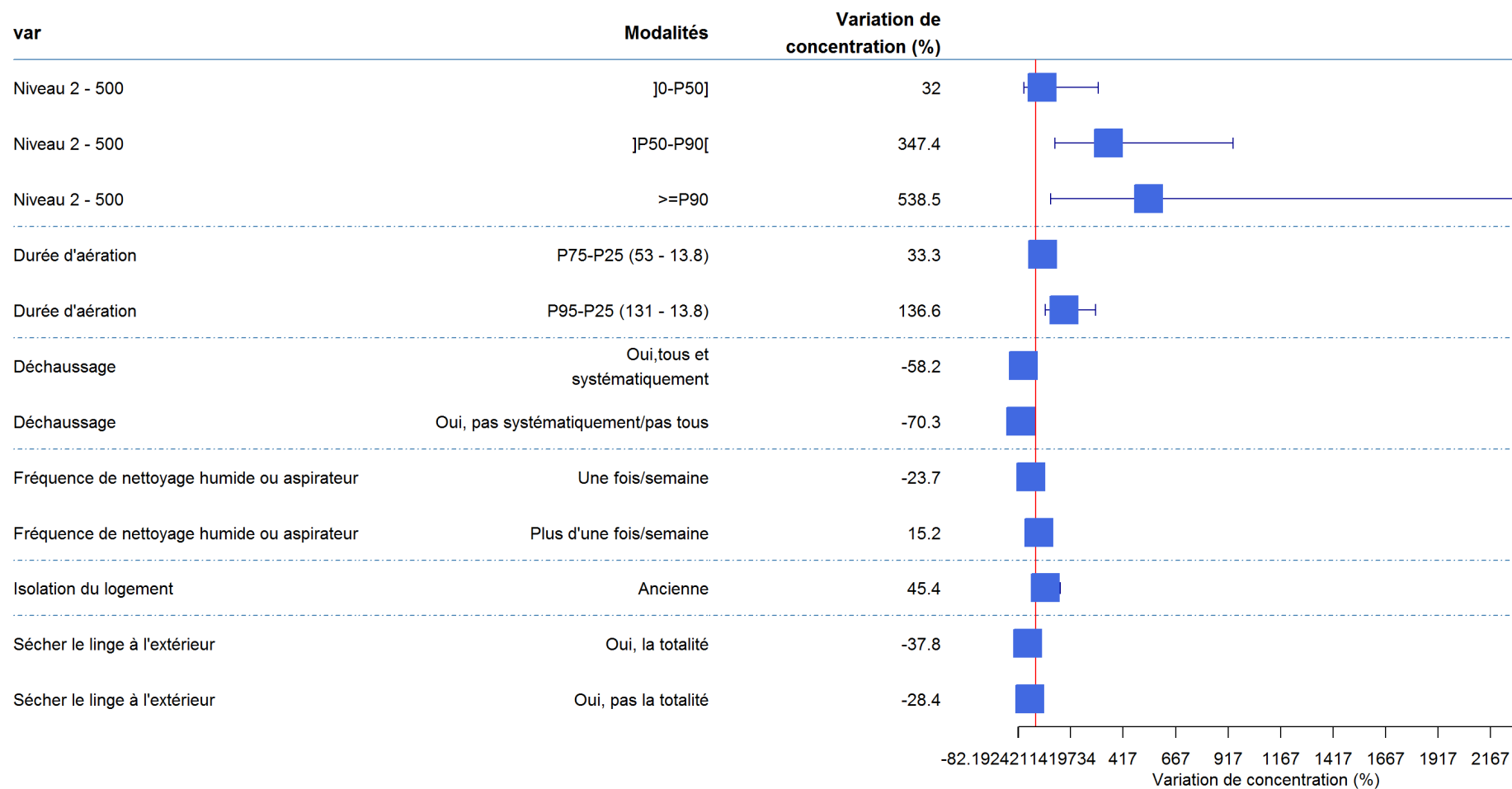




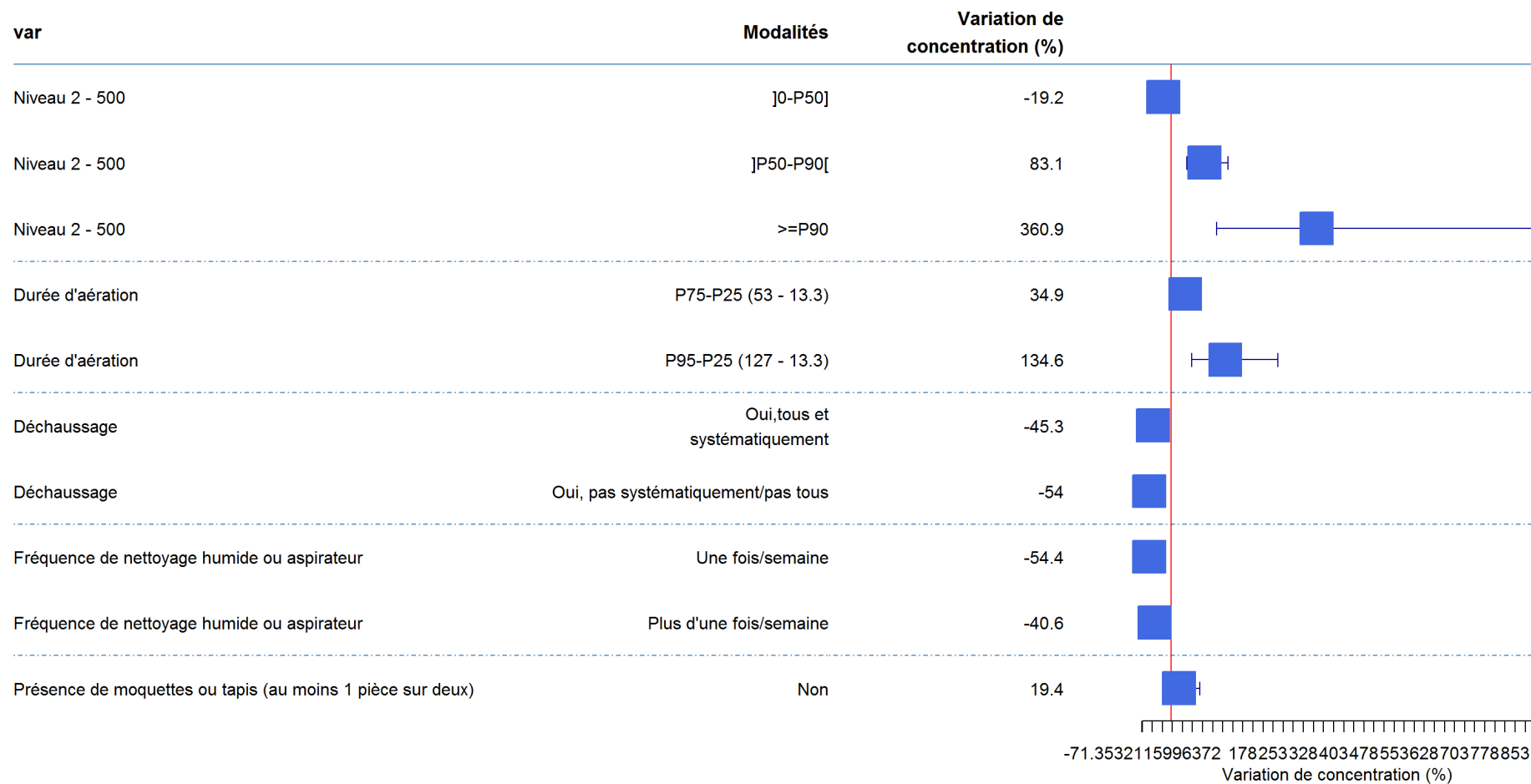
**Figure 53 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le tébuconazole et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



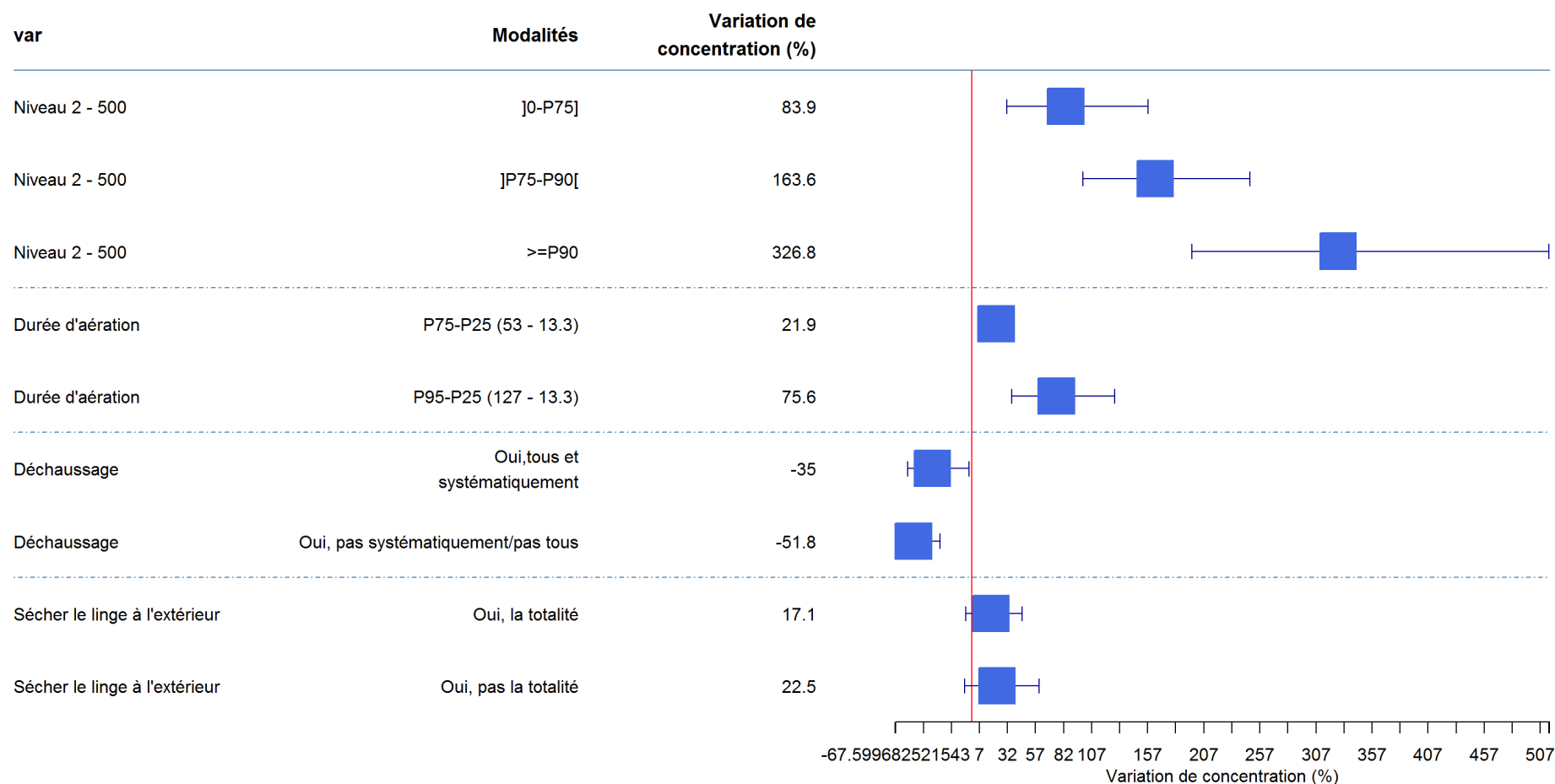
**Figure 54 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour la métrafénone et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



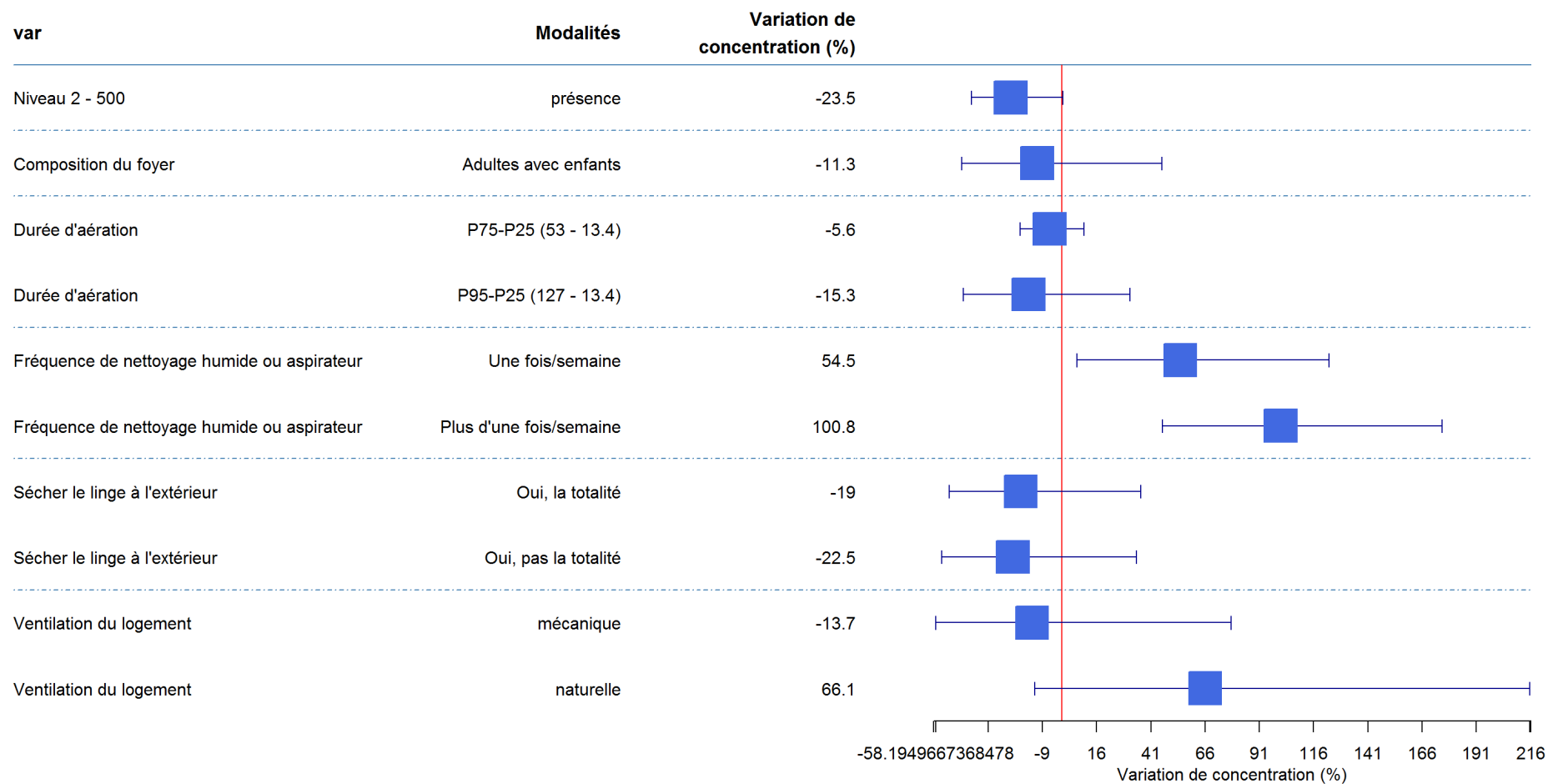
**Figure 55 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le fosétyl-aluminium et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



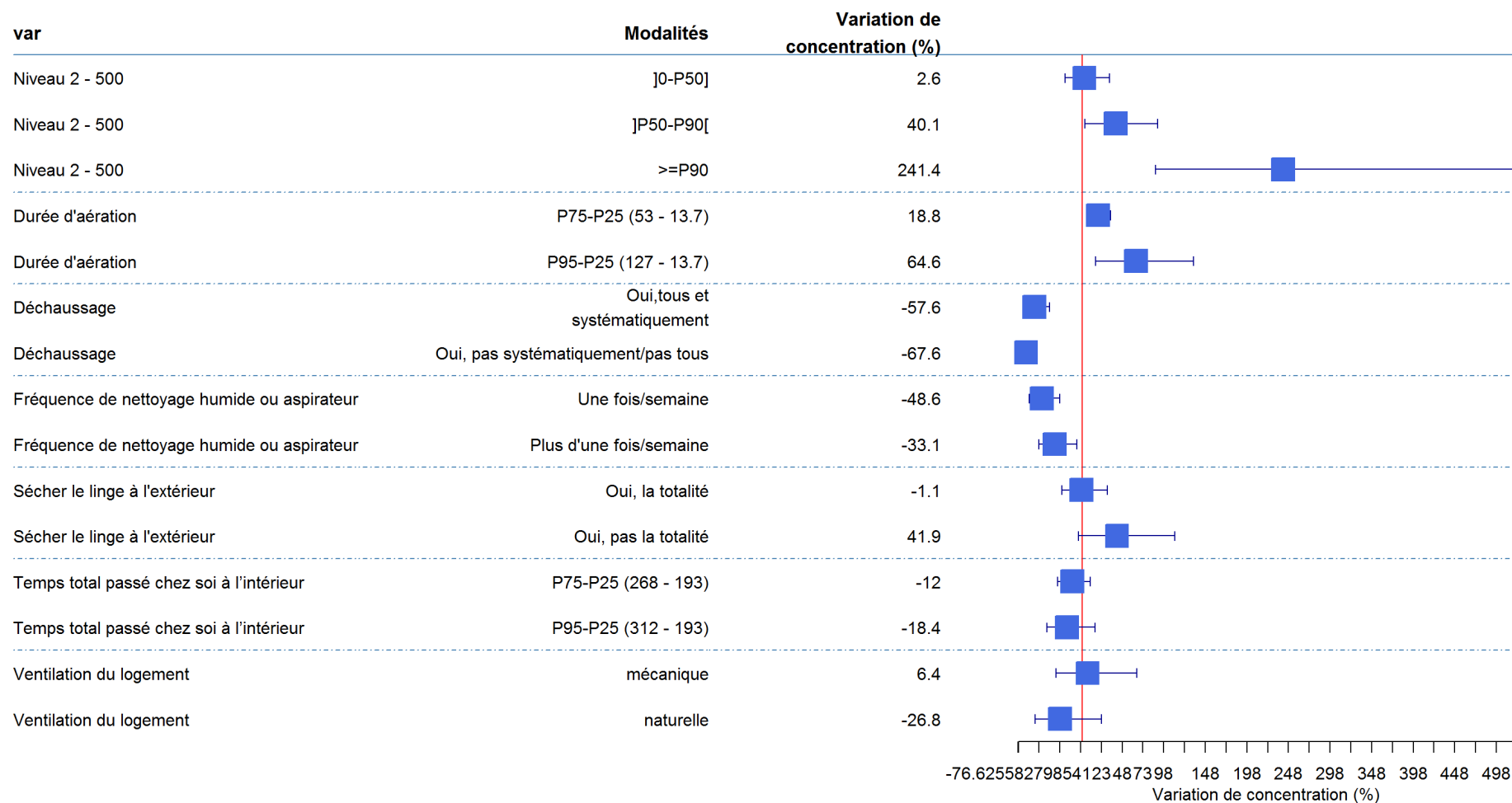
**Figure 56 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le fluopicolide et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



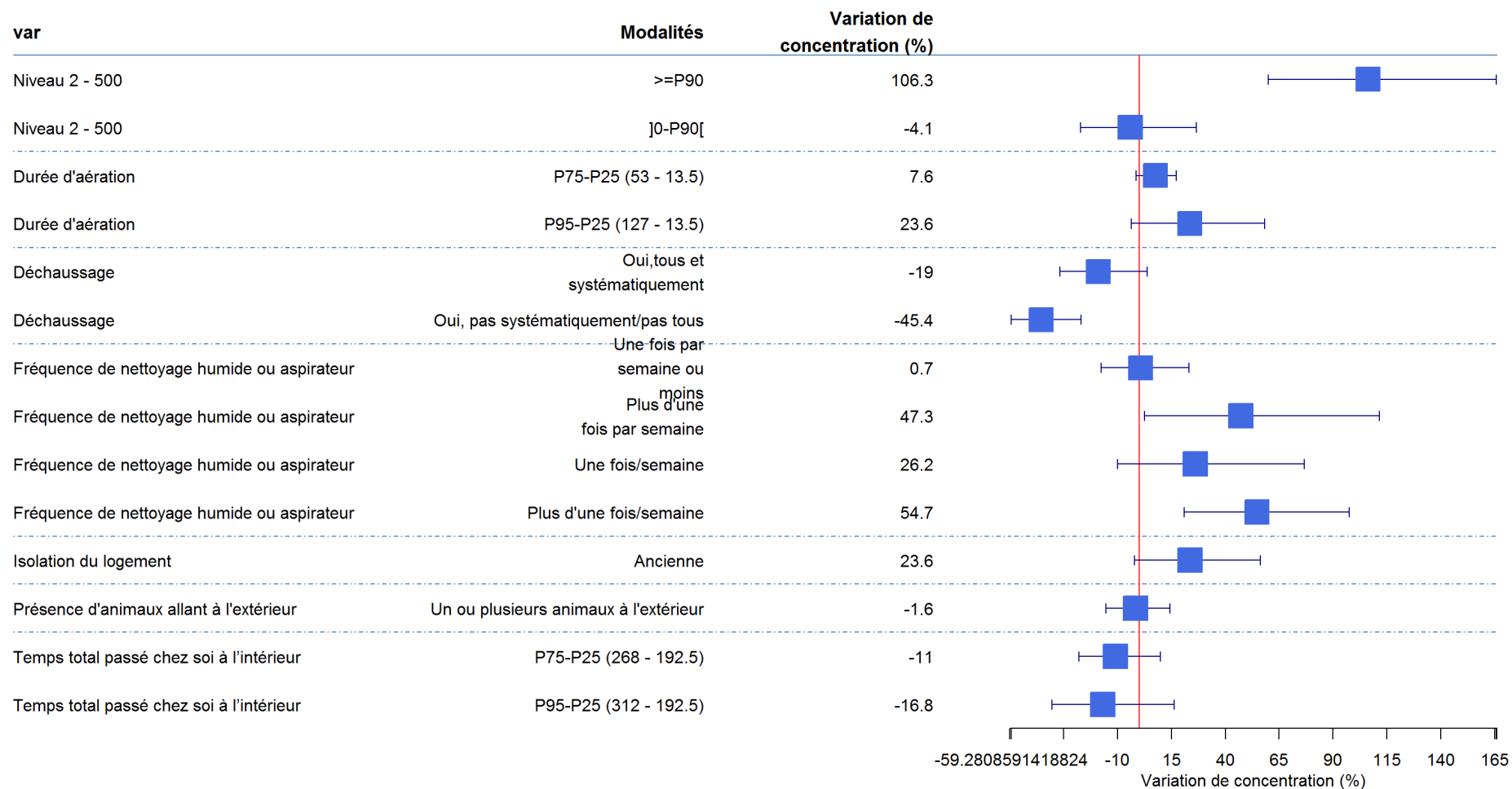
**Figure 57 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le fluopyrame et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 58 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le pyriméthanil et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

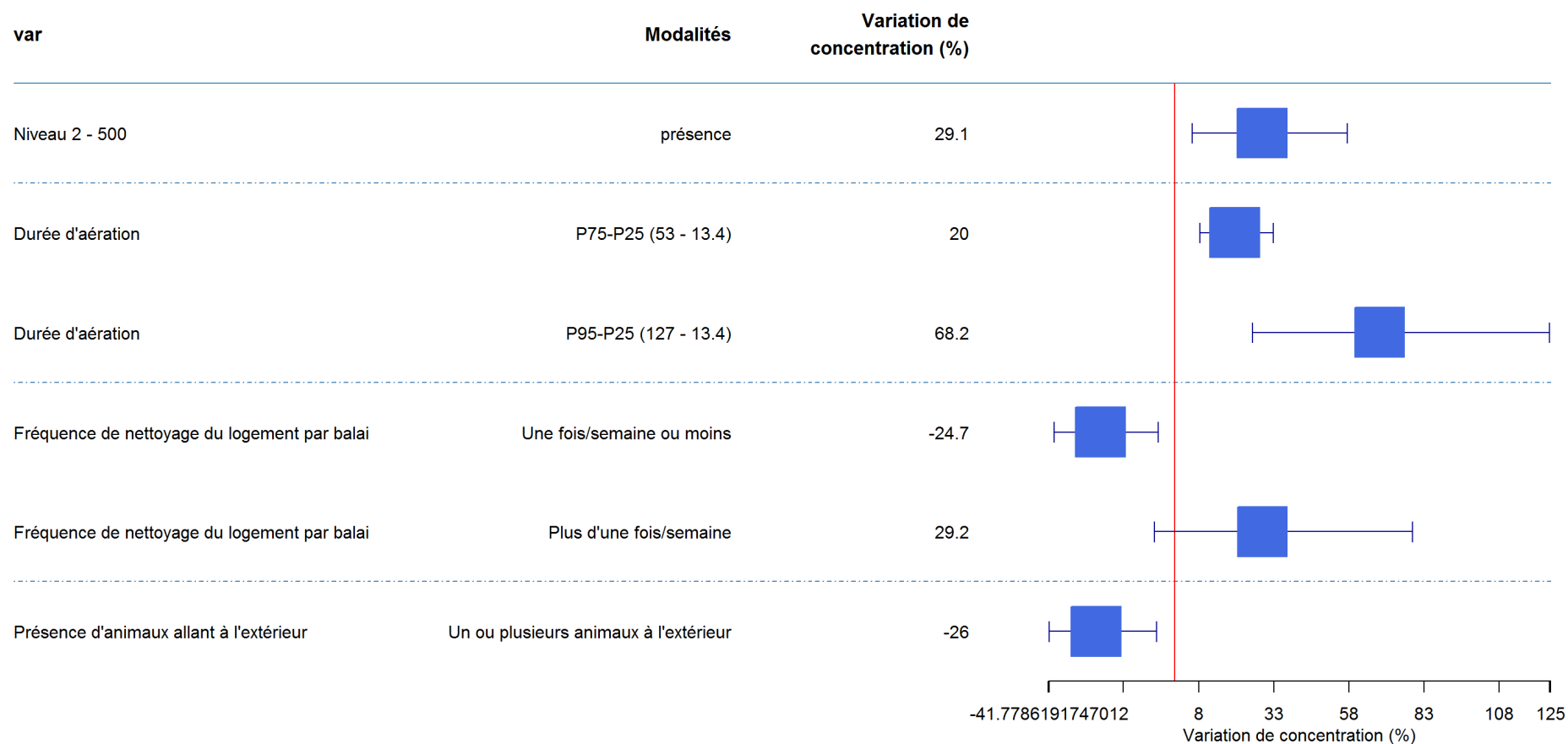


**Figure 59 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le cyazofamide et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

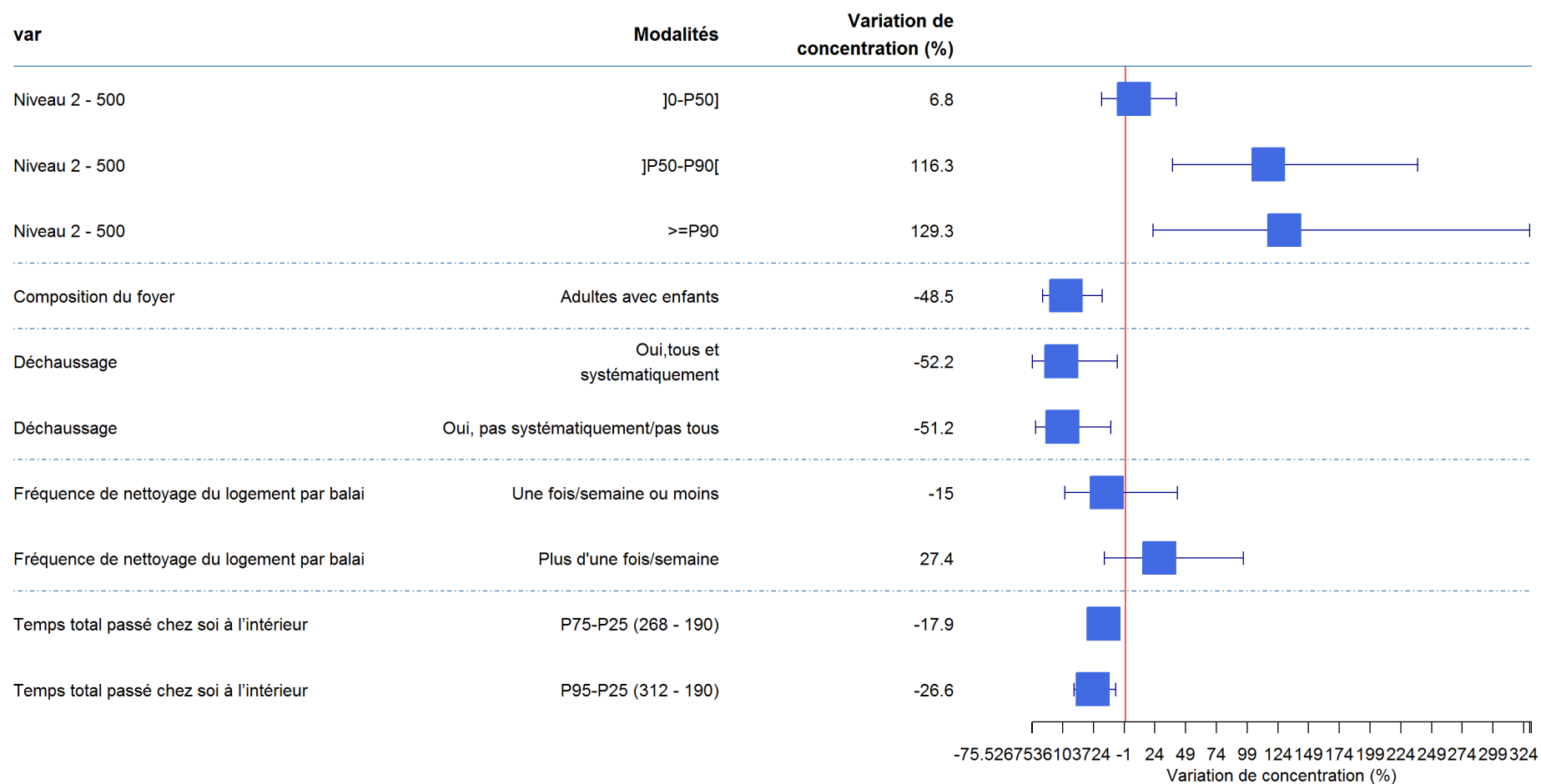


**Figure 60 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le cyprodinil et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

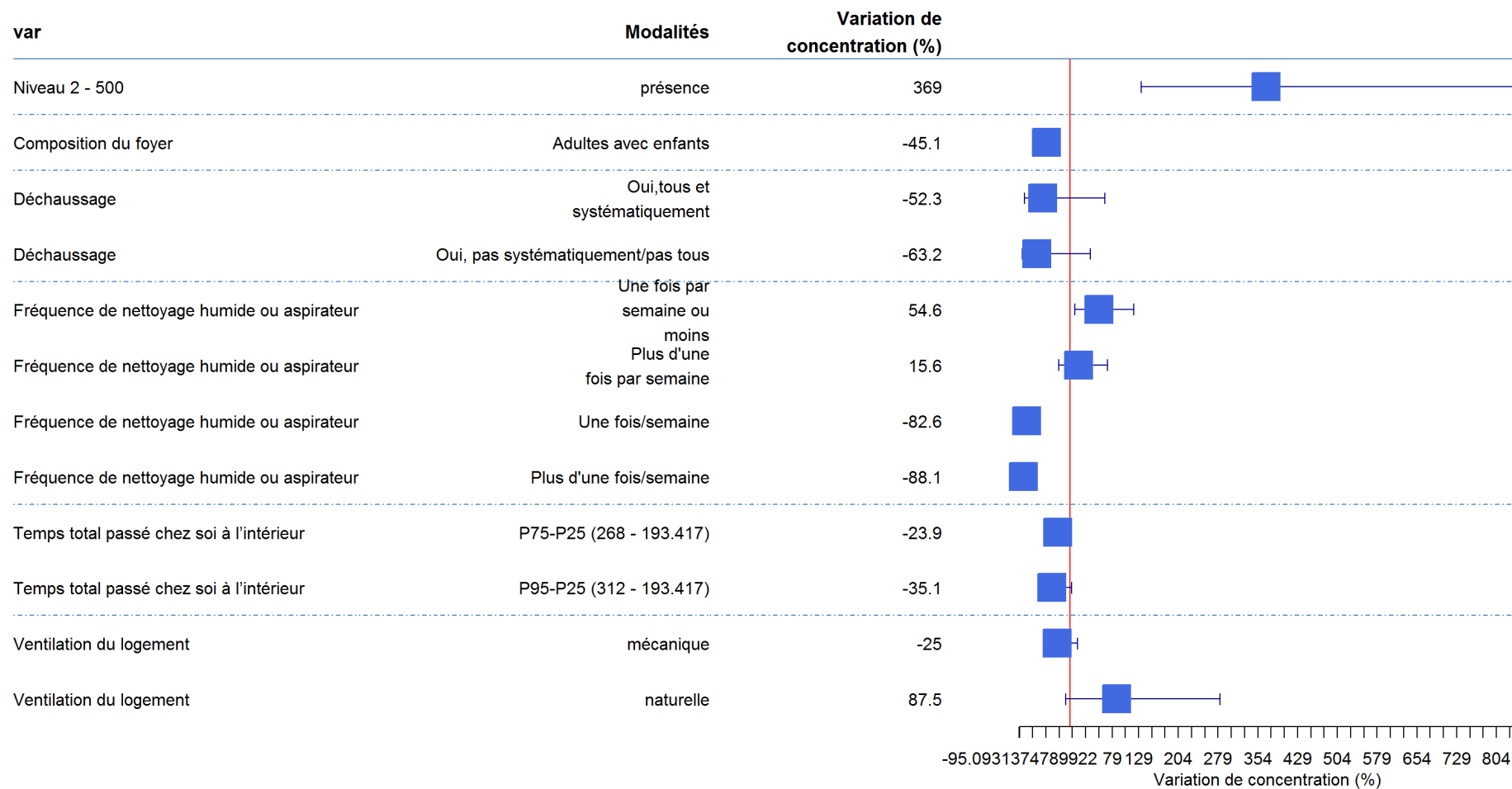




**Figure 61 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le boscalid et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 62 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour le glyphosate et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 63 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Résultats sous forme de forest-plot pour la cyperméthrine et l'indicateur spatialisé de niveau 2 à 500 m (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Il est possible de conclure, pour chaque substance, sur l'effet du facteur « quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m » (indicateur spatialisé de niveau 2 dans un cercle de rayon 500 m) sur la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement. Cet effet reflète l'association entre les concentrations dans les poussières et les valeurs des quantités de substance probablement utilisées dans un cercle de rayon 500 m.

Les critères retenus pour définir cet effet sont détaillés dans le Tableau 49. Les critères proposés présentent l'avantage de synthétiser l'ensemble des résultats obtenus pour chaque modalité de l'indicateur spatialisé de niveau 2 et de juger de leur cohérence globale. Ils se focalisent sur le sens des associations observées (positivité ou négativité du coefficient de régression), et s'affranchissent en partie de la valeur-p qui est fonction des effectifs.

Le Tableau 50 synthétise, pour chaque substance, l'effet de la quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m sur les concentrations des poussières en période de traitement.

**Tableau 49 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet du facteur « quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m ». PestiRiv, France, 2021-2022.**

<b>Plausibilité de l'effet*</b>	Très probable	Sens des associations exclusivement positifs
	Probable	Sens des associations majoritairement positifs, sans résultats significativement négatifs ; présence d'un gradient
	Non démontré	Pas de tendance nette
<b>Force de l'effet*</b>	Fort	$ \text{Effet maximal sur la concentration}  \geq 250 \%$
	Modéré	$100 \% \leq  \text{Effet maximal sur la concentration}  < 250 \%$
	Faible	$ \text{Effet maximal sur la concentration}  < 100 \%$

\* Effet de la quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m sur les concentrations des poussières en période de traitement.

**Tableau 50 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Plausibilité et force de l'effet du facteur « quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m ». PestiRiv, France, 2021-2022.**

Effet du facteur « quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m » (Niveau 2 - 500 m) sur la concentration dans les poussières		Nombre de substances	Liste substances
Plausibilité	Force		
Très probable	Fort	6	folpel
			diméthomorphe
			métrafénone
			fosétyl-aluminium
			fluopyrame
			cyperméthrine
	Modéré	4	amétoctradine
			tébuconazole
			cyazofamide
			glyphosate
	Faible	1	boscalid
Probable	Fort	1	fluopicolide
	Modéré	2	difénoconazole
			cyprodinil
Non démontré		2	cuivre
			pyriméthanil

En conclusion, parmi les 16 substances pour lesquelles les modèles statistiques ont été concluants, **une augmentation de la quantité de substance probablement utilisée sur les vignes dans un cercle de rayon 500 m (indicateur spatialisé de niveau 2 dans un cercle de rayon 500 m) :**

✓ **est associée à des concentrations plus élevées pour 14 substances, avec un effet :**

- **très probable** et :

- **fort** pour 6 substances : folpel, diméthomorphe, métrafénone, fosétyl-aluminium, fluopyrame, cyperméthrine ;
- **modéré** pour 4 substances : amétoctradine, tébuconazole, cyazofamide, glyphosate ;
- **faible** pour 1 substance : boscalid ;

- **probable** et :

- **fort** pour 1 substance : fluopicolide ;
- **modéré** pour 2 substances : difénoconazole, cyprodinil.

✓ **n'a pas d'effet démontré pour 2 substances : cuivre, pyriméthanil.**

## 7.5.2 Autres facteurs associés à la « présence de vignes »

L'Annexe 58 présente les résultats pour chaque substance sous forme de forest-plot pour visualiser l'effet du facteur global « présence de vignes ». L'ensemble des résultats des modèles obtenus avec la distance, les indicateurs spatialisés de niveaux 1, 2 et 3 et les quantités annuelles sont regroupés. Les résultats pour les autres variables explicatives d'intérêt retenues dans le modèle sont traités à part, au paragraphe 7.5.3.

À noter que la variable distance est introduite comme variable continue. Les indicateurs spatialisés de niveaux 1, 2 et 3 et les quantités annuelles sont introduites comme variables catégorielles, avec la modalité de référence qui correspond à la modalité la moins « exposante » en zones viticoles. Cette modalité de référence est adaptée à chaque substance selon les effectifs (hors indicateurs spatialisés de niveaux 1 pour lesquels les modalités de référence sont identiques quelles que soient les substances).

### 7.5.2.1 Facteur « distance »

Il est possible de conclure, pour chaque substance, sur l'effet du facteur « distance » sur la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement (cf. résultats présentés en Annexe 58). Cet effet reflète l'association entre les concentrations dans les poussières et la valeur de la distance. En effet, pour chaque substance, les pourcentages de variation de concentrations sont estimés pour passer du 25<sup>ème</sup> centile au 75<sup>ème</sup> centile et au 95<sup>ème</sup> centile de la distance. Cela revient à considérer les pourcentages de variation de concentrations observés entre des foyers localisés à 40 m et 195 m et à 40 m et 435 m d'une première parcelle de vignes.

Les critères retenus pour définir l'effet du facteur « distance » sont détaillés dans le Tableau 51. Ils se focalisent sur le sens des associations observées (positivité ou négativité du coefficient de régression), mais dans ce cas particulier, la significativité est également considérée pour caractériser la plausibilité de l'effet et permettre de discriminer les substances.

Le Tableau 52 synthétise, pour chaque substance, l'effet de la distance sur les concentrations des poussières en période de traitement.

**Tableau 51 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières collectées en zones viticoles en période de traitement – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force du facteur « distance ». PestiRiv, France, 2021-2022.**

<b>Plausibilité de l'effet*</b>	Très probable	Sens des associations exclusivement négatifs et valeur-p significatives
	Probable	Sens des associations exclusivement négatifs et valeur-p non significatives
	Non démontré	Pas de tendance ou résultats non concluants
<b>Force de l'effet*</b>	Fort	$ \text{Effet maximal sur la concentration}  \geq 250 \%$
	Modéré	$100 \% \leq  \text{Effet maximal sur la concentration}  < 250 \%$
	Faible	$ \text{Effet maximal sur la concentration}  < 100 \%$

\* Effet de la distance sur les concentrations des poussières en période de traitement.

**Tableau 52 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières collectées en zones viticoles en période de traitement – Plausibilité et force de l'effet distance. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Effet du facteur « distance » sur la concentration dans les poussières		Nombre de substances	Liste substances
Plausibilité	Force		
Très probable	Modéré	3	diméthomorphe
			glyphosate
			métrafénone
	Faible	7	amétoctradine
			fluopicolide
			fluopyrame
			boscalid
			pyriméthanil
			cyprodinil
			cuivre acido-soluble
Probable	Faible	5	fosétyl-aluminium
			cuivre
			cyazofamide
			difénoconazole
			folpel
Non démontré		3	cyperméthrine
			tébuconazole
			azoxystrobine

En conclusion, parmi les 18 substances analysées avec les modèles statistiques, **une augmentation de la distance à la culture la plus proche (différence de concentrations entre 40 m et 435 m) :**

✓ **est associée à une diminution des concentrations pour 15 substances, avec un effet :**

- **très probable** et :
  - **modéré** pour 3 substances : diméthomorphe, glyphosate, métrafénone ;
  - **faible** pour 7 substances : amétoctradine, fluopicolide, fluopyrame, boscalid, pyriméthanil, cyprodinil, cuivre acido-soluble ;
- **probable** et :
  - **faible** pour 5 substances : fosétyl-aluminium, cuivre, cyazofamide, difénoconazole, folpel.

✓ **n'a pas d'effet démontré pour 3 substances : cyperméthrine, tébuconazole, azoxystrobine.**

### 7.5.2.2 Facteur « densité de vignes dans un cercle de rayon 500 m »

Il est possible de conclure, pour chaque substance, sur l'effet du facteur « densité de vignes dans un cercle de rayon 500 m » (indicateur spatialisé de niveau 1 dans un cercle de rayon 500 m) » sur la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement (cf. résultats présentés en Annexe 58). Cet effet reflète l'association entre les concentrations dans les poussières et la valeur de la densité de vignes dans un cercle de rayon 500 m.

Les critères retenus pour définir cet effet sont détaillés dans le Tableau 53. Les critères proposés présentent l'avantage de synthétiser l'ensemble des résultats obtenus pour chaque modalité de l'indicateur spatialisé de niveau 1 et de juger de leur cohérence globale. Ils se focalisent sur le sens des associations observées (positivité ou négativité du coefficient de régression), et s'affranchissent en partie de la valeur-p qui est fonction des effectifs.

Le Tableau 54 synthétise, pour chaque substance, l'effet de la densité de vignes dans un cercle de rayon 500 m sur les concentrations des poussières en période de traitement.

**Tableau 53 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet du facteur « densité de vignes dans un cercle de rayon 500 m ». PestiRiv, France, 2021-2022.**

<b>Plausibilité de l'effet*</b>	Très probable	Sens des associations exclusivement positifs
	Probable	Sens des associations majoritairement positifs, sans valeur-p significativement négative
	Non démontré	Pas de tendance nette
<b>Force de l'effet*</b>	Fort	$ \text{Effet maximal sur la concentration}  \geq 250 \%$
	Modéré	$100 \% \leq  \text{Effet maximal sur la concentration}  < 250 \%$
	Faible	$ \text{Effet maximal sur la concentration}  < 100 \%$

\* Effet de la densité de vignes dans un cercle de rayon 500 m sur les concentrations des poussières en période de traitement.



**Tableau 54 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Plausibilité et force de l'effet du facteur « densité de vignes dans un cercle de rayon 500 m ». PestiRiv, France, 2021-2022.**

Effet du facteur « densité de vignes dans un cercle de rayon 500 m » (Niveau 1 - 500 m) sur la concentration dans les poussières		Nombre de substances	Liste substances
Plausibilité	Force		
Très probable	Fort	2	amétoctradine
			métrafénone
	Modéré	8	folpel
			glyphosate
			difénoconazole
			diméthomorphe
			fosétyl-aluminium
			fluopicolide
			fluopyrame
			cyazofamide
	Faible	5	cyprodinil
			cuivre
			cuivre acido-soluble
			pyriméthanil
			boscalid
Non démontré		3	tébuconazole
			azoxystrobine
			cyperméthrine

En conclusion, parmi les 18 substances analysées avec les modèles statistiques, **une augmentation de la densité de vignes dans un cercle de rayon 500 m (indicateur spatialisé de niveau 1 dans un cercle de rayon 500 m) :**

✓ **est associée à une augmentation des concentrations pour 15 substances, avec un effet :**

- **très probable** et :

- **fort** pour 2 substances : amétoctradine, métrafénone ;
- **modéré** pour 8 substances : folpel, glyphosate, difénoconazole, diméthomorphe, fosétyl-aluminium, fluopicolide, fluopyrame, cyazofamide ;
- **faible** pour 5 substances : cyprodinil, cuivre, cuivre acido-soluble, pyriméthanil, boscalid.

✓ **n'a pas d'effet démontré pour 3 substances : tébuconazole, azoxystrobine et cyperméthrine.**

### 7.5.2.3 Facteur « quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m et probablement dérivée vers le foyer »

Il est possible de conclure, pour chaque substance, sur l'effet du facteur « quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m et probablement dérivée vers le foyer » (indicateur spatialisé de niveau 3 dans un cercle de rayon 500 m) sur la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement (cf. résultats présentés en Annexe 58). Cet effet reflète l'association entre les concentrations dans les poussières et la valeur de la quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m et probablement dérivée vers le foyer.

Les critères retenus pour définir cet effet sont détaillés dans le Tableau 55. Les critères proposés présentent l'avantage de synthétiser l'ensemble des résultats obtenus pour chaque modalité de l'indicateur spatialisé de niveau 3 et de juger de leur cohérence globale. Ils se focalisent sur le sens des associations observées (positivité ou négativité du coefficient de régression), et s'affranchissent en partie de la valeur-p qui est fonction des effectifs.

Le Tableau 56 synthétise, pour chaque substance, l'effet de la quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m et probablement dérivée vers le foyer sur les concentrations des poussières en période de traitement.

**Tableau 55 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet du facteur « quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m et probablement dérivée vers le foyer ». PestiRiv, France, 2021-2022.**

<b>Plausibilité de l'effet*</b>	Très probable	Sens des associations exclusivement positifs
	Probable	Sens des associations majoritairement positifs, sans valeur-p significativement négative
	Non démontré	Pas de tendance nette
<b>Force de l'effet*</b>	Fort	$ \text{Effet maximal sur la concentration}  \geq 250 \%$
	Modéré	$100 \% \leq  \text{Effet maximal sur la concentration}  < 250 \%$
	Faible	$ \text{Effet maximal sur la concentration}  < 100 \%$

\* Effet de la quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m et probablement dérivée vers le foyer sur les concentrations des poussières en période de traitement.

**Tableau 56 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Plausibilité et force de l'effet du facteur « quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m et probablement dérivée vers le foyer ». PestiRiv, France, 2021-2022.**

Effet du facteur « quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m et probablement dérivée vers le foyer » (Niveau 3 - 500 m) sur la concentration dans les poussières		Nombre de substances	Liste substances
Plausibilité	Force		
Très probable	Fort	8	folpel
			difénoconazole
			diméthomorphe
			amétoctradine
			métrafénone
			fosétyl-aluminium
			fluopicolide
			fluopyrame
	Modéré	1	cyperméthrine
Probable	Faible	2	cyprodinil
			boscalid
			tébuconazole
Probable	Fort	1	cyazofamide
	Modéré	1	glyphosate
Non démontré		2	cuivre
			pyriméthanil

En conclusion, parmi les 16 substances pour lesquelles les modèles statistiques ont été concluants, **une augmentation de la quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m et probablement dérivée vers le foyer (indicateur spatialisé de niveau 3 dans un cercle de rayon 500 m) :**

✓ **est associée à une augmentation des concentrations pour 14 substances, avec un effet :**

- **très probable** et :
  - **fort** pour 8 substances : folpel, difénoconazole, diméthomorphe, amétoctradine, métrafénone, fosétyl-aluminium, fluopicolide, fluopyrame ;
  - **modéré** pour 1 substance : cyperméthrine ;
  - **faible** pour 3 substances : cyprodinil, boscalid, tébuconazole.
- **probable** et :
  - **fort** pour 1 substance : cyazofamide ;
  - **modéré** pour 1 substance : glyphosate.

✓ **n'a pas d'effet démontré pour 2 substances** : cuivre et pyriméthanil.

#### 7.5.2.4 Facteur « quantité annuelle de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m »

Il est possible de conclure, pour chaque substance, sur l'effet du facteur « quantité de substance annuelle probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m » sur la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement (cf. résultats présentés en Annexe 58). Cet effet reflète l'association entre les concentrations dans les poussières et la valeur de la « quantité de substance annuelle probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m ».

Les critères retenus pour définir cet effet sont détaillés dans le Tableau 57. Les critères proposés présentent l'avantage de synthétiser l'ensemble des résultats obtenus pour chaque modalité et de juger de leur cohérence globale. Ils se focalisent sur le sens des associations observées (positivité ou négativité du coefficient de régression), et s'affranchissent en partie de la valeur-p qui est fonction des effectifs.

Le Tableau 58 synthétise, pour chaque substance, l'effet de la quantité de substance annuelle probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m sur les concentrations des poussières en période de traitement.

**Tableau 57 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet du facteur « quantité annuelle de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m ». PestiRiv, France, 2021-2022.**

<b>Plausibilité de l'effet*</b>	Très probable	Sens des associations exclusivement positifs
	Probable	Sens des associations majoritairement positifs, sans valeur-p significativement négative
	Non démontré	Pas de tendance nette
<b>Force de l'effet*</b>	Fort	$ \text{Effet maximal sur la concentration}  \geq 250 \%$
	Modéré	$100 \% \leq  \text{Effet maximal sur la concentration}  < 250 \%$
	Faible	$ \text{Effet maximal sur la concentration}  < 100 \%$

\* Effet de la quantité de substance annuelle probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m sur les concentrations des poussières en période de traitement.

**Tableau 58 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Plausibilité et force de l'effet du facteur « quantité annuelle de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m ». PestiRiv, France, 2021-2022.**

Effet du facteur « quantité annuelle de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m » sur la concentration dans les poussières		Nombre de substances	Liste substances
Plausibilité	Force		
Très probable	Fort	6	diméthomorphe
			amétoctradine
			métrafénone
			fosétyl-aluminium
			fluopicolide
			fluopyrame
	Modéré	3	folpel
			difénoconazole
			azoxystrobine
Probable	Faible	3	cuivre
			tébuconazole
			glyphosate
	Fort	1	cyperméthrine
	Modéré	2	cyazofamide
			cyprodinil
Non démontré	Faible	1	boscalid
		1	pyriméthanil

En conclusion, parmi les 17 substances pour lesquelles les modèles statistiques ont été concluants, **une augmentation de la quantité annuelle de substance probablement utilisée sur les vignes dans un cercle de rayon 500 m :**

✓ **est associée à une augmentation des concentrations pour 14 substances, avec un effet :**

- **très probable** et :
  - **fort** pour 6 substances : diméthomorphe, amétoctradine, métrafénone, fosétyl-aluminium, fluopicolide, fluopyrame ;
  - **modéré** pour 3 substances : folpel, difénoconazole, azoxystrobine ;
  - **faible** pour 3 substances : cuivre, tébuconazole, glyphosate ;
- **probable** et :
  - **fort** pour 1 substance : cyperméthrine ;
  - **modéré** pour 2 substances : cyazofamide et cyprodinil ;
  - **faible** pour 1 substance : boscalid.

✓ **n'a pas d'effet démontré pour 1 substance : pyriméthanil.**

### 7.5.2.5 Synthèse

#### Compilation des résultats

Le Tableau 59 compile la caractérisation des effets des différents facteurs testés en lien avec la présence de vignes : distance, densité de vignes dans un cercle de rayon 500 m, quantité de substance probablement utilisée sur les vignes dans un cercle de rayon 500 m, quantité de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m et probablement dérivée vers le foyer et quantité annuelle de substance probablement utilisée dans un cercle de rayon 500 m.

**En conclusion, une plus grande proximité aux vignes, une densité de vignes plus importante et des quantités de substance probablement utilisées plus élevées sont associées à une augmentation des concentrations pour la majorité des 17 substances testées. Les quantités de substance probablement utilisées semblent être les facteurs expliquant le mieux ces concentrations.**

**Tableau 59 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Plausibilité et force de l'effet des facteurs en lien la présence de vignes. PestiRiv, France, 2021-2022.**

	Distance	Densité de vignes 0-500 m	QSA probablement utilisée 0-500 m	QSA probablement utilisée et dérivée 0-500 m	QSA annuelle probablement utilisée 0-500 m
amétoctradine	4	6	5	6	6
azoxystrobine	0	0			5
boscalid	4	4	4	4	1
cuiivre	1	4	0	0	4
cuiivre acido-soluble	4	4			
cyazofamide	1	5	5	3	2
cyperméthrine	0	0	6	5	3
cyprodinil	4	4	2	4	2
difénoconazole	1	5	2	6	5
diméthomorphe	5	5	6	6	6
fluopicolide	4	5	3	6	6
fluopyrame	4	5	6	6	6
folpel	1	5	6	6	5
fosétyl-aluminium	1	5	6	6	6
glyphosate	5	5	5	2	4
métrafénone	5	6	6	6	6
pyriméthanil	4	4	0	0	0
tébuconazole	0	0	5	4	4

#### Légende :

QSA : quantité de substance active

	Modèle non testé
6	Effet très probable / Fort
5	Effet très probable / Modéré
4	Effet très probable / Faible
3	Effet probable / Fort
2	Effet probable / Modéré
1	Effet probable / Faible
0	Effet non démontré

### Effet du facteur global « présence de vignes »

D'autre part, il est possible de conclure, pour chaque substance, sur l'effet du facteur global « présence de vignes » sur les niveaux de contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement.

Les critères retenus pour définir cet effet sont détaillés dans le Tableau 60. L'ensemble des modèles testant la distance, les indicateurs spatialisés de niveaux 1, 2 et 3, et les quantités annuelles sont pris en compte. Les critères proposés présentent l'avantage de synthétiser l'ensemble des résultats et de juger de leur cohérence globale. Ils se focalisent sur le sens des associations observées (positivité ou négativité du coefficient de régression), et s'affranchissent en partie de la valeur-p qui est fonction des effectifs.

Le Tableau 61 synthétise, pour chaque substance, l'effet global du facteur « présence de vignes » sur les concentrations des poussières en période de traitement.

**Tableau 60 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet du facteur global « présence de vignes ». PestiRiv, France, 2021-2022.**

<b>Plausibilité de l'effet*</b>	Très probable	Sens des associations exclusivement positifs
	Probable	Sens des associations majoritairement positifs ; présence de gradients
	Non démontré	Pas de tendance nette, ou pas assez de résultats
<b>Force de l'effet*</b>	Fort	$ \text{Effet maximal sur la concentration}  \geq 250 \%$
	Modéré	$100 \% \leq  \text{Effet maximal sur la concentration}  < 250 \%$
	Faible	$ \text{Effet maximal sur la concentration}  < 100 \%$

\* Effet du facteur global « présence de vignes » sur les concentrations des poussières en période de traitement.

**Tableau 61 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement – Plausibilité et force de l'effet du facteur « présence de vignes ». PestiRiv, France, 2021-2022.**

Effet du facteur global « présence de vignes » sur la concentration dans les poussières		Nombre de substances	Liste substances
Plausibilité	Force		
Très probable	Fort	4	diméthomorphe
			amétoctradine
			métrafénone
			folpel
	Faible	1	cuivre acido-soluble
Probable	Fort	5	difénoconazole
			fosétyl-aluminium
			fluopicolide
			cyazofamide
			fluopyrame
	Modéré	3	tébuconazole
			cyprodinil
			glyphosate
Non démontré		5	cuivre
			pyriméthanil
			boscalid
			azoxystrobine
			cyperméthrine

En conclusion, parmi les 18 substances analysées dans les modèles statistiques, **le facteur global « présence de vignes » :**

✓ **est associé à une augmentation des concentrations pour 13 substances, avec un effet :**

- **très probable** et :
  - **fort** pour 4 substances : diméthomorphe, amétoctradine, métrafénone, folpel ;
  - **faible** pour 1 substance : cuivre acido-soluble ;
- **probable** et :
  - **fort** pour 5 substances : difénoconazole, fosétyl-aluminium, fluopicolide, cyazofamide, fluopyrame ;
  - **modéré** pour 3 substances : tébuconazole, cyprodinil, glyphosate ;

✓ **n'a pas d'effet démontré pour 5 substances :** cuivre, pyriméthanil, boscalid, azoxystrobine, cyperméthrine.



### 7.5.3 Autres facteurs (hors facteurs « présence de vignes »)

L'Annexe 59 présente, pour chaque substance (hors cuivre acido-soluble), une synthèse des résultats pour les variables explicatives d'intérêt (hors variables explicatives d'intérêt en lien avec la « présence de vignes ») issus de l'ensemble des modèles testés avec la distance, les indicateurs spatialisés de niveaux 1, 2 et 3 et les quantités annuelles. Les critères retenus pour construire cette synthèse sont explicités dans cette annexe.

Les Tableau 62 Tableau 63 présentent respectivement une synthèse intermédiaire par substance et une synthèse globale qui permettent de visualiser pour chaque variable explicative d'intérêt :

- sa fréquence de présence dans les modèles ;
- son effet sur la concentration en pesticides ;
- sa fréquence de significativité.

Il en ressort :

- 5 facteurs (**déchaussage, nettoyage humide ou aspirateur, temps passé chez soi à l'intérieur, présence d'enfants, présence d'animaux allant à l'extérieur**) associés à une **diminution de la concentration** :
  - o la variable « déchaussage » est systématiquement sélectionnée dans les modèles de 13 des 17 substances, et est souvent ou systématiquement associée de manière statistiquement significative pour 12 des 13 substances ;
  - o la variable « passage de l'aspirateur ou de la serpillière » est parfois à systématiquement sélectionnée dans les modèles de 16 des 17 substances et est souvent ou systématiquement associée de manière statistiquement significative pour 10 de ces 16 substances ;
  - o la variable « temps passé par le participant à l'intérieur » est parfois à systématiquement sélectionnée dans les modèles de 9 des 17 substances, et est souvent ou systématiquement associée de manière statistiquement significative pour 5 de ces 9 substances ;
  - o les variables « composition du foyer » et « présence d'au moins un animal allant à l'extérieur » sont rarement à systématiquement sélectionnées dans les modèles de 5 des 17 substances, et sont souvent ou systématiquement associées de manière statistiquement significatives pour 2 de ces 5 substances.
- 3 facteurs (**durée d'aération, présence de tapis/moquettes, isolation ancienne du logement**) associés à une **augmentation de la concentration** :
  - o la variable « durée d'aération » est systématiquement sélectionnée dans les modèles de 13 des 17 substances, et est souvent ou systématiquement associée de manière statistiquement significative pour 10 des 13 substances ;
  - o la variable « présence de tapis/moquettes » est rarement à systématiquement sélectionnée dans les modèles de 7 des 17 substances, mais n'est jamais statistiquement significative ;
  - o la variable « isolation ancienne » est rarement à souvent sélectionnée dans les modèles de 5 des 17 substances, et est souvent ou systématiquement associée de manière statistiquement significative pour 2 des 5 substances.
- 3 facteurs (**présence d'un système de ventilation, séchage du linge à l'extérieur, nettoyage balai**) pour lesquels il n'est pas possible de conclure puisqu'ils ont une **influence variable sur les niveaux de concentration**.

En complément de cette synthèse par substance, une analyse de sensibilité a été faite en compilant les résultats pour l'ensemble des substances et un indicateur spatialisé donné (indicateur spatialisé de niveau 2 dans un cercle de rayon 500 m) est disponible en Annexe 60. **Les conclusions sont similaires à celles présentées ci-dessus.**

**En conclusion, d'après les modèles statistiques :**

- **se déchausser, nettoyer son logement avec une serpillère ou un aspirateur, passer du temps chez soi à l'intérieur** sont les facteurs les plus associés à **des concentrations plus faibles en PPP** ;
- **aérer son logement** est le facteur le plus associé à des **concentrations plus élevées en PPP**.

Tableau 62 : Modèle de régression linéaire généralisé d’identification des facteurs de la contamination des poussières collectées en zones viticoles en période de traitement – Synthèse des résultats par substance pour les variables explicatives d’intérêt (hors indicateurs spatialisés) (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.

Nom substance	Temps passé par le participant à l'intérieur (h)	Isolation ancienne du logement	Foyers avec enfants	Tapis / moquettes présents	Présence d'une ventilation	Déchaussage	Linge séché à l'extérieur	Au moins un animal allant à l'extérieur	Nettoyage aspirateur / serpillère	Nettoyage balai	Durée aération (h)
amétoctradine	Parfois	Jamais	Jamais	Parfois	Jamais	Systématiquement	Souvent	Jamais	Parfois	Jamais	Systématiquement
azoxystrobine	Jamais	Jamais	Jamais	Jamais	Jamais	Jamais	Jamais	Jamais	Systématiquement	Jamais	Jamais
boscalid	Jamais	Souvent	Jamais	Jamais	Jamais	Jamais	Jamais	Systématiquement	Parfois	Systématiquement	Systématiquement
cuivre	Jamais	Jamais	Jamais	Rarement	Systématiquement	Jamais	Souvent	Jamais	Souvent	Souvent	Jamais
cyazofamide	Systématiquement	Jamais	Rarement	Souvent	Rarement	Systématiquement	Parfois	Jamais	Systématiquement	Jamais	Systématiquement
cyperméthrine	Systématiquement	Jamais	Systématiquement	Jamais	Systématiquement	Systématiquement	Jamais	Jamais	Systématiquement	Systématiquement	Jamais
cyprodinil	Parfois	Souvent	Jamais	Jamais	Jamais	Systématiquement	Souvent	Rarement	Souvent	Systématiquement	Souvent
difénoconazole	Souvent	Jamais	Jamais	Parfois	Jamais	Systématiquement	Jamais	Rarement	Souvent	Parfois	Systématiquement
diméthomorphe	Souvent	Jamais	Jamais	Jamais	Jamais	Systématiquement	Systématiquement	Jamais	Parfois	Jamais	Souvent
fluopicolide	Jamais	Rarement	Rarement	Systématiquement	Rarement	Systématiquement	Parfois	Jamais	Systématiquement	Jamais	Souvent
fluopyrame	Souvent	Rarement	Jamais	Souvent	Jamais	Systématiquement	Rarement	Souvent	Parfois	Rarement	Systématiquement
folpel	Jamais	Jamais	Jamais	Jamais	Jamais	Systématiquement	Parfois	Jamais	Systématiquement	Rarement	Systématiquement
fosétyl-aluminium	Jamais	Souvent	Jamais	Jamais	Jamais	Systématiquement	Parfois	Jamais	Systématiquement	Jamais	Systématiquement
glyphosate	Parfois	Jamais	Parfois	Jamais	Parfois	Systématiquement	Rarement	Jamais	Jamais	Souvent	Jamais
métrafénone	Jamais	Jamais	Jamais	Parfois	Jamais	Systématiquement	Rarement	Systématiquement	Parfois	Jamais	Systématiquement
pyriméthanil	Jamais	Jamais	Parfois	Jamais	Systématiquement	Jamais	Souvent	Jamais	Systématiquement	Jamais	Souvent
tébuconazole	Systématiquement	Jamais	Jamais	Jamais	Systématiquement	Systématiquement	Parfois	Jamais	Systématiquement	Jamais	Souvent

Légende :

Texte = fréquence de présence de la variable dans le modèle	Couleur = effet sur la concentration	Gras = variable systématiquement /souvent significative
Systématiquement	Augmentation	
Souvent	Diminution	
Parfois	Variable	
Rarement	Pas possible de conclure	
Jamais		

**Tableau 63 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination des poussières collectées en zones viticoles en période de traitement – Synthèse générale des résultats pour les variables explicatives d'intérêt (hors indicateurs spatialisés) (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Facteurs	Sélection de la variable dans les modèles testés avec la distance, les indicateurs spatialisés de niveaux 1, 2 et 3 et les quantités annuelles (nombre de substances/17)					Variable souvent ou systématiquement significative (nombre de substances)
	Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Systématiquement	
Déchaussage	4				13	12/13
Nettoyage aspirateur/serpillère au moins une fois par semaine	1			16*		10/16
Temps passé par le participant à l'intérieur (h)	8			9		5/9
Foyers avec enfants	12			5		2/5
Au moins un animal allant à l'extérieur	12			5**		2/5
Durée aération (h)	4			13***		10/13
Présence de tapis/moquettes	10			7		0/7
Isolation ancienne du logement	12		5			2/5
Présence d'une ventilation (mécanique ou naturelle)	10			7		4/7
Séchage du linge à l'extérieur	4			13		2/13
Nettoyage balai au moins une fois par semaine ou moins	9			8		3/8

\*Augmentation pour le pyriméthanil, évolution variable pour azoxystrobine, fosétyl-aluminium et cyprodinil

\*\* Augmentation pour la métrafénone

\*\*\* Diminution pour le pyriméthanil

<b>Couleur = effet sur la concentration</b>
Augmentation
Diminution
Variable

## 8 COMPARAISON DES NIVEAUX DE CONTAMINATION DES POUSSIÈRES EN ZONES VITICOLES EN PERIODE DE TRAITEMENT ET EN PERIODE HORS TRAITEMENT

L'objectif est de comparer la contamination des poussières chez les foyers de zones viticoles en période de traitement et en période hors traitement.

### 8.1 Analyses descriptives

Une analyse descriptive est d'abord réalisée pour comparer les contaminations des poussières chez les foyers de zones viticoles en période de traitement (N=40 712) et en période hors traitement (N=22 102).

#### 8.1.1 Comparaison des FD, FQ, P50 et P95

La comparaison des fréquences de détection et de quantification et des P50 et P95 des concentrations des substances dans les poussières collectées en zones viticoles en période de traitement et en période hors traitement est détaillée respectivement en Annexe 61 et Annexe 62.

En conclusion, la description montre que les PPP sont dans la majorité des cas autant ou plus détectés en période de traitement, avec des concentrations le plus souvent supérieures, surtout pour le fosétyl-aluminium, le folpel, la cyperméthrine et le glyphosate.

#### 8.1.2 Caractérisation de l'effet de la période

L'effet de la période principale de traitement des vignes sur les niveaux de contamination des poussières en zones viticoles a été caractérisé à partir des analyses descriptives en tenant compte des 3 paramètres suivants :

- ratio P95 (sans dimension) = P95 (période de traitement) / P95 (période hors traitement) ;
- différence P95 (exprimée en ng/g) = P95 (période de traitement) - P95 (période hors traitement) ;
- différence FQ (exprimée en points de pourcentages) = FQ (période de traitement) - FQ (période hors traitement).

Ces 3 paramètres sont complémentaires et permettent de tenir compte à la fois du niveau de quantification des substances (via la différence de FQ) et des niveaux de contamination (via le ratio P95 et la différence de P95). Ils permettent, pour des substances ubiquitaires, de caractériser l'effet par la différence de niveau de contamination. À noter que l'utilisation du P95 (et non de la médiane) permet, le cas échéant, de s'affranchir d'un éventuel bruit de fond. La caractérisation s'appuie donc sur les concentrations les plus élevées, tout en excluant les valeurs extrêmes.

Les critères retenus pour caractériser la plausibilité et la force de l'effet de la période principale de traitement des vignes sont détaillés dans le Tableau 64. Les seuils proposés permettent de discriminer les substances et de définir plusieurs grandes catégories. Une analyse de sensibilité a par exemple été réalisée pour s'assurer de la pertinence du seuil retenu pour le ratio du P95 (non illustré).

L'analyse est réalisée pour les 46 substances quantifiées au moins une fois en zones viticoles en période de traitement ou en période hors traitement (acrinathrine et amisulbrom non considérées). Le Tableau 65 synthétise la caractérisation de l'effet de la période principale de traitement des vignes pour chaque substance à partir des analyses descriptives.

**Tableau 64 : Comparaison de la contamination des poussières en zones viticoles selon la période : période de traitement ou période hors traitement – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet de la période à partir des analyses descriptives (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

<b>Plausibilité de l'effet</b>	Très probable	{Ratio P95 $\geq$ 2,5 ET Différence P95 $>$ 0 ET Différence FQ $\geq$ 0} OU {Ratio P95 $\leq$ 0,4 ET Différence P95 $<$ 0 ET Différence FQ $\leq$ 0}
	Probable	{1 $<$ Ratio P95 $<$ 2,5 ET Différence P95 $>$ 0 ET Différence FQ $\geq$ 0} OU {0,4 $<$ Ratio P95 $<$ 1 ET Différence P95 $<$ 0 ET Différence FQ $\leq$ 0}
	Non démontré	/
<b>Force de l'effet</b>	Très fort	1 000 ng/g $\leq$  Différence P95
	Fort	100 ng/g $\leq$  Différence P95  $<$ 1 000 ng/g
	Modéré**	10 ng/g $\leq$  Différence P95  $<$ 100 ng/g
	Faible	0 ng/g $<$  Différence P95  $<$ 10 ng/g

Ratio P95 = P95 (période de traitement) / P95 (période hors traitement)

Différence P95 = P95 (période de traitement) - P95 (période hors traitement) en ng/g

Différence FQ = FQ (période de traitement) - FQ (période hors traitement) en points de pourcentages (p%)

En conclusion, d'après les analyses descriptives des 46 substances quantifiées au moins une fois en zones viticoles en période de traitement ou en période hors traitement :

✓ **27 substances présentent des 95<sup>ème</sup> centiles plus élevés en période de traitement principale des vignes, avec un effet période :**

- **très probable** et :
  - **très fort** pour 4 substances : glyphosate, fosétyl-aluminium, cyperméthrine, folpel ;
  - **fort** pour 5 substances : fluopicolide, flumioxazine, amétoctradine, azoxystrobine, deltaméthrine ;
  - **modéré** pour 8 substances : trifloxystrobine, cyazofamide, fluopyrame, fenhexamide, spiroxamine, tau-fluvalinate, étofenprox, difénoconazole ;
  - **faible** pour 1 substance : oryzalin.
- **probable** et :
  - **fort** pour 1 substance : diméthomorphe ;
  - **modéré** pour 4 substances : métrafénone, fluxapyroxade, boscalid, lambda-cyhalothrine ;
  - **faible** pour 4 substances : métalaxyl, cymoxanil, pyraclostrobine, iprovalicarbe.

✓ **8 substances présentent des 95<sup>ème</sup> centiles plus faibles en période de traitement principale des vignes, avec un effet période :**

- **probable** et :
  - **très fort** pour 2 substances : cuivre, cuivre acido-soluble ;
  - **faible** pour 6 substances : propyzamide, pendiméthaline, carbétamide, triadiménol, thiaméthoxame, krésoxim-méthyl.

✓ **il ne ressort pas d'effet de la période pour 11 substances** (en lien avec une impossibilité de conclure à partir des critères retenus).

**Tableau 65 : Comparaison de la contamination des poussières en zones viticoles selon la période : traitement ou hors traitement – Plausibilité et force de l'effet de la période à partir des analyses descriptives (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

			Force de l'effet	Critères			Nombre de substances concernées	Liste substances
				Ratio P95*	Différence P95** (ng/g)	Différence FQ*** (p%)		
Plausibilité de l'effet de la période principale de traitement des vignes	Effet d'augmentation des concentrations	Très probable	Très fort	≥ 2,5	≥ 1 000 ng/g	≥ 0	4	glyphosate****
								fosétyl-aluminium
								cyperméthrine
								folpel
			Fort	≥ 2,5	Entre 100 et 1 000 ng/g	≥ 0	5	fluopicolide
								flumioxazine
								amétoctradine
								azoxystrobine
		Probable	Modéré	≥ 2,5	Entre 10 et 100 ng/g	≥ 0	8	deltaméthrine
								trifloxystrobine
								cyazofamide
								fluopyrame
			Faible	≥ 2,5	Entre 0 et 10 ng/g	≥ 0	1	fenhexamide
								spiroxamine
								tau-fluvalinate
								étofenprox
			Fort	Entre 1 et 2,5	Entre 100 et 1 000 ng/g	≥ 0	1	difénoconazole****
								oryzalin
								diméthomorphe****
								métrafénone
			Modéré	Entre 1 et 2,5	Entre 10 et 100 ng/g	≥ 0	4	fluxapyroxade
								boscalid****
								lambda-cyhalothrine
								métalaxyl
			Faible	Entre 1 et 2,5	Entre 0 et 10 ng/g	≥ 0	4	cymoxanil
								pyraclostrobine
								iprovalicarbe

			Force de l'effet	Critères			Nombre de substances concernées	Liste substances		
				Ratio P95*	Différence P95** (ng/g)	Différence FQ*** (p%)				
Plausibilité de l'effet de la période principale de traitement des vignes	Effet de diminution des concentrations	Probable	Très fort	Entre 0,4 et 1	≤ -1 000 ng/g	≤ 0	2	cuivre cuivre acido-soluble		
			Faible	Entre 0,4 et 1	Entre -10 et 0 ng/g	≤ 0	6	propyzamide pendiméthaline carbétamide triadiménol thiaméthoxame krésoxim-méthyl		
	Non démontré			> 1	≥ 0	≤ 0	11	pyriméthanil cyfluthrine chlorantraniliprole myclobutanil cyprodinil tébuconazole mépanipyrime esfenvalérate napropamide quinoxifène chlorpyriphos-méthyl		
				< 1	≤ 0	≥ 0				
				Non disponible	Non disponible	/				

\* Ratio P95 = P95 (période de traitement) / P95 (période hors traitement)

\*\* Différence P95 = P95 (période de traitement) - P95 (période hors traitement)

\*\*\* Différence FQ = FQ (période de traitement) - FQ (période hors traitement) en points de pourcentages

\*\*\*\* Substances quasi-systématiquement quantifiées, avec -1 ≤ Différence FQ < 0

**Substance** : pas d'utilisations autorisées pendant la période de traitement



Une analyse de sensibilité réalisant ce travail de caractérisation de l'effet de la période à partir des données non pondérées est disponible en Annexe 63. En conclusion, cette analyse confirme les plus fortes concentrations observées pour les 27 substances lorsque la pondération est prise en compte. Elle confirme également les plus faibles concentrations pour 5 des 8 substances (cuivre, cuivre acido-soluble, propyzamide, pendiméthaline, triadiménol).

## 8.2 Comparaison graphique des distributions et tests de comparaison des moyennes

### Avertissement

Ce travail est réalisé sur les données appariées pondérées, c'est-à-dire sur les données de contamination des poussières associées aux foyers qui ont participé aux deux périodes (N=168) après application des poids de sondage (N=22 102) (cf. Annexe 12 du Tome 0).

### Résultats

La comparaison graphique des distributions des concentrations en zones viticoles en période de traitement et en période hors traitement est disponible par substance en Annexe 64 pour les 23 substances quantifiées à plus de 15 % en période hors traitement. Il en ressort 4 catégories de substances, chacune étant illustrée par un exemple :

- **les différences de distribution sont particulièrement marquées avec des concentrations plus importantes en période de traitement** pour la métrafénone, le fosétyl-aluminium (cf. Figure 64), le fluopicolide, le fluopyrame, le cyazofamide et le fluxapyroxade. C'est aussi le cas pour le difénoconazole, le diméthomorphe, l'azoxystrobine et l'amétoctradine, malgré une quantification quasiment systématique quelle que soit la période ;
- **les différences de distribution sont plus modérées avec globalement des concentrations légèrement plus importantes en période de traitement** pour le boscalid, le glyphosate (cf. Figure 65), le cymoxanil et le cyprodinil ;
- **les distributions sont globalement similaires quelle que soit la période** pour le cuivre (cf. Figure 66), le cuivre acido-soluble, le tébuconazole, la cyperméthrine, le myclobutanil et le krésoxym-méthyl ;
- **il est difficile de conclure à partir de la comparaison graphique** pour le pyriméthanil, la deltaméthrine et la cyfluthrine.

Les résultats des tests de Student (test de comparaison des moyennes à partir des données log-transformées) sont détaillés sur les figures de l'Annexe 64 et sont synthétisés dans le Tableau 66.

**En conclusion, parmi les 23 substances quantifiées à plus de 15 %, les moyennes entre la période de traitement et la période hors traitement sont significativement différentes pour toutes les substances sauf le cuivre, le cuivre acido-soluble, le tébuconazole, le myclobutanil, le cymoxanil, le cyprodinil, le krésoxym-méthyl et la cyfluthrine. Ces résultats sont globalement cohérents avec les observations graphiques.**

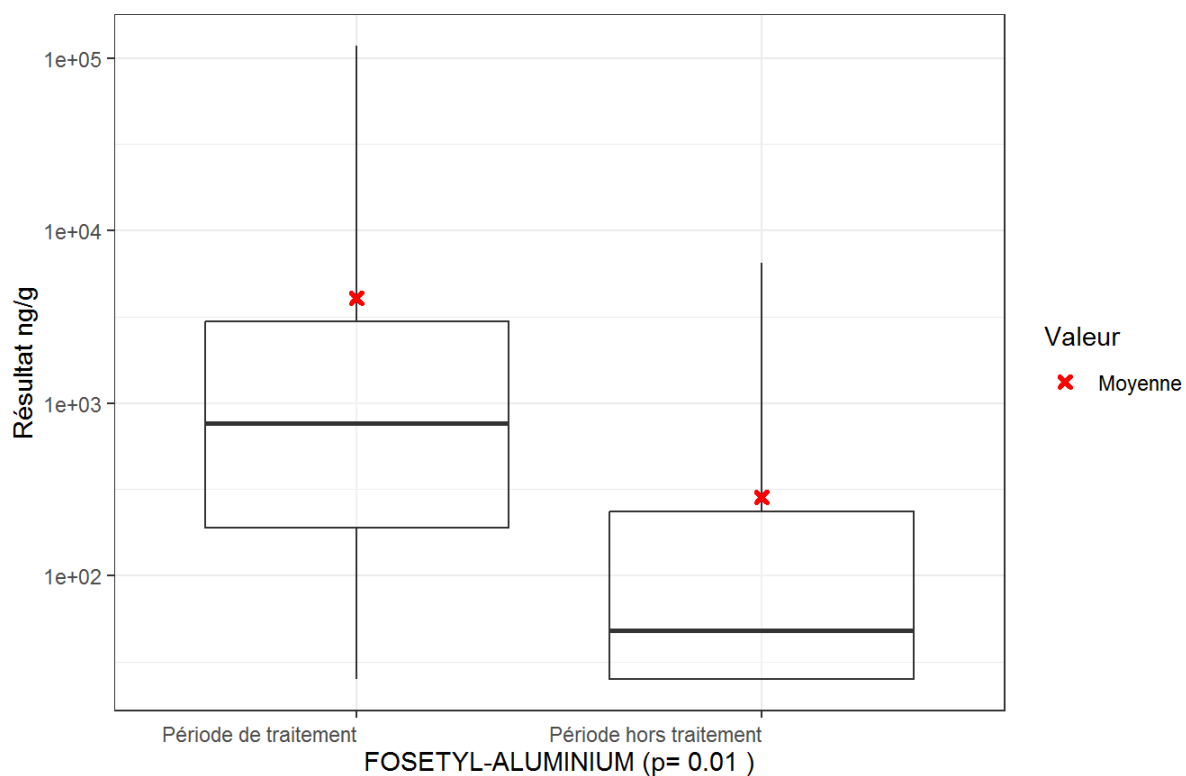
**Tableau 66 : Comparaison de la contamination des poussières en zones viticoles selon la période : période de traitement ou période hors traitement – Résultats des tests de Student (tests de comparaison des concentrations moyennes) (résultats sur données appariées pondérées). PestiRiv, France, 2021-2022.**

<b>Substance</b>	<b>p-value*</b>
cuivre	0,7
difénoconazole	<b>0,002</b>
diméthomorphe	<b>p&lt;0,001</b>
cuivre acido-soluble	0,3
azoxystrobine	<b>p&lt;0,001</b>
amétoctradine	<b>0,002</b>
boscalid	<b>0,01</b>
glyphosate	<b>0,015</b>
tébuconazole	0,4
cyperméthrine	<b>0,04</b>
métrafénone	<b>0,007</b>
fosétyl-aluminium	<b>0,009</b>
pyriméthanil	<b>0,003</b>
fluopicolide	<b>0,015</b>
fluopyrame	<b>0,013</b>
cyazofamide	<b>0,007</b>
cymoxanil	0,13
cyprodinil	0,16
fluxapyroxade	<b>0,003</b>
myclobutanil	0,91
krésoxim-méthyl	0,07
deltaméthrine	<b>p&lt;0,001</b>
cyfluthrine	0,59

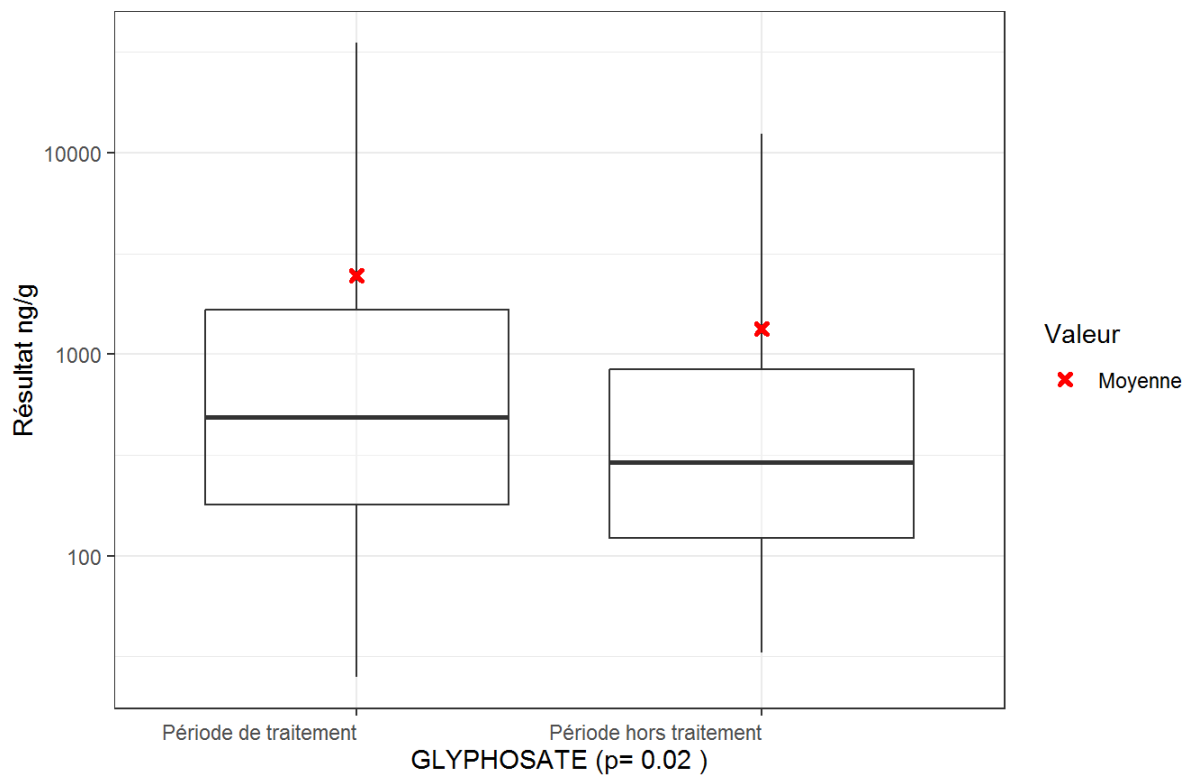
Légende :

\*p-value test de Student (test de comparaison des concentrations moyennes entre la période de traitement et la période hors traitement sur données appariées pondérées)

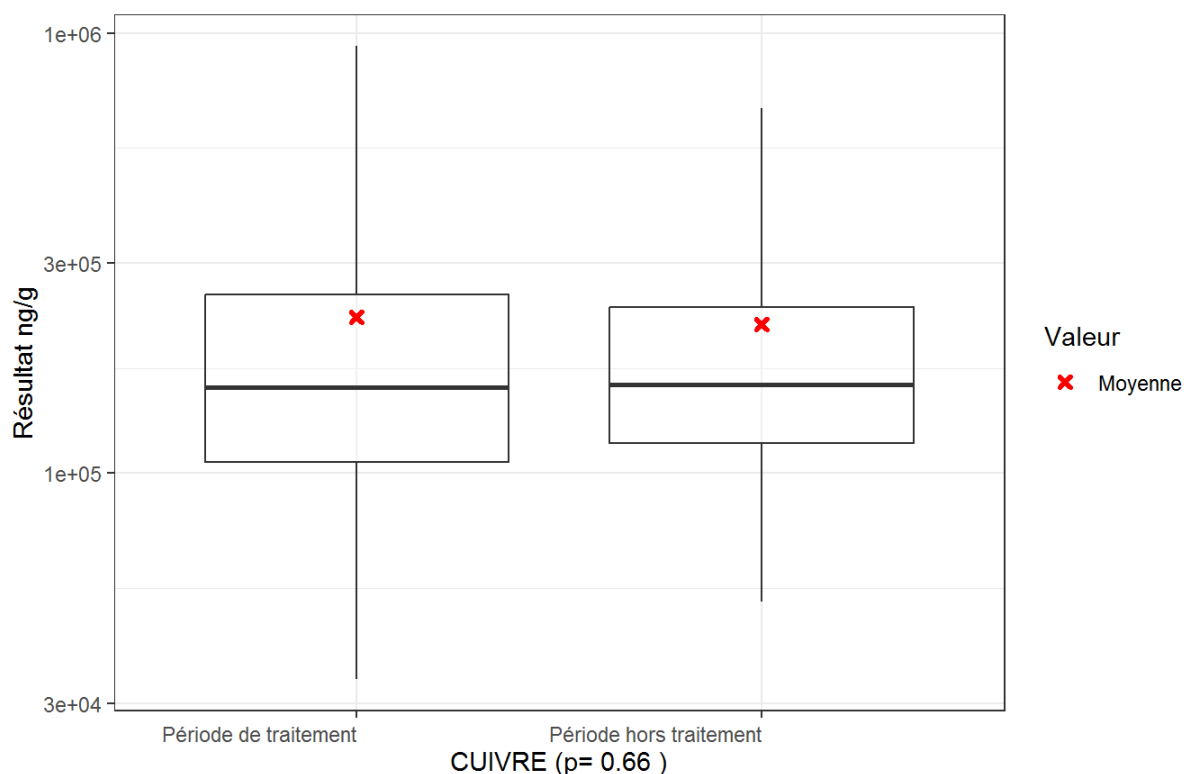
**En gras :** p-value significative < 0,05



**Figure 64 : Comparaison des concentrations (ng/g) en fosétyl-aluminium dans les poussières en zones viticoles selon la période : période de traitement ou période hors traitement (résultats appariés pondérés ; N=22 055). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 65 : Comparaison des concentrations (ng/g) en glyphosate dans les poussières en zones viticoles selon la période : période de traitement ou période hors traitement (résultats appariés pondérés ; N=22 055). PestiRiv, France, 2021-2022.**



**Figure 66 : Comparaison des concentrations (ng/g) en cuivre dans les poussières en zones viticoles selon la période : période de traitement ou période hors traitement (résultats appariés pondérés ; N=21 708). PestiRiv, France, 2021-2022.**

## 8.3 Modèle mixte

Un **modèle mixte** a ensuite été testé pour comparer les niveaux de contamination dans les poussières en zones viticoles en période de traitement et en période hors traitement. Ce modèle a été utilisé afin de tenir compte des données appariées et permettre ainsi la comparaison des niveaux de contamination des foyers qui ont participé aux deux périodes. Dans ce cas, les données ne sont pas indépendantes car les mesures de concentrations sont répétées aux deux périodes.

Comme l'objectif est de comparer les moyennes entre les deux périodes, un effet fixe sur la période est introduit. Un effet aléatoire sur le foyer est également introduit afin d'avoir des estimations différentes des ordonnées à l'origine pour chaque foyer. Le modèle construit est donc un modèle mixte à intercept aléatoire.

### 8.3.1 Substances candidates au modèle

Les 14 substances avec des fréquences de quantification supérieures à 40 % en période de traitement et en période hors traitement sont testées : cuivre, difénoconazole, diméthomorphe, cuivre acido-soluble, azoxystrobine, amétoctradine, boscalid, glyphosate, tébuconazole, cyperméthrine, métrafénone, fosétyl-aluminium, pyriméthanil, fluopicolide.

### 8.3.2 Variables candidates au modèle

Le modèle mixte est réalisé avec :

- la concentration des substances dans les échantillons de poussières comme variable dépendante à expliquer<sup>26</sup> ;
- la période comme variable explicative d'intérêt ;
- les variables d'ajustement retenues (variables susceptibles d'évoluer entre les deux périodes :
  - o pendant la durée d'enquête : utilisation de pesticides au domicile, utilisation professionnelle de pesticides, temps total passé par le participant à l'intérieur et durée d'aération ;
  - o au cours des 3 derniers mois : déchaussage, séchage du linge à l'extérieur.

### 8.3.3 Stratégie retenue pour le modèle

La stratégie retenue est la suivante :

- **étape 1** : introduction dans le modèle de toutes les variables candidates ;
- **étape 2** : sélection des variables en supprimant les variables colinéaires (seuil du facteur d'inflation de la variance (VIF) à 10) ;
- **étape 3** : procédure de sélection pas-à-pas descendante selon le critère d'information d'Akaike (AIC) pour aboutir au modèle final avec la meilleure qualité d'ajustement.

À noter que la période, introduite en tant que variable explicative d'intérêt, est forcée à toutes les étapes.

Les résultats des modèles présentés dans le rapport tiennent compte de l'application des poids de sondage<sup>27</sup>.

### 8.3.4 Conditions d'application des modèles

L'utilisation de modèles mixtes implique de respecter les conditions d'application suivantes :

- absence de multicolinéarité entre les variables d'ajustement, vérifiée avec le facteur d'inflation de la variance (VIF) ;
- concernant les résidus du modèle, test de normalité, test d'égalité des variances et test d'indépendance ;
- concernant les résidus des effets aléatoires, test de normalité.

Les conditions d'application étaient satisfaisantes pour l'ensemble des modèles.

### 8.3.5 Résultats

L'Annexe 65 présente les résultats détaillés des modèles obtenus pour chaque substance avant et après prise en compte de la pondération ainsi que la liste des variables d'ajustement retenues dans chaque modèle final.

La Figure 67 présente les résultats sous forme de forest-plot des modèles obtenus avec pondération pour l'ensemble des substances. La modalité de référence est la « période hors traitement ».

<sup>26</sup> Pour rappel, le scénario de gestion des données censurées à gauche utilisé est détaillé au paragraphe 2.4.3.

<sup>27</sup> Lors de la mise en œuvre, le package SURVEY sous R ne permettait pas de faire des modèles mixtes avec pondération. C'est pourquoi les modèles sont réalisés sans application des poids de sondage. Les coefficients de régression et les intervalles de confiance à 95 % des effets fixes sont ensuite calculés en tenant compte du plan de sondage, grâce à la fonction *withReplicates()* disponible dans le package SURVEY sous R.

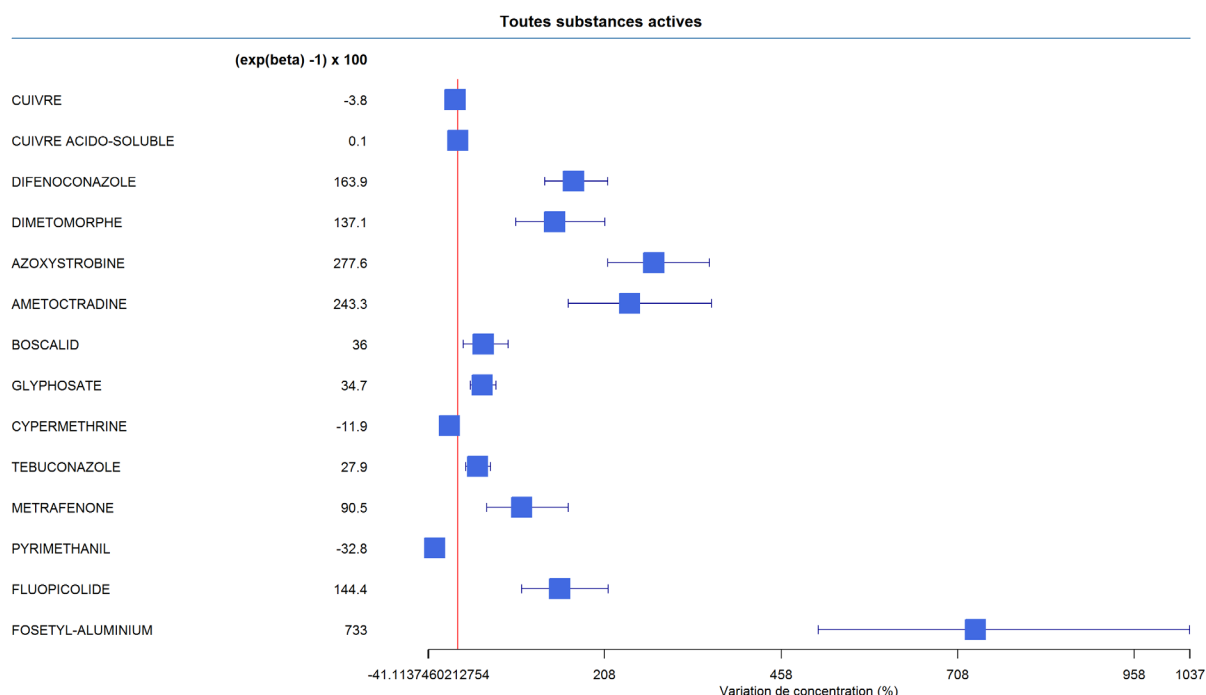
### Clés générales de lecture d'un forest-plot :

Les clés générales de lecture d'un forest-plot sont disponibles en 6.2.5.

### Exemple de lecture du forest-plot pour le difénoconazole :

Pour ce modèle, la modalité de référence est la « période hors traitement ».

La différence de concentrations en difénoconazole dans les poussières entre la période de traitement et la modalité de référence « période hors traitement » est de +164 %. L'intervalle de confiance ne croise pas la ligne verticale rouge : cette différence est significative.



**Figure 67 : Modèle mixte de la contamination des échantillons de poussières en zones viticoles selon la période : période de traitement ou période hors traitement – Résultats pour l'ensemble des substances (résultats appariés pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022.**

Il est possible de conclure, pour chaque substance, sur l'effet de la période de traitement par rapport à la période hors traitement sur les niveaux de contamination des poussières en zones viticoles. Les critères retenus pour définir cet effet sont détaillés dans le Tableau 67. Dans ce cas particulier (un seul résultat), la significativité est considérée pour caractériser la plausibilité de l'effet et permettre de discriminer les substances. Le Tableau 68 synthétise, pour chaque substance, l'effet de la période de traitement des vignes sur les concentrations des poussières en période de traitement.

**Tableau 67 : Modèle mixte de comparaison de la contamination des échantillons de poussières en zones viticoles selon la période : période de traitement ou période hors traitement – Critères retenus pour définir la plausibilité et la force de l'effet de la période. PestiRiv, France, 2021-2022.**

<b>Plausibilité de l'effet*</b>	Très probable	Valeur-p significative
	Non démontré	Valeur-p non significative
<b>Force de l'effet*</b>	Fort	$250 \% \leq  \text{Effet maximal sur la concentration} $
	Modéré	$100 \% \leq  \text{Effet maximal sur la concentration}  < 250 \%$
	Faible	$ \text{Effet maximal sur la concentration}  < 100 \%$

\* Effet de la période principale de traitement des vignes sur les concentrations des poussières en période de traitement.

**Tableau 68 : Modèle mixte de comparaison de la contamination des échantillons de poussières en zones viticoles selon la période : période de traitement ou période hors traitement – Plausibilité et force de l'effet de la période. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Effet de la période principale de traitement des vignes sur la concentration dans les poussières		Nombre de substances	Liste substances
Plausibilité	Force		
Effet d'augmentation des concentrations très probable	Fort	2	azoxystrobine
			fosétyl-aluminium
	Modéré	4	difénoconazole
			diméthomorphe
			amétoctadine
			fluopicolide
	Faible	4	métrafénone
			boscalid
			glyphosate
			tébuconazole
Effet de diminution des concentrations très probable	Faible	2	pyriméthanil
			cyperméthrine
Effet période non démontré		2	cuivre
			cuivre acido-soluble

En conclusion, parmi les 14 substances analysées dans les modèles statistiques, **la période de traitement** :

✓ **est associée à des concentrations plus élevées pour 10 substances, avec un effet période :**

- **très probable** et :

- **fort** pour 2 substances : azoxystrobine, fosétyl-aluminium ;
- **modéré** pour 4 substances : difénoconazole, diméthomorphe, amétoctradine, fluopicolide ;
- **faible** pour 4 substances : métrafanone, boscalid, glyphosate, tébuconazole.

✓ **est associée à des concentrations plus faibles pour 2 substances, avec un effet période :**

- **très probable** et :

- **faible** pour 2 substances : pyriméthanil et cyperméthrine.

✓ **n'a pas d'effet démontré** pour 2 substances : cuivre et cuivre acido-soluble.

À noter que la convergence des résultats obtenus *via* les analyses descriptives et *via* les modélisations statistiques est discutée en 9.2.4.



## 9 DISCUSSION

### 9.1 Ce que le protocole a permis de faire

À de multiples égards, cette campagne de mesures dans les poussières revêt un caractère exceptionnel. En effet, elle a permis :

- la recherche de 48 substances parmi 58 substances prioritaires en zones viticoles (cf. Figure 1) ;
- la collecte en période de traitement en simultané de 449 échantillons chez des foyers en zones viticoles et de 113 échantillons chez des foyers en zones non viticoles et la collecte en période hors traitement de 228 échantillons chez des foyers en zones viticoles ;
- la mise en œuvre d'un protocole harmonisé à l'échelle de l'ensemble des zones étudiées, pour la gestion des prélèvements et des échantillons et la validation des données d'analyse ;
- la gestion de l'ensemble des échantillons par un seul laboratoire.

Au global, cette campagne de mesures a permis de collecter environ **36 000 données de contamination dans les poussières entre octobre 2021 et septembre 2022** sur une sélection de **foyers localisés en zones viticoles et en zones non viticoles éloignées de toutes cultures**.

### 9.2 Résultats principaux

***Préambule :** Les conclusions reposent en priorité sur les modélisations statistiques plus robustes lorsqu'elles sont possibles (prise en compte de facteurs d'ajustement), et de façon complémentaire sur les analyses descriptives.*

#### 9.2.1 Contamination des poussières

Le Tableau 69 synthétise les résultats détaillés à la partie 5 qui décrivent la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement et en période hors traitement et en zones non viticoles en période de traitement.

- En zones viticoles sur toute la période de traitement (du 14/03/2022 au 06/09/2022)

449 échantillons de poussières ont été collectés représentant grâce aux poids de sondage une population de 40 712 foyers.

Sur 48 substances analysées, 47 sont détectées (l'amisulbrom n'est jamais détecté) et 46 quantifiées :

- 25 substances ont une fréquence de détection supérieure à 40 %, dont 5 à 100 % : amétoctadine, azoxystrobine, cuivre, cuivre acido-soluble et difénoconazole.
- 17 ont une fréquence de quantification supérieure à 40 %, dont 6 à quasiment 100 % : cuivre, cuivre acido-soluble, azoxystrobine, difénoconazole, diméthomorphe et amétoctadine.

Les médianes des concentrations des 23 substances avec une FD  $\geq 50$  % sont comprises entre 0,5 ng/g et 810 ng/g (hors cuivre à 170  $\mu\text{g/g}$  et cuivre acido-soluble à 97  $\mu\text{g/g}$ ).

Les 95<sup>ème</sup> centiles des concentrations des 40 substances avec une FD  $\geq 5$  % sont compris entre 0,7 ng/g et 16,5  $\mu\text{g/g}$  (hors cuivre à 428  $\mu\text{g/g}$  et cuivre acido-soluble à 239  $\mu\text{g/g}$ ). Ils sont

supérieurs à 1 µg/g pour 6 substances (cuivre, cuivre acido-soluble, glyphosate, cyperméthrine, fosétyl-aluminium, folpel).

Le cuivre, le cuivre acido-soluble, le glyphosate, la cyperméthrine et le fosétyl-aluminium sont les substances présentant les concentrations les plus élevées (P50 et P95).

- En zones non viticoles sur toute la période de traitement (du 14/03/2022 au 20/09/2022)

113 échantillons de poussières ont été collectés représentant grâce aux poids de sondage une population de 9 982 foyers.

Sur 48 substances analysées, 44 sont détectées (acrinathrine, amisulbrom, chlorpyrifos-méthyl et quinoxifène ne sont jamais détectés) et 41 quantifiées :

- 19 substances ont une fréquence de détection supérieure à 40 %, dont 4 à 100 % : azoxystrobine, cuivre, cuivre acido-soluble et difénoconazole ;
- 10 ont une fréquence de quantification supérieure à 40 %, dont 2 à 100 % : cuivre et cuivre acido-soluble.

Les médianes des concentrations des 18 substances avec une FD ≥ 50 % sont comprises entre 0,6 ng/g et 202 ng/g (hors cuivre à 155 µg/g et cuivre acido-soluble à 83 µg/g).

Les 95<sup>ème</sup> centiles des concentrations des 36 substances avec une FD ≥ 5 % sont compris entre 0,6 ng/g et 9,0 µg/g (hors cuivre à 461 µg/g et cuivre acido-soluble à 251 µg/g). Ils sont supérieurs à 1 µg/g pour 6 substances (cuivre, cuivre acido-soluble, glyphosate, cyperméthrine, fosétyl-aluminium, lambda-cyhalothrine).

Le cuivre, le cuivre acido-soluble, le glyphosate et la cyperméthrine présentent les concentrations les plus élevées (P50 et P95).

- En zones viticoles sur toute la période hors traitement (du 30/10/2021 au 28/02/2022)

228 échantillons de poussières ont été collectés représentant grâce aux poids de sondage une population de 22 102 foyers.

Sur 48 substances analysées, 46 sont détectées et quantifiées (amisulbrom et acrinathrine ne sont jamais détectés) :

- 21 ont une fréquence de détection supérieure à 40 %, dont 6 à 100 % : azoxystrobine, cuivre, cuivre acido-soluble, difénoconazole, diméthomorphe, glyphosate ;
- 15 ont une fréquence de quantification supérieure à 40 %, dont 4 à 100 % : cuivre, cuivre acido-soluble, difénoconazole et diméthomorphe.

Les médianes des concentrations des 17 substances avec une FD ≥ 50 % sont comprises entre 0,2 ng/g et 345 ng/g.

Les 95<sup>ème</sup> centiles des concentrations des 38 substances avec une FD ≥ 5 % sont compris entre 1,1 ng/g et 5,9 µg/g (hors cuivre à 497 µg/g et cuivre acido-soluble à 336 µg/g). Ils sont supérieurs à 1 µg/g pour 5 substances (cuivre, cuivre acido-soluble, glyphosate, cyperméthrine, fosétyl-aluminium).

Le cuivre, le cuivre acido-soluble et le glyphosate présentent les concentrations les plus élevées (P50 et P95).

**Tableau 69 : Contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement et en période hors traitement et en zones non viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.**

	Zones viticoles en période de traitement	Zones non viticoles en période de traitement	Zones viticoles en période hors traitement
Nombre d'échantillons collectés	449	113	228
Nombre de foyers représentés	40 712	9 982	22 102
Période de mesure	14/03/2022 au 06/09/2022	14/03/2022 au 20/09/2022	30/10/2021 au 28/02/2022
FD > 0 %	47 substances	44 substances	46 substances
FQ > 0 %	46 substances	41 substances	46 substances
FD > 40 %	25 substances	19 substances	21 substances
FQ > 40 %	17 substances	10 substances	15 substances
P95 > 1 µg/g	cuiivre, cuiivre acido-soluble, glyphosate, cyperméthrine, fosétyl-aluminium, folpel	cuiivre, cuiivre acido-soluble, glyphosate, cyperméthrine, fosétyl-aluminium, lambda-cyhalothrine	cuiivre, cuiivre acido-soluble, glyphosate, cyperméthrine, fosétyl-aluminium

FD = fréquence de détection

FQ = fréquence de quantification

P95 = 95<sup>ème</sup> centile des concentrations

### 9.2.2 Comparaison de la contamination des poussières en période de traitement selon la zone (viticole ou non)

La comparaison de la contamination des poussières en période de traitement en zones viticoles et en zones non viticoles est détaillée en partie 6 et est synthétisée dans le Tableau 70.

D'après les modélisations statistiques (17 substances testées), **l'environnement viticole** :

✓ **est associé à des concentrations plus élevées pour 15 substances, avec un effet :**

- **très probable** et :
  - **fort** pour 12 substances : difénoconazole, diméthomorphe, amétoctradine, métrafénone, fosétyl-aluminium, fluopicolide, fluopyrame, cyazofamide, tébuconazole, pyriméthanil, cyprodinil, glyphosate. Pour la majorité de ces substances, la différence de concentration augmente avec la pression viticole qui augmente ;
  - **modéré** pour 2 substances : boscalid, et cuiivre acido-soluble. Pour le boscalid, la différence de concentration augmente avec la pression viticole qui augmente.
- **probable** et :
  - **faible** pour 1 substance : cuiivre. À noter que cette substance est ubiquitaire (notamment naturellement présente dans les sols), a des usages biocides, médicaments vétérinaires et domestiques autorisés : cela pourrait en partie expliquer la difficulté à mettre en évidence un effet plus marqué de la zone viticole.

✓ **n'a pas d'effet démontré pour 2 substances** : cyperméthrine et azoxystrobine. La cyperméthrine a des usages autorisés comme biocides et médicaments vétérinaires tandis que l'azoxystrobine cumule une faible utilisation sur vignes et des usages biocides autorisés,

ce qui pourrait en partie expliquer la difficulté à mettre en évidence de façon certaine un effet de la zone viticole.

En complément, d'après les analyses descriptives des 46 substances quantifiées au moins une fois en période de traitement en zones viticoles ou en zones non viticoles :

✓ **24 substances présentent des 95<sup>ème</sup> centiles plus élevés en zones viticoles, avec un effet zone :**

- **très probable** et :
  - **très fort** pour 3 substances : fosétyl-aluminium, cyperméthrine, folpel ;
  - **fort** pour 5 substances : fluopicolide, métrafénone, flumioxazine, diméthomorphe, amétoctradine ;
  - **modéré** pour 8 substances : trifloxystrobine, cyazofamide, fluxapyroxade, cymoxanil, pyriméthanil, iprovalicarbe, spiromamine, tau-fluvalinate ;
  - **faible** pour 2 substances : chloranthraniliprole, oryzalin.
- **probable** et :
  - **très fort** pour 1 substance : glyphosate ;
  - **modéré** pour 1 substance : boscalid ;
  - **faible** pour 4 substances : krésoxym-méthyl, pyraclostrobine, pendiméthaline, propyzamide.

✓ **6 substances présentent des 95<sup>ème</sup> centiles plus faibles en zones viticoles, avec un effet zone :**

- **très probable** et :
  - **très fort** pour 1 substance : lambda-cyhalothrine ;
  - **fort** pour 1 substance : thiaméthoxame.
- **probable** et :
  - **très fort** pour 2 substances : cuivre et cuivre acido-soluble ;
  - **fort** pour 1 substance : deltaméthrine ;
  - **faible** pour 1 substance : étofenprox.

✓ **il ne ressort pas d'effet de la zone pour 16 substances** (en lien avec une impossibilité de conclure à partir des critères retenus).

À noter que les résultats des modélisations statistiques et des analyses descriptives sont cohérents pour l'ensemble des substances, sauf pour le cuivre et le cuivre acido-soluble (le cuivre est une substance omniprésente dans l'environnement).

### 9.2.3 Identification des facteurs associés aux contaminations des poussières en zones viticoles en période de traitement

L'identification des facteurs associés aux contaminations des poussières en zones viticoles en période de traitement est détaillée en partie 7.

D'après les modélisations statistiques :

- **les différents facteurs testés en lien avec la présence de vignes entraînent au global une augmentation des concentrations pour la majorité des substances. Les quantités de substance probablement utilisées semblent être les facteurs explicatifs les plus pertinents ;**
- se déchausser, nettoyer son logement avec une serpillère ou un aspirateur, passer du temps chez soi à l'intérieur ainsi que la présence d'enfants et la présence d'animaux allant à l'extérieur sont associés à une diminution de la concentration :

- se déchausser permettrait de limiter les apports de poussières extérieures potentiellement contaminées à l'intérieur du logement ;
  - passer l'aspirateur ou la serpillère au moins une fois par semaine permettrait d'évacuer régulièrement les poussières du logement et donc de limiter le phénomène d'accumulation de la contamination des poussières ;
  - le fait de passer du temps chez soi pourrait favoriser la remise en suspension plus importante de la fraction la plus fine des poussières vers l'air, ce qui aurait comme conséquence de faire diminuer les concentrations. Passer du temps chez soi pourrait aussi favoriser les apports de poussières domestiques, ce qui aurait comme conséquence une baisse de la concentration des pesticides dans les poussières, en particulier pour ceux qui proviennent exclusivement de l'extérieur ;
  - le fait d'avoir des enfants ou des animaux allant à l'extérieur ne permet pas d'expliquer directement la diminution des concentrations : les comportements associés, comme par exemple nettoyer plus régulièrement son logement, ou augmenter l'apport de poussières domestiques (cf. ci-dessus) pourraient expliquer ces résultats.
- aérer son logement, avoir des tapis/moquettes et une isolation ancienne du logement sont associés à une augmentation de la concentration ;
    - le fait d'aérer favoriserait les transferts entre le milieu extérieur (particules de l'air ou du sol, etc.) et le milieu intérieur ;
    - les tapis/moquettes sont des matériaux à très forte surface spécifique favorables à l'adsorption/rétention des molécules, et qui pourraient donc favoriser la contamination des poussières présentes entre les fibres ;
    - le fait d'avoir une isolation ancienne pourrait impliquer que l'intérieur du bâtiment est plus perméable et de ce fait plus exposé aux conditions extérieures.
  - avoir un système de ventilation, faire sécher son linge avec l'extérieur et nettoyer son logement avec un balai sont 3 facteurs pour lesquels il n'est pas possible de conclure.

#### 9.2.4 Comparaison de la contamination des poussières en zones viticoles selon la période (traitement des vignes ou hors traitement)

La comparaison de la contamination des poussières en zones viticoles en période de traitement et en période hors traitement est détaillée en partie 8 et est synthétisée dans le Tableau 70.

D'après les modélisations statistiques (14 substances testées), **la période de traitement :**

✓ **est associée à des concentrations plus élevées pour 10 substances, avec un effet période :**

- **très probable** et :
  - **fort** pour 2 substances : azoxystrobine, fosétyl-aluminium ;
  - **modéré** pour 4 substances : difénoconazole, diméthomorphe, amétoctradine, fluopicolide ;
  - **faible** pour 4 substances : métrafanone, boscalid, glyphosate, tébuconazole.

✓ **est associée à des concentrations plus faibles pour 2 substances, avec un effet période :**

- **très probable** et :
  - **faible** pour 2 substances : pyriméthanil et cyperméthrine.

✓ **n'a pas d'effet démontré** pour 2 substances : cuivre et cuivre acido-soluble.

En complément, d'après les analyses descriptives des 46 substances quantifiées au moins une fois en zones viticoles en période de traitement ou en période hors traitement :

✓ **27 substances présentent des 95<sup>ème</sup> centiles plus élevés en période de traitement principale des vignes, avec un effet période :**

- **très probable** et :
  - **très fort** pour 4 substances : glyphosate, fosétyl-aluminium, cyperméthrine, folpel ;
  - **fort** pour 5 substances : fluopicolide, flumioxazine, amétoctadine, azoxystrobine, deltaméthrine ;
  - **modéré** pour 8 substances : trifloxystrobine, cyazofamide, fluopyrame, fenhexamide, spiroxamine, tau-fluvalinate, étofenprox, difénoconazole ;
  - **faible** pour 1 substance : oryzalin.
- **probable** et :
  - **fort** pour 1 substance : diméthomorphe ;
  - **modéré** pour 4 substances : métrafénone, fluxapyroxade, boscalid, lambda-cyhalothrine ;
  - **faible** pour 4 substances : métalaxyl, cymoxanil, pyraclostrobine, iprovalicarbe.

✓ **8 substances présentent des 95<sup>ème</sup> centiles plus faibles en période de traitement principale des vignes, avec un effet période :**

- **probable** et :
  - **très fort** pour 2 substances : cuivre, cuivre acido-soluble ;
  - **faible** pour 6 substances : propyzamide, pendiméthaline, carbétamide, triadiménol, thiaméthoxame, krésoxim-méthyl.

✓ **il ne ressort pas d'effet de la période pour 11 substances** (en lien avec une impossibilité de conclure à partir des critères retenus).

À noter que les résultats des modélisations statistiques et des analyses descriptives sont cohérents pour l'ensemble des substances, sauf pour la cyperméthrine (usages biocides possibles).

**Tableau 70 : Synthèse générale de la plausibilité et de la force des effets de la zone viticole et de la période principale de traitement des vignes sur la contamination des poussières. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Liste substances	Effet de l'environnement viticole sur la contamination des poussières*		Effet de la période principale de traitement des vignes sur la contamination des poussières*	
	Effet de la zone - Analyses descriptives	Effet de l'environnement viticole - Modèles statistiques	Analyses descriptives	Modèles statistiques
fosétyl-aluminium	Très probable / Très fort	Très probable / Fort	Très probable / Très fort	Très probable / Fort
cyperméthrine	Très probable / Très fort	Non démontré	Très probable / Très fort	Très probable / Faible
folpel	Très probable / Très fort		Très probable / Très fort	
fluopicolide	Très probable / Fort	Très probable / Fort	Très probable / Fort	Très probable / Modéré
diméthomorphe	Très probable / Fort	Très probable / Fort	Probable / Fort	Très probable / Modéré
métrafénone	Très probable / Fort	Très probable / Fort	Probable / Modéré	Très probable / Faible
amétoctradine	Très probable / Fort	Très probable / Fort	Très probable / Fort	Très probable / Modéré
flumioxazine	Très probable / Fort		Très probable / Fort	
cyazofamide	Très probable / Modéré	Très probable / Fort	Très probable / Modéré	
pyriméthanil	Très probable / Modéré	Très probable / Fort	Non démontré	Très probable / Faible
trifloxystrobine	Très probable / Modéré		Très probable / Modéré	
spiroxamine	Très probable / Modéré		Très probable / Modéré	
tau-fluvalinate	Très probable / Modéré		Très probable / Modéré	
fluxapyroxade	Très probable / Modéré		Probable / Modéré	
cymoxanil	Très probable / Modéré		Probable / Faible	
iprovalicarbe	Très probable / Modéré		Probable / Faible	
chlorantraniliprole	Très probable / Faible		Non démontré	
oryzalin	Très probable / Faible		Très probable / Faible	
glyphosate	Probable / Très fort	Très probable / Fort	Très probable / Très fort	Très probable / Faible
boscalid	Probable / Modéré	Très probable / Modéré	Probable / Modéré	Très probable / Faible
pyraclostrobine	Probable / Faible		Probable / Faible	
krésoxim-méthyl	Probable / Faible		Probable / Faible	
pendiméthaline	Probable / Faible		Probable / Faible	
propyzamide	Probable / Faible		Probable / Faible	
lambda-cyhalothrine	Très probable / Très fort		Probable / Modéré	
thiaméthoxame	Très probable / Fort		Probable / Faible	
cuivre	Probable / Très fort	Probable / Faible	Probable / Très fort	Non démontré
cuivre acido-soluble	Probable / Très fort	Très probable / Modéré	Probable / Très fort	Non démontré
deltaméthrine	Probable / Fort		Très probable / Fort	
étofenprox	Probable / Faible		Très probable / Modéré	



Liste substances	Effet de l'environnement viticole sur la contamination des poussières*		Effet de la période principale de traitement des vignes sur la contamination des poussières*	
	Effet de la zone - Analyses descriptives	Effet de l'environnement viticole - Modèles statistiques	Analyses descriptives	Modèles statistiques
difénoconazole	Non démontré	Très probable / Fort	Très probable / Modéré	Très probable / Modéré
fluopyrame	Non démontré	Très probable / Fort	Très probable / Modéré	
cyprodinil	Non démontré	Très probable / Fort	Non démontré	
tébuconazole	Non démontré	Très probable / Fort	Non démontré	Très probable / Faible
azoxystrobine	Non démontré	Non démontré	Très probable / Fort	Très probable / Fort
fenhexamide	Non démontré		Très probable / Modéré	
métalaxyl	Non démontré		Probable / Faible	
carbétamide	Non démontré		Probable / Faible	
triadiménol	Non démontré		Probable / Faible	
myclobutanil	Non démontré		Non démontré	
mépanipyrime	Non démontré		Non démontré	
esfenvalérate	Non démontré		Non démontré	
napropamide	Non démontré		Non démontré	
cyfluthrine	Non démontré		Non démontré	
quinoxifène	Non démontré		Non démontré	
chlorpyrifos-méthyl	Non démontré		Non démontré	
acrinathrine	NQ		NQ*	
amisulbrom	NQ		NQ*	

**Légende :**

\* Dégradé de bleu et de vert : effet d'augmentation des concentrations

Dégradé de rouge : effet de diminution des concentrations

NQ : substance non quantifiée en période de traitement, quelle que soit la zone

NQ\* : substance non quantifiée en zones viticoles, quelle que soit la période

Substance : pas d'utilisations autorisées pendant la période de traitement



## 9.3 Mise en perspective des résultats avec la littérature

Les résultats du volet poussières de PestiRiv peuvent être comparés avec ceux de la littérature en France et à l'international.

### 9.3.1 Revues bibliographiques récentes

La revue bibliographique réalisée par R. Teyssere *et al.* en 2020<sup>28</sup> souligne le fait que le nombre d'études réalisant des mesures environnementales et/ou biologiques dans le but de quantifier les niveaux d'exposition en pesticides et identifier les déterminants est limité. Toutefois, d'après ces études, l'exposition aux pesticides semble être largement corrélée avec l'organisation spatiale et les activités agricoles du territoire. Ainsi, l'exposition de la population vivant à proximité des cultures semble être plus élevée que celle des personnes vivant éloignées de toutes cultures. L'exposition semble aussi être influencée par les saisons, avec une exposition plus élevée au moment des périodes de traitement.

D'autre part, la revue systématique réalisée par R. Teyssere *et al.* en 2021<sup>29</sup> avait pour objectif d'identifier les déterminants non alimentaires de l'exposition aux pesticides en lien avec les mécanismes de dérive pour les personnes vivant dans des zones agricoles parmi les indicateurs spatialisés associés aux activités agricoles, les mesures de protections, les comportements et les paramètres sociodémographiques. Ainsi, les indicateurs spatialisés (incluant la proximité aux cultures, la surface de cultures autour des logements et les quantités de substances utilisées à proximité des logements) sont des déterminants identifiés dans plusieurs publications. La période de traitement a également tendance à augmenter les niveaux de contamination et/ou d'imprégnation. La fréquence de nettoyage semble réduire la présence de pesticides à l'intérieur des logements et en conséquence dans les matrices biologiques. Pour les autres facteurs, soit il est difficile de conclure (exemple des conditions météorologiques), soit les données sont insuffisantes (comportements, mesures de protection). En conclusion, il est recommandé d'améliorer les connaissances pour mieux définir les déterminants de l'exposition et permettre le déploiement de mesures de gestion.

De façon plus spécifique, la présence de cultures à proximité des logements a été associée à une contamination accrue des poussières domestiques chez les riverains que ce soit aux Etats-Unis<sup>30,31</sup>, ou en France<sup>32</sup>. Bien que les résultats soient contrastés dans la littérature, certains travaux ont également mis en évidence un lien entre la proximité des lieux de résidence aux cultures et la présence de métabolites de pesticides dans les matrices biologiques<sup>33</sup>, y compris dans le contexte français, *via* les cohortes de naissances

---

<sup>28</sup> Teyssere R, Manangama G, Baldi I, Carles C, Brochard P, Bedos C, et al. (2020) Assessment of residential exposures to agricultural pesticides: A scoping review. PLoS ONE 15(4): e0232258. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232258>

<sup>29</sup> Teyssere R, Manangama G, Baldi I, Carles C, Brochard P, Bedos C, Delva F. Determinants of non-dietary exposure to agricultural pesticides in populations living close to fields: A systematic review. Sci Total Environ. 2021 Mar 20;761:143294. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.143294.

<sup>30</sup> Gunier RB, Ward MH, Airola M, Bell EM, Colt J, Nishioka M, et al. 2011. Determinants of agricultural pesticide concentrations in carpet dust. Environ Health Perspect 119: 970-976.

<sup>31</sup> Ward MH, Lubin J, Giglierano J, Colt JS, Wolter C, Bekiroglu N, Camann D, Hartge P, Nuckols JR. Proximity to crops and residential exposure to agricultural herbicides in iowa. Environ Health Perspect. 2006 Jun;114(6):893-7.

<sup>32</sup> Béranger, R., Billoir, E., Nuckols, J.R. et al. Agricultural and domestic pesticides in house dust from different agricultural areas in France. Environ Sci Pollut Res 26, 19632–19645 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05313-9>

<sup>33</sup> Dereumeaux C, Fillol C, Quenel P, Denys S. Pesticide exposures for residents living close to agricultural lands: A review. Environ Int. 2020 Jan;134:105210. doi: 10.1016/j.envint.2019.105210. Epub 2019 Nov 16. PMID: 31739132.

PELAGIE<sup>34,35</sup> et Elfe<sup>36,37</sup>. La cohérence des travaux portant à la fois sur les matrices poussières et sur les matrices biologiques, mais aussi sur différents contextes et périodes, renforce la plausibilité du lien entre la proximité aux cultures et l'exposition des foyers riverains.

**Ainsi, les résultats du volet poussières de PestiRiv viennent illustrer sur la viticulture les relations observées entre utilisation de PPP et contamination de l'environnement. Ils confirment les tendances observées dans la littérature et participent à identifier avec plus de certitude les déterminants de la contamination des poussières dans les logements des personnes vivant à proximité des vignes.**

### 9.3.2 Etude PestiPrev

L'étude PestiPrev a pour objectif d'étudier l'exposition des riverains de parcelles viticoles aux pesticides à proximité des vignes afin de mieux identifier les déterminants pour proposer des mesures de gestion adéquates<sup>38,39</sup>. Pour ce faire, des mesures de contamination des surfaces ont été réalisées chez 30 foyers localisés en zone viticole du Bordelais.

Les principaux résultats de cette étude sont les suivants :

*« En recourant à une approche MSEM [Modèles à équations structurales multiniveaux], nous avons finalement montré que la contamination du jardin par les pesticides agricoles était positivement et significativement associée aux surfaces en vignes situées dans un rayon de 500 m autour du logement. Une association suggestive a également été retrouvée entre notre indicateur de probabilité d'un épandage récent à proximité du logement et la contamination du jardin par les pesticides. En revanche, des conditions météorologiques dispersives (pluies et vents) étaient de nature à limiter les concentrations surfaciques observées à l'extérieur. À l'intérieur du logement, la contamination par les pesticides était positivement associée aux quantités annuelles moyennes de composés phytosanitaires vendues dans la zone postale du domicile, ainsi qu'au transfert potentiel de pesticides depuis l'extérieur par les occupants eux-mêmes. Le renouvellement d'air, résultant de la perméabilité du bâti et des pratiques d'aération des habitants, a montré des résultats nuancés : si ce phénomène semblait associé à une contamination du logement lors de la saison des épandages agricoles, il pourrait devenir au cours du temps, un mécanisme d'extrusion des pesticides. Par ailleurs, le niveau d'activité du foyer, la fréquence de nettoyage et la fréquence de contact avec les surfaces étaient associés à une diminution de la contamination. »*

Bien que l'étude PestiPrev soit centrée sur l'évaluation de l'exposition externe des riverains (patchs, lavages de mains), les deux études PestiRiv et PestiPrev sont complémentaires et les résultats concordants.

---

<sup>34</sup> Chevrier C, Serrano T, Lecerf R, Limon G, Petit C, Monfort C, Hubert-Moy L, Durand G, Cordier S. Environmental determinants of the urinary concentrations of herbicides during pregnancy: the PELAGIE mother-child cohort (France). Environ Int. 2014 Feb;63:11-8.

<sup>35</sup> Glorennec P, Serrano T, Fravallo M, Warembourg C, Monfort C, Cordier S, Viel JF, Le Gléau F, Le Bot B, Chevrier C. 2017. Determinants of children's exposure to pyrethroid insecticides in western France. Environ. Int. 104, 76–82

<sup>36</sup> Dereumeaux C, Saoudi A, Gorla S, Wagner V, De Crouy-Chanel P, Pecheux M, Berat B, Zaros C, Guldner L. 2018. Urinary levels of pyrethroid pesticides and determinants in pregnant French women from the Elfe cohort. Environ. Int. 119, 89–99.

<sup>37</sup> Béranger R, Hardy EM, Dexet C, Guldner L, Zaros C, Nougadère A, Metten MA, Chevrier C, Appenzeller BMR. Multiple pesticide analysis in hair samples of pregnant French women: results from the ELFE national birth cohort. Environ Int. 2018 Nov;120:43-53.

<sup>38</sup> Teyssie R, Barron E, Baldi I, Bedos C, Chazeaubeny A, Le Menach K, Roudil A, Budzinski H, Delva F. Pesticide Exposure of Residents Living in Wine Regions: Protocol and First Results of the Pestiprev Study. Int J Environ Res Public Health. 2023 Feb 22;20(5):3882. doi: 10.3390/ijerph20053882. PMID: 36900896; PMCID: PMC10001537.

<sup>39</sup> Raphaëlle Teyssie. Exposition des riverains de parcelles viticoles aux pesticides : de la compréhension des déterminants de l'exposition aux moyens de prévention. Médecine humaine et pathologie. Université de Bordeaux, 2023. Français. (NNT : 2023BORD0049). (tel-04496033)

### 9.3.3 Projet SIGEXPO

Dans le cadre du projet SIGEXPO, Béranger *et al.* ont réalisé des prélèvements de poussières domestiques dans 239 foyers de la région Rhône-Alpes-Auvergne, au cours du printemps et de l'été 2012<sup>40</sup>. Les prélèvements étaient réalisés dans les pièces de vie, à l'aide de pièges à poussières ou de lingettes humides, dans le but de collecter les poussières récemment déposées dans le foyer. Les foyers en zones agricoles étaient situés à moins de 1 000 m de parcelles de vignes (N=66), de vergers (N=69) ou de grandes cultures (N=68). Des foyers ont également été inclus en zone urbaine (N=36), à plus de 2 000 m de toute culture agricole, pour servir de groupe contrôle.

Les résultats mettent en évidence une contamination des foyers très variée, avec plus de 125 pesticides distincts identifiés sur l'ensemble des prélèvements (y compris ceux réalisés en zone urbaine). Il s'agit de substances à usages agricoles et/ou domestiques, ou sans usages agricoles ni domestiques autorisés. D'après les auteurs, la présence de substances interdites, parfois depuis plusieurs années, pourrait s'expliquer par une remise en suspension de pesticides à distance des périodes d'applications. La présence de composés agricoles dans les foyers urbains pourrait également impliquer une dérive de pesticides sur des distances supérieures à 2 000 m. **De manière cohérente avec les résultats du projet PestiRiv, les foyers de l'étude SIGEXPO situés à moins de 1 000 m des cultures sont plus fréquemment contaminés en pesticides agricoles, en particulier en zone viticole. La fréquence de détection de plusieurs pesticides est associée à la surface de culture sur laquelle ces mêmes pesticides étaient autorisés.**

### 9.3.4 Étude néerlandaise sur l'exposition des riverains vivant à proximité des cultures de bulbes de fleurs (étude OBO)

L'étude OBO vise à évaluer la surexposition des riverains de cultures de bulbes de fleurs et de champs de fleurs dans différentes régions des Pays-Bas, notamment en étudiant l'effet de la période de traitement et l'effet de la distance et en évaluant les sources d'exposition<sup>41,42,43,44</sup>. Pour ce faire, des échantillons environnementaux et biologiques ont été collectés, ainsi que des données contextuelles. L'étude n'a pas pour objectif de conclure sur les effets sur la santé.

Ainsi, les objectifs de cette étude rejoignent ceux de l'étude PestiRiv. Toutefois, les différences notables en termes de choix du protocole sont nombreuses :

- type de culture considérée (vignes versus cultures de bulbes de fleurs) ;

---

<sup>40</sup> Béranger, R., Billoir, E., Nuckols, J.R. et al. Agricultural and domestic pesticides in house dust from different agricultural areas in France. *Environ Sci Pollut Res* 26, 19632–19645 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05313-9>

<sup>41</sup> Vermeulen, R.C.H., Gooijer, Y.M., Hoftijser, G.W., Lageschaar, L.C.C., Oerlemans, A., Scheepers, P.T.J., Kivits, C.M., Duyzer, J., Gerritsen-Ebben, M.G., Figueiredo, D.M., Huss, A., Krop, E.J.M., van den Berg, F., Holterman, H.J., Jacobs, C., Kruijne, R., Mol, J.G.J., Wenneker, M., Van de Zande, J.C., Sauer, P.J.J., 2019. Research on exposure of residents to pesticides in the Netherlands OBO flower bulbs.

<sup>42</sup> Figueiredo DM, Krop EJM, Duyzer J, Gerritsen-Ebben RM, Gooijer YM, Holterman HJ, Huss A, Jacobs CMJ, Kivits CM, Kruijne R, Mol HJGJ, Oerlemans A, Sauer PJJ, Scheepers PTJ, van de Zande JC, van den Berg E, Wenneker M, Vermeulen RCH. Pesticide Exposure of Residents Living Close to Agricultural Fields in the Netherlands: Protocol for an Observational Study. *JMIR Res Protoc*. 2021 Apr 28;10(4):e27883. doi: 10.2196/27883. <https://doi.org/10.2196/27883>. [Pesticide Exposure of Residents Living Close to Agricultural Fields in the Netherlands: Protocol for an Observational Study - PubMed](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33111111/)

<sup>43</sup> Figueiredo, D.M., Vermeulen, R.C.H., Jacobs, C., Holterman, H.J., van de Zande, J.C., van den Berg, F., Gooijer, Y.M., Lageschaar, L., Buijtenhuijs, D., Krop, E., Huss, A., Duyzer, J., 2022. OBOMod - Integrated modelling framework for residents' exposure to pesticides. *Science of The Total Environment* 825, 153798. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153798>

<sup>44</sup> Van Den Berg, F., Jacobs, C.M.J., Butler Ellis, M.C., Spanoghe, P., Doan Ngoc, K., Fragkoulis, G., 2016. Modelling exposure of workers, residents and bystanders to vapour of plant protection products after application to crops. *Science of The Total Environment* 573, 1010–1020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.180>

- période de terrain (octobre 2021 à septembre 2022 versus mai 2016 à décembre 2017) ;
- définition d'un « riverain » (foyer vivant à moins de 500 m d'une parcelle de vignes et à plus de 1 000 m de toutes autres cultures agricoles versus foyer vivant à moins de 250 m d'une parcelle de cultures de bulbes ou de fleurs) et d'un « non-riverain / contrôle » (foyer vivant à plus de 5000 m d'une parcelle de vignes et à plus de 1 000 m de toutes autres cultures versus foyer vivant à plus de 500 m d'une parcelle de cultures de bulbes ou de fleurs et à moins de 20 km de zones riveraines et dans une zone non-urbaine) ;
- définition de la période de traitement (période principale de traitement des vignes entre mars et août versus une période spécifique de 7 jours après un épisode de traitement d'une parcelle englobant 2 événements d'application avec les molécules d'intérêt suivies) et de la période hors traitement (période hors période principale de traitement des vignes entre octobre et février versus une période spécifique de 2 jours sans traitement) ;
- accès aux données de pratiques agricoles (pas d'accès aux données de pratiques réelles versus données précises des pratiques des parcelles d'intérêt renseignées) ;
- liste de molécules recherchées dans les poussières (48 versus 5, avec une seule substance en commun, le tébuconazole) ;
- protocole de collecte des échantillons de poussières (nettoyage du bac aspirateur ou changement du sac aspiration puis collecte des poussières du logement pendant la durée d'enquête versus aspiration des poussières sur un tapis de 2 m<sup>2</sup> ou de 6 à 8 m<sup>2</sup> du sol dans la pièce de vie pendant 5 min ; tamisage à 100 µm versus pas de tamisage).

Les conclusions générales de l'étude OBO sont les suivantes :

- les concentrations environnementales (notamment dans les poussières) sont plus élevées chez les riverains que chez les contrôles, aussi bien en période de traitement qu'en période hors traitement ;
- les concentrations chez les professionnels agricoles sont plus élevées que chez les riverains ;
- dans les conditions météorologiques de l'étude peu favorables à la dérive de pulvérisation, les sources d'exposition principales sont la volatilisation après pulvérisation et les transferts *via* les poussières intérieures.

**Ainsi, bien que les protocoles des études PestiRiv et OBO diffèrent en plusieurs points, les conclusions sont concordantes et mettent en évidence une contamination de l'environnement plus élevée chez les personnes vivant à proximité des cultures que chez celles vivant éloignées.**

## 9.4 Limites et incertitudes

Afin de pouvoir interpréter les conclusions du volet poussières de l'étude PestiRiv, il est indispensable d'identifier et d'analyser les limites et incertitudes associées à la campagne de mesures et qui peuvent impacter la réponse aux objectifs de l'étude. Cette partie, spécifique du volet poussières, est complémentaire de la partie 9 du Tome 0 qui présente les limites et incertitudes de l'étude PestiRiv en général.

### 9.4.1 Limites

#### 9.4.1.1 Limites liées à l'échantillonnage

- *Période d'étude :*

Le suivi de la contamination des poussières chez différents participants au cours de la période de traitement des vignes a pour objectif de limiter l'impact de conditions exceptionnelles ponctuelles pouvant influencer le traitement des vignes (conditions météorologiques, développement de maladies, etc.) et/ou le comportement des participants. Toutefois, la campagne de mesures s'est déroulée sur une seule année « agricole », entre octobre 2021 et septembre 2022, et n'illustre donc pas les variations inter-annuelles.

De plus, comme détaillé au paragraphe 2.2, l'année 2022 est à la fois l'année la plus chaude jamais enregistrée en France depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle, en particulier à partir du mois de mai, et l'une des moins pluvieuses. Ainsi, les niveaux de contamination mesurés dans les poussières, dépendants des conditions climatiques, des pressions parasitaires et des pratiques agricoles, sont donc spécifiques à la période d'étude.

- *Échantillonnage spatial*

6 régions viticoles en France métropolitaine ont été retenues à l'issue de la sélection des sites en zones viticoles (critères de sélection : zones de viticultures hors influence d'autres cultures). Cela permet de couvrir des zones viticoles majeures en France, bien que la couverture ne soit pas exhaustive de l'ensemble des zones viticoles françaises.

#### 9.4.1.2 Limite liée au choix des substances recherchées

La sélection des substances prioritaires a été réalisée en 2018 sur la base des 126 substances autorisées en 2017 et des données de vente à l'échelle nationale des années 2015 et 2016 (cf. partie 4.6 du Tome 0). Ainsi, 7 substances actives sur les 58 priorisées (bêta-cyfluthine, carbétamide, chlorpyrifos-méthyl, quinoxifène, mancozèbe, thiaméthoxame, triadiménol) n'étaient plus autorisées en viticulture au moment de la période d'étude (cf. Annexe 7 du Tome 0). Ces évolutions sont considérées grâce aux indicateurs spatialisés de niveau 2 et de niveau 3 qui intègrent les quantités de substances actives probablement utilisées pendant le terrain de l'étude, d'après les données de vente de PPP en 2022 (cf. 4.3.5 et 4.3.6).

À l'opposé, depuis la priorisation de 2018, il est possible que d'autres substances soient devenues prioritaires selon les critères retenus (évolution des quantités utilisées et des connaissances sur le danger et le comportement dans les poussières).

D'autre part, parmi les 58 substances priorisées, la liste finale des substances analysées dans les poussières repose sur les méthodes d'analyses existantes et sur le choix du laboratoire retenu (cf. Annexe 8 du Tome 0 et Figure 1). Ainsi, pour les poussières, 48 substances ont pu être analysées parmi les 58 substances de la liste prioritaire.

## 9.4.2 Incertitudes

### 9.4.2.1 Incertitudes liées aux modalités de prélèvement

Les échantillons de poussières sont collectés par les participants et manipulés à la fois par les enquêteurs de terrain et par le laboratoire d'analyses, qui sont formés et qui disposent d'un protocole à respecter. Toutefois, les incertitudes associées aux modalités de prélèvement sont inhérentes au déploiement d'une telle campagne de mesures et portent plus particulièrement sur :

- le respect des consignes pour l'utilisation du matériel adéquat, le passage de l'aspirateur, le conditionnement des échantillons et le transport des échantillons (délai) ;
- la qualité de la collecte des métadonnées associées au prélèvement.

La qualité des échantillons des poussières a été vérifiée à réception au laboratoire selon les critères présentés à l'Annexe 8 du Tome 0. Le bilan est détaillé en partie 3 et permet de qualifier le conditionnement à réception comme conforme ou douteux (avec dégradation et/ou contamination potentielles ou avec un doute sur l'intégrité de l'échantillon non caractérisé).

### 9.4.2.2 Incertitudes liées au tamisage (cf. Annexe 3)

Le tamisage des poussières à 100 µm a été retenu car il semble être plus conservateur, avec des concentrations *a priori* plus élevées sur les fractions plus fines de poussières au sol qui sont également plus susceptibles d'adhérer aux mains et donc d'être ingérées.

D'autre part, après tamisage, les particules et fibres peuvent s'agglomérer pour former des moutons de poussières. Cette fraction de la poussière est systématiquement écartée par le laboratoire. La question de la représentativité de cette fraction fibreuse de la poussière en termes d'exposition par ingestion par rapport à la fraction poudreuse est ouverte.

### 9.4.2.3 Incertitudes liées aux méthodes analytiques

Les méthodes d'analyse proposées par le laboratoire ont été expertisées par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI)/Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) au moment de la sélection du laboratoire. La qualité des échantillons de poussières à l'étape d'analyse a été vérifiée selon les critères de validation présentés à l'Annexe 8 du Tome 0. Le bilan est détaillé en partie 3 et permet de distinguer les résultats d'analyse rendus, de ceux rendus avec une incertitude plus élevée que prévu ou non rendus.

Les limites de détection et de quantification ne sont pas identiques pour toutes les substances. Ces variations ont un impact sur les concentrations minimales mesurées, sur les concentrations moyennes calculées ainsi que sur les fréquences de détection et de quantification. Ainsi, si une substance n'est pas détectée dans un échantillon de poussières, cela ne signifie pas nécessairement qu'elle en est absente : elle peut être présente à une concentration inférieure aux limites analytiques.

D'autre part, les incertitudes associées aux méthodes d'analyse sont inhérentes aux dosages des échantillons et portent plus particulièrement sur :

- la valeur de l'incertitude affectée à chaque résultat d'analyse, estimée à partir des contrôles de qualité réalisés par le laboratoire. Ces incertitudes peuvent conduire à une surestimation ou une sous-estimation des niveaux de contamination dans les poussières (cf. 6.2.2 du Tome 0) ;
- la qualité de la collecte de certaines métadonnées associées à l'analyse.



#### 9.4.2.4 Incertitudes liées à la conservation des poussières

Il est primordial de préserver l'intégrité d'un échantillon de poussières et d'éviter de le contaminer ou de favoriser la dégradation des substances entre la collecte et l'analyse par le laboratoire. Plus particulièrement, les conditions de stockage des poussières (durée, température et contenant) peuvent influencer les concentrations des substances recherchées et doivent donc être étudiées :

- l'Annexe 66 décrit les travaux précédents menés conjointement par le laboratoire d'étude et de recherche en environnement et santé (LERES) de l'école des hautes études en santé publique de Rennes (EHESP) et le CSTB portant sur la conservation dans les poussières de substances semi-volatiles incluant 16 pesticides, dont 2 substances cibles de PestiRiv : la cyperméthrine et la cyfluthrine ;
- des tests de conservation concernant l'ensemble des substances recherchées sont en cours dans le cadre du projet CoCoPoP (Impact des Conditions de Conservation/transport des Poussières sur les Pesticides ; Convention de recherche et développement Anses/LERES/CSTB) démarré en juillet 2024. Le projet est détaillé en Annexe 67. Les premiers résultats indiquent que :
  - o **des phénomènes de dégradations sont observés dans certaines conditions de prise en charge des échantillons (avant réception au laboratoire) pour 7 substances** (amisulbrom, chlorpyrifos-méthyl, cyazofamide, cymoxanil, folpel, fosétyl-aluminium, spiroxamine). **Des conditions de stockage et de transport avant réception puis congélation au laboratoire respectant une température inférieure à 10 °C et une durée de 7 jours maximum semblent permettre de résoudre ces dégradations.** Pour ces 7 substances, la vigilance est requise puisque les niveaux de contamination pourraient être sous-estimés pour certains échantillons. Toutefois, ces résultats entraînent des biais non différentiels qui tendraient à masquer les associations et qui ne remettent donc pas en cause les résultats ;
  - o **aucun phénomène de dégradation n'est observé lors du stockage au laboratoire des poussières avant tamisage dans les sachets aluminisés à -18 °C ou après tamisage dans les flacons en verre ambré à 18 °C.**
- le risque de contamination des poussières par le sachet aluminisé de collecte de la poussière a également été étudié et est détaillé en Annexe 68. Les résultats n'ont montré aucune trace de contamination par une substance d'intérêt par les sachets aluminisés Ziplock.

#### 9.4.2.5 Incertitudes liées aux facteurs explicatifs de la contamination des poussières

Outre des mesures, les conclusions dépendent également de la disponibilité des informations permettant de décrire les facteurs explicatifs de la contamination des poussières liés à la présence de vignes (localisation des parcelles, traitements des vignes, conduite de vignes, données météorologiques, etc.).

Les incertitudes relatives aux facteurs de contamination des poussières sont liées :

- à la précision des données issues des questionnaires renseignés par les participants, avec ou sans l'aide des enquêteurs (biais de mémoire potentiels et/ou absence de réponses à certaines questions) ;
- à **l'absence d'informations concernant la réalisation effective de traitements sur les parcelles localisées autour des foyers lors de la période d'enquête** (localisation, date, quantité et produit appliqué, etc.) (cf. 9.3.2 du Tome 0). Il s'agit d'une **source majeure d'incertitudes** pour répondre aux objectifs de l'étude ; plusieurs indicateurs spatialisés liés aux pratiques agricoles ont dû être construits en se basant sur des hypothèses et des combinaisons de données qui peuvent être entachées d'incertitudes : complétude et actualisation des données géographiques d'occupation du sol, incertitudes liées à l'échelle géographique disponible, temporalité des

applications, etc. Cette non mise à disposition des données de traitement limite les capacités de l'étude à mettre en évidence un effet des traitements sur la contamination.

#### 9.4.2.6 Incertitudes liées aux choix méthodologiques

Pour rappel, le scénario de gestion retenu pour attribuer une concentration aux substances non détectées est le scénario dit « **UB\_Machine** » (cf. 2.4.2) :

- si la substance est non détectée, utilisation de la valeur LD ;
- si la concentration est comprise entre la LD et la LQ, utilisation de la valeur indicative fournie par le laboratoire (valeur machine).

Les différentes statistiques relatives aux concentrations obtenues après application du scénario de gestion reflètent donc des valeurs qui peuvent maximiser les concentrations.

Les estimations statistiques produites dans l'étude sont calculées à partir d'un échantillon de population et non pas l'ensemble de la population cible. La prise en compte des pondérations permet d'améliorer l'extrapolation possible des résultats à la population cible de l'étude (cf. Tableau 14) et de ne pas restreindre à l'échantillon étudié. Toutefois, ces estimations ne correspondent pas aux valeurs réelles de la population. Le poids associé à chaque foyer présente une incertitude. Pour tester son influence, une analyse de sensibilité a été faite en retirant tous les poids de sondage. Cette analyse ne modifie globalement pas les résultats, (cf. Annexe 47 et Annexe 63). Une alternative moins radicale serait de supprimer les 5 % de foyers présentant les pondérations les plus importantes et pourrait être faite ultérieurement.

À noter que la significativité des résultats (valeur-p) dépend des effectifs, pouvant générer des faux négatifs si l'effectif n'est pas suffisant. De plus, les résultats des modèles ne sont pas corrigés sur le risque de faux positifs liés à la multiplicité des tests nécessaire pour appréhender la diversité des facteurs. C'est pourquoi l'interprétation proposée pour caractériser les effets de différents facteurs sur la contamination des poussières s'appuie principalement sur le sens des associations et leur cohérence globale, sans se limiter à la valeur-p.

#### 9.4.3 Synthèse

Les paragraphes précédents permettent d'avoir une vision globale des limites et incertitudes associées au volet poussières de l'étude PestiRiv. Il convient toutefois de noter que, même si les niveaux des incertitudes ne sont pas quantifiables dans la majorité des cas, certaines semblent plus impactantes que d'autres, en premier lieu l'absence de données sur les calendriers de traitement. Quoi qu'il en soit, l'objectif principal de l'étude PestiRiv est de décrire si les poussières des logements en zones viticoles sont plus contaminées qu'en zones non viticoles et si elles sont plus contaminées en période de traitement des vignes qu'en période hors traitement, analyses qu'il a été possible de mener avec les mesures réalisées.



## 9.5 Perspectives

Ce rapport constitue une première exploitation des données du volet poussières pour répondre aux objectifs de l'étude PestiRiv. Les résultats permettent d'ores et déjà d'identifier des actions à mettre en œuvre.

Par rapport aux objectifs de l'étude, il serait également possible de :

- mettre en perspective les niveaux de concentration observés avec d'autres informations, telles que les caractéristiques physico-chimiques des molécules ou les doses à l'hectare ;
- exploiter plus finement les indicateurs spatialisés de niveau 3, notamment pour conclure sur la plus-value de ces indicateurs par rapport au niveau 2 ;
- étudier plus finement les facteurs non liés à la présence de vignes ;
- exploiter les données météorologiques, notamment en introduisant ces données en interaction dans les modélisations statistiques ;
- tester des modèles de régression logistique basés sur la présence/absence des substances pour déterminer les effets de la zone viticole et de la période de traitement pour les substances présentant une fréquence de quantification inférieure à 40 %.

À noter que l'accès aux données réelles de pratiques agricoles (calendrier d'application) est crucial et nécessaire pour affiner de façon utile les exploitations réalisées dans cette étude.

Il est également prévu de mettre en perspective les résultats des poussières avec ceux des autres matrices environnementales et biologiques. Les données de contamination dans les poussières pourraient également être confrontées aux données de contamination des pesticides dans les sols<sup>45</sup> pour mieux appréhender le transfert des particules entre l'extérieur (particules du sol) et l'intérieur des logements (poussières déposées au sol).

Les données de contamination des poussières pourront également être comparées à celles de la Campagne Nationale Logements 2 (CNL2) réalisée entre 2020 et 2023 lorsqu'elles seront disponibles<sup>46</sup>.

Une première interprétation sanitaire des résultats pourrait également être réalisée, sur le modèle du travail réalisé à la suite de la CNEP<sup>47</sup> en l'adaptant à la matrice poussières (scénario d'exposition *via* l'ingestion).

Il serait pertinent, dans le cadre de futurs travaux, d'évaluer l'intérêt d'analyser les substances prioritaires dans le cadre de PestiRiv mais qui n'ont pas pu être recherchées dans les poussières.

---

<sup>45</sup> Parmi les données disponibles, étude Phytosol par exemple (Environ. Sci. Technol. 2023, 57, 20, 7818–7827).

<sup>46</sup> [Campagne nationale Logements 2](#)

<sup>47</sup> [RAPPORT AST de l'Anses relatif aux premières interprétations des résultats de la Campagne Nationale Exploratoire des Pesticides \(CNEP\) dans l'air ambiant](#)

## 10 LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Compositions des groupes d'experts mobilisés par l'Anses dans le cadre du volet poussières

Annexe 2 : Fonctions, statuts réglementaires européens et usages en France des substances d'intérêt pour les poussières

Annexe 3 : Pesée et tamisage de la poussière

Annexe 4 : Spécificités de quelques substances en termes d'analyse chimique

Annexe 5 : Zones viticoles en période de traitement - Répartition temporelle des 449 échantillons de poussières

Annexe 6 : Zones viticoles en période de traitement - Répartition temporelle par région des 449 enquêtes

Annexe 7 : Zones viticoles en période de traitement - Nombre d'échantillons réceptionnés par le laboratoire par semaine

Annexe 8 : Zones viticoles en période de traitement - Distribution des métadonnées associées à l'étape de tamisage

Annexe 9 : Zones viticoles en période de traitement - Mise en œuvre des filières analytiques : extraction et analyse

Annexe 10 : Zones viticoles en période de traitement - Nombre de résultats rendus par substance

Annexe 11 : Zones non viticoles en période de traitement - Répartition temporelle des 113 échantillons de poussières

Annexe 12 : Zones non viticoles en période de traitement - Répartition temporelle par région des 113 enquêtes

Annexe 13 : Zones non viticoles en période de traitement - Nombre d'échantillons réceptionnés par le laboratoire par semaine

Annexe 14 : Zones non viticoles en période de traitement - Distribution des métadonnées associées à l'étape de tamisage

Annexe 15 : Zones non viticoles en période de traitement - Mise en œuvre des filières analytiques : extraction et analyse

Annexe 16 : Zones non viticoles en période de traitement - Nombre de résultats rendus par substance

Annexe 17 : Zones viticoles en période hors traitement - Répartition temporelle des 228 échantillons de poussières

Annexe 18 : Zones viticoles en période hors traitement - Répartition temporelle par région des 228 enquêtes

Annexe 19 : Zones viticoles en période hors traitement - Nombre d'échantillons réceptionnés par le laboratoire par semaine

Annexe 20 : Zones viticoles en période hors traitement - Distribution des métadonnées associées à l'étape de tamisage

Annexe 21 : Zones viticoles en période hors traitement - Mise en œuvre des filières analytiques : extraction et analyse

Annexe 22 : Zones viticoles en période hors traitement - Nombre de résultats rendus par substance

Annexe 23 : Description des données météorologiques

1.1 Indicateur « vent fort »

1.2 Indicateur « cumul de pluie »

1.3 Indicateur « nombre de jours de pluie »

Annexe 24 : Environnement culturel des foyers concernés par le volet poussières

1.4 Distance à la parcelle viticole la plus proche

1.5 Surface de la parcelle viticole la plus proche

1.6 Indicateurs spatialisés de niveau 1 (surface de vignes exprimée en ha)

1.7 Surface des cultures autres que la vigne (ha)

## 1.8 Part de surface de vignes et d'exploitations viticoles conduites en agriculture biologique

### 1.9 Type de matériel de pulvérisation

Annexe 25 : Description des indicateurs spatialisés de niveau 2 - Distribution

Annexe 26 : Description des indicateurs spatialisés de niveau 2 - Distribution temporelle

Annexe 27 : Description des indicateurs spatialisés de niveau 3 - Distribution

Annexe 28 : Description des indicateurs spatialisés de niveau 3 - Distribution temporelle

Annexe 29 : Comparaison des indicateurs spatialisés de niveau 2 et niveau 3 - Bilan

Annexe 30 : Description de la quantité annuelle de substance active - Distribution

Annexe 31 : Contamination des poussières - Résultats avant prise en compte de la pondération

Annexe 32 : Zones viticoles en période de traitement - Distribution des concentrations

Annexe 33 : Zones viticoles en période de traitement - Classement des fréquences de détection

Annexe 34 : Zones viticoles en période de traitement - Distributions des concentrations par substance

Annexe 35 : Zones viticoles en période de traitement - Distribution temporelle des concentrations par substance

Annexe 36 : Zones non viticoles en période de traitement - Distribution des concentrations

Annexe 37 : Zones non viticoles en période de traitement - Classement des fréquences de détection

Annexe 38 : Zones non viticoles en période de traitement - Distributions des concentrations par substance

Annexe 39 : Zones non viticoles en période de traitement - Distribution temporelle des concentrations par substance

Annexe 40 : Zones viticoles en période hors traitement - Distribution des concentrations

Annexe 41 : Zones viticoles en période hors traitement - Classement des fréquences de détection

Annexe 42 : Zones viticoles en période hors traitement - Distribution des concentrations par substance

Annexe 43 : Zones viticoles en période hors traitement - Distribution temporelle des concentrations par substance

Annexe 44 : Comparaison de la contamination en zones viticoles et non viticoles – Comparaison des FD et FQ

Annexe 45 : Comparaison de la contamination en zones viticoles et non viticoles – Comparaison des P50 et P95 des concentrations

Annexe 46 : Comparaison de la contamination en zones viticoles et non viticoles - Box plots par substance

Annexe 47 : Comparaison de la contamination en zones viticoles et non viticoles – Caractérisation de l'effet de la zone à partir des données non pondérées

Annexe 48 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination en zones viticoles et non viticoles - Liste des substances candidates au modèle

Annexe 49 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination en zones viticoles et non viticoles - Sélection des variables d'ajustement

Annexe 50 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination en zones viticoles et non viticoles - Liste des variables candidates au modèle

Annexe 51 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination en zones viticoles et non viticoles - Catégorisation des variables explicatives d'intérêt

Annexe 52 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination en zones viticoles et non viticoles – Résultats des modèles

Annexe 53 : Modèle de régression linéaire généralisé de la contamination en zones viticoles et non viticoles – Synthèse des coefficients de détermination

Annexe 54 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination en zones viticoles - Liste des variables candidates au modèle

Annexe 55 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination en zones viticoles - Catégorisation des variables explicatives d'intérêt

Annexe 56 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination en zones viticoles – Résultats des modèles

Annexe 57 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination en zones viticoles – Synthèse des coefficients de détermination

Annexe 58 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination en zones viticoles – Synthèse des résultats des indicateurs spatialisés

Annexe 59 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination en zones viticoles – Synthèse des résultats des variables explicatives d'intérêt (hors indicateurs spatialisés)

Annexe 60 : Modèle de régression linéaire généralisé d'identification des facteurs de la contamination en zones viticoles – Synthèse des résultats des variables explicatives d'intérêt (hors indicateurs spatialisés) pour l'indicateur spatialisé de niveau 2

Annexe 61 : Comparaison de la contamination en période de traitement et en période hors traitement – Comparaison des FD et FQ

Annexe 62 : Comparaison de la contamination en période de traitement et en période hors traitement – Comparaison des P50 et P95 des concentrations

Annexe 63 : Comparaison de la contamination en période de traitement et en période hors traitement – Caractérisation de l'effet de la période à partir des données non pondérées

Annexe 64 : Comparaison de la contamination en période de traitement et en période hors traitement - Box plots par substance

Annexe 65 : Modèle mixte de la contamination en zones viticoles en période de traitement et période hors traitement – Résultats des modèles

Annexe 66 : Conservation des substances dans les poussières - Synthèse des travaux existants

Annexe 67 : Conservation des poussières - Projet CoCoPoP

- 1.1 Présentation du projet
- 1.2 Parcours théorique et réel des poussières
- 1.3 Résultats

Annexe 68 : Influence du sachet aluminisé de collecte de la poussière

# RESUME

## **PestiRiv : Étude d'exposition aux pesticides chez les riverains de zones viticoles et non viticoles**

### **Tome 1b : Résultats des contaminations environnementales - Poussières**

Santé publique France et l'Anses réalisent l'étude PestiRiv qui vise à décrire la contamination des milieux et l'imprégnation des personnes vivant en zones viticoles (près de vignes) par les pesticides utilisés sur ces cultures. Cette étude a pour objectifs de déterminer si les niveaux mesurés sont plus élevés que ceux observés chez les personnes vivant en zones non viticoles (loin de toute culture), identifier les facteurs associés aux niveaux de pesticides et décrire la variation des niveaux de pesticides entre les périodes de traitement et hors traitement des vignes. Cette étude est inédite par le nombre et la diversité des échantillons collectés conjointement : air ambiant, air intérieur, poussières déposées au sol, urines, cheveux, fruits et légumes du jardin.

Le Tome 1b présente les contaminations en 48 pesticides de 790 échantillons de poussières collectés entre octobre 2021 et septembre 2022 au domicile des participants. Pour une majorité des substances mesurées, les poussières sont plus contaminées chez les riverains de vignes, en comparaison avec les personnes vivant en zones non viticoles. Elles le sont aussi chez les riverains de vignes lors de la période de traitement des vignes, en comparaison avec la période hors traitement. Plusieurs facteurs en lien avec la présence de vignes (quantités de pesticides probablement utilisées, proximité aux vignes) et les comportements et habitudes du ménage ont une influence probable sur la contamination des poussières chez les riverains de vignes en période de traitement.

Au-delà des conclusions spécifiques aux poussières, la conclusion générale de PestiRiv tient compte de l'ensemble des résultats d'imprégnation et de contaminations environnementales. Cette conclusion est présentée dans la synthèse associée au rapport de l'étude et dans l'Avis conjoint de Santé publique France et de l'Anses incluant les conclusions et les recommandations de leurs collectifs d'experts sur les résultats de cette étude.

**MOTS CLÉS :** PESTICIDES, VITICULTURE, BIOSURVEILLANCE, CONTAMINATION, EXPOSITION, ENVIRONNEMENT, POUSSIÈRES

**Citation suggérée :** Gonnard L, Brugioni M, Tessier N, Brandicourt T, Réty J, *et al.* PestiRiv : Étude d'exposition aux pesticides chez les riverains de zones viticoles et non viticoles. Tome 1b : Résultats des contaminations environnementales – Poussières. Maisons-Alfort : Anses, 2025. 656 p. Disponible à partir de l'URL : <https://www.anses.fr/fr>

# SUMMARY

## **PestiRiv: Study of pesticide exposure in residents of wine-growing and non-growing areas**

### **Volume 1b: Results relating to environmental contamination – House dust**

Santé publique France and Anses are conducting the PestiRiv study, which aims to describe environmental contamination and impregnation of people living in wine-growing areas (near vineyards) by pesticides used on these crops. The objectives of this study are to determine whether the levels measured are higher than those observed in people living in non-vine-growing areas (far from any crops), to identify the factors associated with pesticide levels, and to describe the variation in pesticide levels between periods when the vines are treated and when they are not. This study is unprecedented in terms of the number and diversity of samples collected: ambient air, indoor air, soil dust, urine, hair, garden fruit and vegetables.

Volume 1b presents the contaminations of 48 substances in 790 house dust samples collected between October 2021 and September 2022 in participating households. For a majority of the substances measured, contamination of house dust is higher during the vineyard treatment period in wine-growing areas, compared with non-growing areas. The same is observed for wine-growing areas during the vineyard treatment period, compared with the non-treatment period. Several factors related to the presence of vineyards (amounts of pesticides likely used, proximity to vineyards) and the behaviors and habits of households likely influence the contamination of house dust collected in wine-growing areas during the vineyard treatment period.

Beyond the specific conclusions regarding house dust, the overall conclusion of PestiRiv takes into account all the results of impregnation and environmental contamination. The executive report associated with the present report, jointly produced by Santé publique France and Anses, includes the overall conclusions and recommendations of their expert groups on the results of this study.

**KEYWORDS:** PESTICIDES, VITICULTURE, BIOMONITORING, CONTAMINATION, EXPOSURE, ENVIRONMENT, HOUSE DUST

Santé publique France et l'Anses remercient toutes les personnes qui ont contribué directement ou indirectement à la réalisation de PestiRiv et, en particulier, les participants de l'étude.

L'étude PestiRiv est réalisée avec le soutien financier de l'Office français de la biodiversité (OFB) dans le cadre du plan Ecophyto 2+.



## LES PARTENAIRES DE L'ÉTUDE



AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE  
de l'alimentation, de l'environnement et du travail

14 rue Pierre et Marie Curie 94701 Maisons-Alfort Cedex  
anses.fr



Santé publique France

12, rue du Val d'Osne 94415 Saint-Maurice Cedex  
santepubliquefrance.fr