

SANTÉ  
ENVIRONNEMENT

JUILLET 2025

# PestiRiv

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

## Tome 0 - Matériels, méthodes et bilan de la collecte



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

## Tome 0 : Matériels, méthodes et bilan de la collecte



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).

## Promoteurs

Santé publique France, Anses

## Investigatrices principales

Clémentine Dereumeaux, Maïté Brugioni, Laurine Gonnard

## Équipe projet

- **Santé publique France, direction santé environnement travail** : Laura Chaperon, Clémentine Dereumeaux, Clémence Fillol, Amivi Oleko, Marie Pécheux, Morgane Stempfelet, Emmanuelle Szego, Romuald Tagne-Fotso
- **Santé publique France, direction appui, traitements et analyses de données** : Perrine De Crouy-Chanel, Abdessattar Saoudi, Abdelkrim Zeghnoun
- **Santé publique France, direction des régions** : Christine Castor, François Clinard, Jean-Luc Lasalle, Sophie Raguet, Stéphanie Rivière, Emmanuelle Vaissiere
- **Anses, direction de l'évaluation des risques** : Romain Boissonnot, Fabrizio Botta, Titouan Brandicourt, Maïté Brugioni, Laurine Gonnard, Adrien Jean, Laurie Lecomte, Manon Longvixay, Lynda Saïbi-Yedjer, Josselin Réty, Natacha Tessier, Jean-Luc Volatier, Jessica Wermuth, Ohri Yamada

## Remerciements

Nos remerciements vont à toutes les personnes qui ont contribué directement ou indirectement à la réalisation de l'étude PestiRiv, et aux relecteurs de ce rapport.

Nous remercions les enquêteurs et l'ensemble des participants sans qui nous n'aurions pu réaliser cette étude.

L'étude PestiRiv est réalisée avec le soutien financier de l'Office français de la Biodiversité (OFB) dans le cadre du plan Écophyto 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.**

**Le Tome 0 rassemble tous les éléments de matériels et méthodes relatifs à la mise en œuvre de l'étude (résumé du protocole, méthodes de mesures des imprégnations et des contaminations environnementales, méthodes statistiques) et présente le bilan de la collecte des données.**

# Sommaire

<b>1</b>	<b>Contexte.....</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>Objectifs de l'étude PestiRiv .....</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>Mise en œuvre de l'étude PestiRiv.....</b>	<b>22</b>
3.1	Intervenants de l'étude .....	22
3.2	Comitologie .....	23
<b>4</b>	<b>Résumé du protocole de l'étude .....</b>	<b>24</b>
4.1	Définition de l'étude.....	24
4.2	Champ de l'enquête .....	25
4.2.1	Périodes d'enquête .....	25
4.2.2	Sélection des zones viticoles et non viticoles .....	25
4.3	Population de l'étude.....	27
4.4	Plan de sondage .....	28
4.4.1	Description du sondage.....	28
4.4.2	Taille de l'échantillon .....	28
4.4.3	Échantillonnage pour les mesures d'imprégnations.....	31
4.4.4	Échantillonnage pour les mesures environnementales.....	32
4.5	Données recueillies.....	39
4.5.1	Déroulement du recueil auprès des participants.....	41
4.5.2	Questionnaires adressés aux participants .....	43
4.5.3	Collecte des échantillons biologiques.....	44
4.5.4	Prélèvements des échantillons environnementaux.....	44
4.5.5	Données de pratiques agricoles .....	50
4.6	Sélection des substances recherchées dans PestiRiv .....	51
<b>5</b>	<b>Bilan du terrain d'enquête .....</b>	<b>57</b>
5.1	Bilan de l'inclusion des participants .....	57
5.1.1	Période hors traitement des vignes .....	57
5.1.2	Période de traitement des vignes .....	58
5.2	Bilan de la collecte des échantillons biologiques et environnementaux .....	62
5.2.1	Recueil des échantillons biologiques.....	62
5.2.2	Recueil des échantillons environnementaux.....	62
<b>6</b>	<b>Dosages des échantillons biologiques et environnementaux .....</b>	<b>64</b>
6.1	Dosages biologiques.....	64
6.1.1	Méthodes de dosages dans les échantillons d'urines.....	64
6.1.2	Méthodes de dosages dans les échantillons de cheveux .....	65
6.1.3	Contrôles qualités et validation des résultats de dosages .....	66
6.2	Méthodes de traitement et d'analyse des échantillons environnementaux.....	68
6.2.1	Méthodes de traitement et d'analyse des échantillons d'air ambiant .....	68
6.2.2	Méthodes de traitement et d'analyse des échantillons de poussières.....	71
6.2.3	Méthodes de traitement et d'analyse des échantillons d'air intérieur .....	73

6.2.4	Méthodes de traitement et d'analyse des échantillons d'aliments autoproduits.....	75
<b>7</b>	<b>Traitements post-collecte .....</b>	<b>78</b>
7.1	Calcul des poids de sondage .....	78
7.1.1	Poids de sondage pour les mesures d'imprégnations .....	79
7.1.2	Poids de sondage pour les mesures environnementales.....	80
7.2	Plan d'analyses statistiques .....	83
7.2.1	Analyses statistiques réalisées pour les mesures d'imprégnations.....	83
7.2.2	Analyses statistiques réalisées pour les mesures environnementales.....	86
7.3	Procédure de construction des modèles statistiques .....	90
7.3.1	Sélection des variables à introduire dans les modèles .....	90
7.3.2	Validation du modèle.....	92
7.4	Traitement des données manquantes et censurées .....	93
7.4.1	Traitement des données manquantes .....	93
7.4.2	Traitement des données censurées .....	93
7.5	Construction des indicateurs .....	94
7.5.1	Indicateurs issus des informations disponibles pour les participants et les ménages .....	94
7.5.2	Indicateurs spatialisés liés aux pratiques agricoles .....	95
7.5.3	Paramètres contextuels liés à l'environnement des foyers .....	97
7.5.4	Concentrations biologiques et indice total de la charge d'imprégnation.....	97
<b>8</b>	<b>Description de la population d'étude.....</b>	<b>99</b>
<b>9</b>	<b>Limites et incertitudes .....</b>	<b>103</b>
9.1	Limites et incertitudes liées au terrain de l'étude .....	103
9.1.1	Limite liée à la période d'étude.....	103
9.1.2	Limite liée à la répartition spatiale .....	103
9.1.3	Incertainces liées au nombre d'inclusions .....	103
9.2	Limites et incertitudes liées aux mesures d'imprégnations et de contamination....	105
9.2.1	Limite liée au choix des substances recherchées.....	106
9.2.2	Limites et incertitudes liées aux modalités de prélèvement des échantillons collectés .....	106
9.2.3	Limites et incertitudes liées aux méthodes analytiques .....	108
9.3	Limites et incertitudes liées aux facteurs explicatifs d'exposition et de contamination des milieux.....	109
9.3.1	Incertainces liées au recueil par questionnaires .....	109
9.3.2	Incertainces liées à l'absence de données d'utilisation de PPP.....	109
9.3.3	Incertainces liées à la construction des indicateurs.....	109
9.4	Incertainces liées aux estimations statistiques .....	110
<b>10</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>111</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>112</b>

<b>Annexe 1 : Compositions des collectifs d'experts externes mobilisés par santé publique France et l'Anses dans le cadre de PestiRiv .....</b>	<b>116</b>
<b>Annexe 2 : Méthode mise en œuvre pour cartographier les zones éligibles pour l'implantation des préleveurs d'air ambiant des sites en zones viticoles .....</b>	<b>121</b>
<b>Annexe 3 : Caractéristiques du matériel de prélèvement des échantillons environnementaux .....</b>	<b>123</b>
<b>Annexe 4 : Description des bases de données existantes utilisées pour la construction de l'indicateur spatialisé lié aux pratiques agricoles.....</b>	<b>130</b>
<b>Annexe 5 : Organismes ayant participé aux échanges avec la profession viticole.....</b>	<b>133</b>
<b>Annexe 6 : Sélection des substances mesurées dans les matrices environnementales ..</b>	<b>135</b>
<b>Annexe 7 : Fonction, statuts réglementaires européens et usages en France des substances actives .....</b>	<b>144</b>
<b>Annexe 8 : Méthodes de traitement et d'analyse des échantillons environnementaux.....</b>	<b>154</b>
<b>Annexe 9 : Variables utilisées pour les calculs des poids de sondage des participants.....</b>	<b>188</b>
Liste des variables disponibles pour les ménages tirés au sort .....	188
Liste des variables disponibles pour les adultes tirés au sort .....	189
<b>Annexe 10 : Calculs des poids de sondage pour les mesures d'imprégnations .....</b>	<b>190</b>
<b>Annexe 11 : Variables utilisées pour les calculs des poids de sondage pour les ménages poussières et air intérieur.....</b>	<b>202</b>
<b>Annexe 12 : Calculs des poids de sondage pour les ménages poussières et air intérieur.....</b>	<b>204</b>
<b>Annexe 13 : Liste des indicateurs construits pour l'analyse des données d'imprégnations .....</b>	<b>242</b>
<b>Annexe 14 : Liste des indicateurs construits pour l'analyse des données environnementales.....</b>	<b>256</b>
<b>Annexe 15 : Construction des indicateurs .....</b>	<b>262</b>
Indicateurs sociodémographiques et économiques.....	263
Conditions de recueil pouvant influencer les niveaux d'imprégnations .....	268
Tabagisme.....	272
Auto-consommation .....	273
Indicateurs de consommations alimentaires au cours des 3 derniers mois issues de l'auto-questionnaire .....	279
Exposition potentielle liées à l'utilisation domestique de pesticides au cours des 14 jours de suivi .....	285
Exposition potentielle liée à l'utilisation domestique de pesticides au cours des 3 derniers mois précédant le suivi .....	291
Exposition potentielle aux pesticides en lien avec les activités professionnelles du participant .....	294
Exposition potentielle aux pesticides en lien avec les activités professionnelles du participant sur les 3 derniers mois.....	300
Exposition potentielle aux pesticides en lien avec les activités professionnelles des autres membres du foyer.....	303
Exposition potentielle aux pesticides liée aux activités de loisirs.....	304
Budget-espace-temps.....	309
Traitement du carnet journalier.....	309
Imputation des temps-lieux [T] et des BET-jour (BETj) .....	314



Calcul de l'indicateur du BET <sub>14jours</sub> .....	316
Caractéristiques du logement pouvant influencer l'imprégnation ou la contamination du logement en lien avec la présence de vignes.....	317
Comportements et habitudes au sein du ménage pouvant influencer la contamination du logement par les pesticides utilisés sur les vignes et l'imprégnation des occupants.....	324
Constat de traitements des cultures près du logement et attitudes .....	336
Durées d'enquête .....	338
<b>Annexe 16 : Construction des indicateurs de contexte agricole .....</b>	<b>341</b>
Construction des indicateurs spatialisés .....	341
Exemple théorique détaillant les principales étapes de construction des trois niveaux de l'indicateur spatialisé.....	357
Description des autres paramètres liés au contexte agricole.....	360
<b>Annexe 17 : Construction de l'indice total de la charge d'imprégnations .....</b>	<b>363</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>365</b>
<b>Summary.....</b>	<b>366</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition de l'échantillon total en échantillons principaux et de réserves. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	32
Tableau 2 : Répartition des BV ou regroupements de BV selon les régions. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	33
Tableau 3 : Catégorisation des sites en zones viticoles en sites à fort effectif et à faible effectif selon la période d'étude. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	33
Tableau 4 : Catégorisation des sites en zones non viticoles en sites à fort effectif et à faible effectif ....	36
Tableau 5 : Liste des questionnaires et des informations recueillies. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	43
Tableau 6 : Liste des sites sélectionnés pour les mesures d'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	46
Tableau 7 : Prestataires de prélèvement d'air intérieur et répartition par zone géographique. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	48
Tableau 8 : Liste des substances priorisées dans l'étude PestiRiv et substances recherchées par matrices environnementales et biologiques. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	53
Tableau 9 : Métabolites associés aux pyréthriinoïdes priorisés dans PestiRiv. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	65
Tableau 10 : Limites de détection, limites de quantification et incertitudes aux niveaux bas, moyen, haut atteints par les laboratoires de dosages. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	67
Tableau 11 : Limites de détection, limites de quantification et incertitudes associées aux analyses d'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	70
Tableau 12 : Limites de détection, limites de quantification et incertitudes associées aux analyses de 48 substances dans les poussières. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	72
Tableau 13 : Limites de détection, limites de quantification et incertitudes élargies associées à la mesure de pesticides dans l'air intérieur. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	74
Tableau 14 : Limites de détection et limites de quantification et incertitudes associées aux analyses des aliments autoproduits. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	76
Tableau 15 : Résumé des pondérations calculées pour les participants et leur utilisation. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	80
Tableau 16 : Résumé des pondérations calculées pour les ménages et leur utilisation. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	82
Tableau 17 : Description des caractéristiques des adultes des zones viticoles et non viticoles (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	100
Tableau 18 : Description des caractéristiques des enfants des zones viticoles et non viticoles ayant participé à PestiRiv (résultats non pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	102
Tableau 19 : Nombre d'inclusions d'adultes et d'enfants visés et atteints à l'issue du terrain de l'étude PestiRiv, et pourcentage d'atteinte aux objectifs. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	104
Tableau 20 : Composition des Conseils scientifiques pilotés par Santé publique France. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	116
Tableau 21 : Composition des groupes d'experts et de travail pilotés par l'Anses. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	118
Tableau 22 : Composition des comités d'experts de Santé publique France et de l'Anses. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	119
Tableau 23 : Répartition par AASQA et par période du nombre de sites instrumentés et du matériel à mobiliser. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	123
Tableau 24 : Caractéristiques du matériel de prélèvement d'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	124
Tableau 25 : Caractéristiques des pompes de prélèvement d'air intérieur. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	127
Tableau 26 : Listes des organismes viticoles ayant participé aux réunions de présentation de PestiRiv. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	133



Tableau 27 : Filières d'extraction et d'analyse mises au point par le Leres pour l'analyse des substances dans les poussières tamisées. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	137
Tableau 28 : Filières de prélèvement et d'analyse des substances recherchées dans l'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	139
Tableau 29 : Fonction, statuts réglementaires européens et usages en France des substances actives prioritaires. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	146
Tableau 30 : Types de produits biocides associés aux substances actives prioritaires. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	153
Tableau 31 : Filières analytiques à prioriser selon la masse de poussières tamisées analysables disponibles. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	159
Tableau 32 : Gamme dynamique de la méthode d'analyse dans les poussières des substances dites « semi-volatiles » (filière 1). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	159
Tableau 33 : Gamme dynamique de la méthode d'analyse dans les poussières des substances dites « thermosensibles ou non volatiles » (filière 2). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	160
Tableau 34 : Caractéristiques et performances de l'extraction et de l'analyse dans les poussières des substances polaires (filière 3). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	161
Tableau 35 : Caractéristiques et performances de la minéralisation et de l'analyse dans les poussières du cuivre (filière 4). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	161
Tableau 36 : Détails des contrôles de l'extraction ou de la minéralisation réalisés par filière analytique. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	163
Tableau 37 : Caractéristiques et performances de l'analyse des échantillons d'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	168
Tableau 38 : Types de contrôles pour les analyses d'air ambiant pour les prélèvements P1 et P4. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	171
Tableau 39 : Types de contrôles pour les analyses d'air ambiant pour le prélèvement P3. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	172
Tableau 40 : Critères de validation du prélèvement par les AASQA. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	173
Tableau 41 : Critère de validation des analyses par lanesco. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	174
Tableau 42 : Critère de validation des analyses par les AASQA. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	175
Tableau 43 : Caractéristiques et performances de l'analyse des échantillons d'air intérieur. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	178
Tableau 44 : Types de contrôles pour les analyses d'air intérieur. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	180
Tableau 45 : Critères de validation des mesures d'air intérieur. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	181
Tableau 46 : Caractéristiques et performances des méthodes de traitement des aliments autoproduits. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	184
Tableau 47 : Types de contrôles par série d'analyse pour les analyses d'aliments autoproduits. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	187
Tableau 48 : Distribution des jeu de poids calculés pour les adultes. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	192
Tableau 49 : Distribution des jeux de poids des enfants. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	195
Tableau 50 : Distribution du jeu de poids des adultes de zones viticoles. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	198
Tableau 51 : Distribution du jeu de poids des adultes de zones non viticoles. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	201
Tableau 52 : Liste des variables Insee disponibles pour les ménages tirés au sort et utilisation pour le calcul des poids pour les ménages poussières et air intérieur. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	202
Tableau 53 : Statut des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	209
Tableau 54 : Résultats du modèle utilisé pour prédire la probabilité d'être un ménage riverain de zones viticoles avec un échantillon de poussières réceptionné hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	210
Tableau 55 : Distribution des poids après correction de la non-réponse et calage chez les ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	211

Tableau 56 : Description des variables de calage chez les ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.....	211
Tableau 57 : Statut des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.....	214
Tableau 58 : Résultats du modèle utilisé pour prédire la probabilité d'être un ménage riverain de zones viticoles avec un échantillon d'air intérieur réceptionné hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	215
Tableau 59 : Distribution des poids des ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement d'air intérieur hors période de traitement après correction de la non-réponse et calage sur marges. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	216
Tableau 60 : Description des variables de calage chez les ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement d'air intérieur hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	217
Tableau 61 : Statut des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières en période de traitement et déjà enquêtes hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	220
Tableau 62 : Statut des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières pour la 1 <sup>ère</sup> fois en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.....	220
Tableau 63 : Résultats du modèle utilisé pour prédire la probabilité d'être un ménage riverain de zones viticoles avec un échantillon de poussières réceptionné en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	221
Tableau 64 : Distribution des poids après correction de la non-réponse et calage chez les riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	222
Tableau 65 : Description des variables de calage chez les riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.....	223
Tableau 66 : Statut des ménages riverains deuxième inclusion sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	226
Tableau 67 : Statut des ménages nouveaux riverains sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	226
Tableau 68 : Résultats du modèle utilisé pour prédire la probabilité d'être un ménage riverain de zones viticoles avec un échantillon d'air intérieur réceptionné en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	227
Tableau 69 : Distribution des poids après correction de la non-réponse et du calage chez les ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement d'air intérieur en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	228
Tableau 70 : Description des variables de calage chez les ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement d'air intérieur en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	229
Tableau 71 : Résultats du modèle utilisé pour prédire la probabilité d'être un ménage riverain de zones viticoles avec un échantillon de poussières réceptionné lors des deux périodes. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	230
Tableau 72 : Distribution des poids après correction de la non-réponse et calage chez les ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières lors des deux périodes. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	231
Tableau 73 : Description des variables de calage chez les ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.....	232
Tableau 74 : Statut des ménages riverains de zones non viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.....	234
Tableau 75 : Résultats du modèle utilisé pour prédire la probabilité d'être un ménage riverain de zones non viticoles avec un échantillon de poussières réceptionné en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	235
Tableau 76 : Distribution des poids après correction de la non-réponse et du calage chez les ménages riverains de zones non viticoles avec prélèvement de poussières en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	236
Tableau 77 : Description des variables de calage chez les ménages riverains de zones non viticoles avec prélèvement de poussières en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	237

Tableau 78 : Statut des ménages riverains de zones non viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	238
Tableau 79 : Résultats du modèle utilisé pour prédire la probabilité d'être un ménage riverain de zones non viticoles avec un échantillon d'air intérieur réceptionné en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	239
Tableau 80 : Distribution des poids après correction de la non-réponse et du calage chez les ménages riverains de zones non viticoles avec prélèvement d'air intérieur en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	240
Tableau 81 : Description des variables de calage chez les ménages riverains de zones non viticoles avec prélèvement d'air intérieur en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	241
Tableau 82 : Liste des variables construites pour l'interprétation des mesures d'imprégnations. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	243
Tableau 83 : Liste des variables construites pour l'interprétation des mesures de contamination. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	257
Tableau 84 : Bornes d'IMC utilisées pour les enfants. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	264
Tableau 85 : Correspondance entre le questionnaire et les variables construites (situation matrimoniale). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	264
Tableau 86 : Correspondance entre le questionnaire et les variables construites (situation socio-économique). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	266
Tableau 87 : Correspondance entre le questionnaire et les variables construites (diplôme). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	267
Tableau 88 : Correspondance entre le questionnaire et les variables construites (situation professionnelle). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	268
Tableau 89 : Correspondance entre le questionnaire et les variables construites (conditions de recueils). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	269
Tableau 90 : Classification de l'intensité des activités physiques. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	271
Tableau 91 : Correspondance entre le questionnaire et la variable « tabagisme passif » ...	273
Tableau 92 : Distribution des fréquences d'autoconsommation sur 14 jours pour les 5 famille d'aliments. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	277
Tableau 93 : Liste des aliments pris en compte pour caractériser le profil d'épluchage des participants. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	279
Tableau 94 : Classification des aliments de la consommation générale. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	281
Tableau 95 : Fruits et légumes pris en compte pour caractériser le profil d'épluchage des participants. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	284
Tableau 96 : Correspondance entre le questionnaire et les variables construites (utilisation domestique de pesticides pendant les 14 jours de suivi). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	286
Tableau 97 : Catégorie des pesticides utilisés au domicile en fonction du lieu d'application. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	289
Tableau 98 : Variables de l'auto-questionnaire utilisées pour la création des variables (utilisation domestique de pesticides au cours des 3 derniers mois). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	291
Tableau 99 : Attribution des catégories de nuisibles de l'auto-questionnaire. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	292
Tableau 100 : Attribution des catégories de précaution de l'auto-questionnaire. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	293
Tableau 101 : Correspondance entre les variables initiales concernant le lieu principal d'activité et la variable construite (présence de culture à proximité du lieu d'activité). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	296
Tableau 102 : Liste des précautions renseignées dans le questionnaires, selon le moment d'application (pendant l'utilisation ou après l'utilisation du produit). PestiRiv, France, 2021-2022. ...	302
Tableau 103 : Liste des variables construites pour décrire les activités de loisirs potentiellement exposantes aux pesticides. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	305
Tableau 104 : Niveau d'intensité des activités renseignées dans les questionnaires. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	305

Tableau 105 : Distribution des temps cumulés par jour renseignés dans les carnets journaliers. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	310
Tableau 106 : Nombre de jours par participant pour lesquels les BET sont manquants et nombre de BETj manquants correspondant. PestiRiv, France, 2021-2022.....	312
Tableau 107 : Cumul des temps renseignés par jour dans le carnet journalier. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	313
Tableau 108 : Nombre de jours par participant pour lesquels la durée renseignée est inférieure à 8 heures et nombre de BETj partiel correspondant. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	313
Tableau 109 : Nombre de BET <sub>14jours</sub> renseignés partiels (<336 h) ou complets (≥ 336 heures) avant et après imputation. PestiRiv, France, 2021-2022.....	314
Tableau 110 : Nombre de jours par participant pour lesquels les BET sont manquants après imputation et nombre de BETj correspondant. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	315
Tableau 111 : Correspondance entre le questionnaire et la variable BET <sub>14jours</sub> construite. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	316
Tableau 112 : Distribution des BET <sub>14jours</sub> après imputation (en heures). PestiRiv, France, 2021-2022.....	316
Tableau 113 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite « présence de cultures autres que la vigne et d'aménagements pouvant être sources d'exposition ou de contamination aux pesticides à proximité du logement ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	318
Tableau 114 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite (type de logement). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	320
Tableau 115 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite (isolation du logement). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	321
Tableau 116 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite (système de ventilation dans le logement). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	321
Tableau 117 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite (présence de climatiseur dans le logement). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	322
Tableau 118 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite (présence de tapis ou moquette dans le logement). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	323
Tableau 120 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite (nettoyage humide). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	328
Tableau 121 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite (nettoyage par aspirateur). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	328
Tableau 122 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite (nettoyage par balai). PestiRiv, France, 2021-2022.....	329
Tableau 123 : Variables utilisées pour la construction de la variable « aération du logement pendant les 14 jours de suivi ». PestiRiv, France, 2021-2022.....	329
Tableau 124 : Définition de la présence de pièce dans le logement. PestiRiv, France, 2021-2022.....	332
Tableau 125 : Règles d'imputation de la durée d'aération. PestiRiv, France, 2021-2022....	334
Tableau 126 : Règles pour la création de la variable durée hebdomadaire d'aération. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	335
Tableau 127 : Correspondance entre le questionnaire et les variables construites (précautions prises pendant le traitement des vignes ou après le traitement) PestiRiv, France, 2021-2022. ...	338
Tableau 128 : Liste des variables utilisées pour construire les dates de début et de fin des prélèvements de poussières. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	339
Tableau 129 : Liste des variables utilisées pour construire les dates de début et de fin des prélèvements d'air intérieur. PestiRiv, France, 2021-2022.....	339
Tableau 130 : Exemple de calendrier d'utilisation national des SA contre le mildiou. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	343
Tableau 131 : Exemple de calendrier d'utilisation national des SA contre l'oïdium. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	343
Tableau 132 : Règles de prise en compte du questionnaire terrain pour établir le calendrier d'utilisation des composés au niveau départemental. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	345

Tableau 133 : Chiffrage des plages d'intensité d'utilisation des substances actives. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	345
Tableau 134 : Coefficients à appliquer selon les formes de cuivre. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	348
Tableau 135 : Extrait d'une fiche fongicide : ventilation du soufre en Gironde. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	349
Tableau 136 : Règles de prise en compte du questionnaire terrain pour les traitements contre la tordeuse de la grappe. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	350
Tableau 137 : Distribution de la QSA entre les traitements contre les tordeuses et les cicadelles de la flavescence dorée. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	351
Tableau 138 : Extrait d'une fiche insecticide : ventilation de la cyperméthrine dans l'Aude. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	352
Tableau 139 : Répartition temporelle des traitements au glyphosate – première période. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	353
Tableau 140 : Règle d'attribution des directions angulaires des vents à chaque secteur cardinal. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	354
Tableau 141 : Indicateur de présence d'autres cultures. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	362



## Liste des figures

Figure 1 : Taille des échantillons de population (adultes et enfants) visé en période de traitement et hors traitement des vignes en zones viticoles et non viticoles. PestiRiv, France, 2021-2022.	29
Figure 2 : Taille de sous-échantillon proposée pour les différentes matrices environnementales en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.	30
Figure 3 : Taille de sous-échantillon proposée pour les différentes matrices environnementales en période hors traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.	31
Figure 4 : Méthode de sélection des sites en zones viticoles pour les mesures d'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022.	35
Figure 5 : Méthode de sélection des sites en zones non viticoles pour les mesures d'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022.	37
Figure 6 : Données recueillies dans PestiRiv et leurs modes de recueil. PestiRiv, France, 2021-2022.	40
Figure 7 : Déroulement de l'étude pour les participants. PestiRiv, France, 2021-2022.	42
Figure 8 : Nombre de sites et type de prélèvement d'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022.	45
Figure 9 : Synthèse des 4 protocoles de prélèvement de poussières déployés auprès des participants (source : CSTB/Ipsos). PestiRiv, France, 2021-2022.	47
Figure 10 : Prélèvement d'air intérieur au sein du protocole d'enquête globale. PestiRiv, France, 2021-2022.	49
Figure 11 : Arbre d'inclusion des ménages et participants de zones viticoles en période hors traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.	58
Figure 12 : Arbre d'inclusion des ménages de zones viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.	60
Figure 13 : Arbre d'inclusion des ménages de zones non viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022.	61
Figure 14 : Méthode générale de construction des indicateurs spatialisés d'exposition aux PPP utilisés sur les vignes. PestiRiv, France, 2021-2022.	96
Figure 15 : Démarche de cartographie de la zone éligible pour l'implantation des préleveurs des sites en zones viticoles. PestiRiv, France, 2021-2022.	122
Figure 16 : Critères pour la détermination de la zone éligible d'implantation des préleveurs. PestiRiv, France, 2021-2022.	122
Figure 17 : Préleveurs Partisol 2000, Leckel LVS6 et Leckel SEQ 47/50 (de gauche à droite). PestiRiv, France, 2021-2022.	124
Figure 18 : Têtes PM10 pour Partisol, Leckel LVS6 et Leckel SEQ 47/50. PestiRiv, France, 2021-2022.	125
Figure 19 : Cartouches pour Partisol 2000, porte-filtre pour Partisol 2000 et porte-filtre pour Leckel. PestiRiv, France, 2021-2022.	125
Figure 20 : Cartouche URG avec tête de prélèvement PM2,5 (source : CSTB). PestiRiv, France, 2021-2022.	128
Figure 21 : Cartouche de prélèvement URG fixée sur son support et intégrée au mât de prélèvement de la pompe à une hauteur de 1m50 (gauche), pompe Deltanova GH18 (centre gauche), pompe RHX RB19 (centre droit) et pompe AM3000 (droite). PestiRiv, France, 2021-2022.	128
Figure 22 : Enregistreurs de température et d'humidité relative HL20 (gauche), HL20D (centre) et HL1D (droite). PestiRiv, France, 2021-2022.	129
Figure 23 : Structure du fosétyl-aluminium (à gauche) et du fosétyl (à droite). PestiRiv, France, 2021-2022.	137
Figure 24 : Bilan des substances recherchées dans l'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022.	140
Figure 25 : Bilan des substances recherchées dans l'air intérieur. PestiRiv, France, 2021-2022.	142



Figure 26 : Bilan des substances recherchées dans les aliments autoproduits. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	143
Figure 27 : Méthode d'analyse des substances dites « semi-volatiles » de la filière 1 pour les échantillons de poussières [Source : Leres]. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	155
Figure 28 : Méthode d'analyse des substances des substances dites « thermosensibles et/ou non-volatiles » de la filière 2 pour les échantillons de poussières [Source : Leres]. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	156
Figure 29 : Méthode d'analyse des substances des substances polaires de la filière 3 pour les échantillons de poussières [Source : Leres]. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	157
Figure 30 : Méthode d'analyse du cuivre de la filière 4 pour les échantillons de poussières [Source : Leres]. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	158
Figure 31 : Démarche générale de calcul des poids de sondage. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	204
Figure 32 : Distribution des poids de tirage des ménages riverains de zones viticoles à enquêter hors période de traitement (n= 4065). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	206
Figure 33 : Stratégie d'échantillonnage des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	208
Figure 34 : Stratégie d'échantillonnage des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	213
Figure 35 : Distribution des poids de tirage des ménages riverains de zones viticoles à enquêter en période de traitement (n= 7957). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	218
Figure 36 : Stratégie d'échantillonnage des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières pour la 1 <sup>ère</sup> fois en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	219
Figure 37 : Stratégie d'échantillonnage des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur pour la 1 <sup>ère</sup> fois en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	225
Figure 38 : Distribution des poids de tirage des ménages riverains de zones non viticoles à enquêter en période de traitement (n=4460) . PestiRiv, France, 2021-2022. ....	233
Figure 39 : Stratégie d'échantillonnage des ménages riverains de zones non viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	234
Figure 40 : Stratégie d'échantillonnage des ménages riverains de zones non viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	238
Figure 41 : Construction de la variable « Prise de médicament pendant les 14 jours de suivi ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	270
Figure 42 : Construction de la variable « Temps d'activité physique pendant les 14 jours de suivi ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	272
Figure 43 : Construction de la variable « Statut tabagique ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	273
Figure 44 : Taux de remplissage du carnet journalier en fonction du jour de suivi. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	274
Figure 45 : Association des produits pesticides utilisés au domicile entre les différents questionnaires. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	287
Figure 46 : Synthèse de la méthode de construction de la liste des produits pesticides utilisés pour des usages domestiques pendant les 14 jours de suivi. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	290
Figure 47 : Construction de la variable « présence de culture à 500 mètres du lieu d'activité ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	297
Figure 48 : Construction de la variable « Code postal du lieu d'activité dans la zone viticole de l'étude ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	298
Figure 49 : Construction de la variable « Utilisation professionnelle de pesticides pendant les 14 jours de suivi ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	299
Figure 50 : Construction de la variable « Activité professionnelle dans le secteur de la vigne au cours des 3 derniers mois ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	301

Figure 51 : Construction des variables du durée des activités réalisées près de vignes ou d'autres cultures pendant les 14 jours de suivi. PestiRiv, France, 2021-2022.....	307
Figure 52 : Résumé de la méthode d'imputation des temps-lieux mal renseignés. PestiRiv, France, 2021-2022 .....	315
Figure 53 : Construction de la variable « logement_proxi_pest » . PestiRiv, France, 2021-2022.....	319
Figure 54 : Construction de la variable « étage ». PestiRiv, France, 2021-2022.....	320
Figure 55 : Construction de la variable « présence de tapis ou de moquette dans le logement ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	322
Figure 56 : Construction de la variable « présence d'une clôture autour du logement ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	323
Figure 57 : Construction de la variable « utilisation d'eau de pluie ». PestiRiv, France, 2021-2022.....	325
Figure 58 : Construction de la variable « utilisation d'eau de puits ». PestiRiv, France, 2021-2022.....	326
Figure 59 : Construction de la variable « présence d'une piscine dans le logement ». PestiRiv, France, 2021-2022. ....	327
Figure 60 : : Construction de la variable « présence d'animaux domestiques allant à l'extérieur du logement ». PestiRiv, France, 2021-2022.....	327
Figure 61 : Bilan des durées maximales d'enquête renseignées (toutes pièces confondues). PestiRiv, France, 2021-2022. ....	331
Figure 62 : Exemple de la démarche pour l'imputation des temps d'aération manquants. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	333
Figure 63 : Schéma récapitulatif de la démarche pour le calcul de la durée totale d'aération par pièce. PestiRiv, France, 2021-2022.....	335
Figure 64 : Règles de décision pour la détermination du stade BBCH au niveau départemental. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	344
Figure 65 : Étapes du calcul pour la prise en compte de la modulation des doses des produits fongicides - exemple théorique pour les produits conventionnels. PestiRiv, France, 2021-2022. ...	347
Figure 66 : : Schéma des roses des vents construites. PestiRiv, France, 2021-2022.....	355
Figure 67 : Synthèse des prétraitements sur les données de vents. PestiRiv, France, 2021-2022.....	355
Figure 68 : Synthèse méthode de construction de l'indice total d'imprégnation. PestiRiv, France, 2021-2022. ....	364

## Abréviations

<b>AASQA</b>	Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air
<b>Agreste</b>	Statistiques agricoles de référence du ministère en charge de l'agriculture et de l'alimentation
<b>Anses</b>	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
<b>ARA</b>	Auvergne-Rhône-Alpes
<b>ASE</b>	Extraction accélérée par solvant
<b>BFC</b>	Bourgogne-Franche-Comté
<b>BNVD</b>	Banque nationale des ventes pour les distributeurs
<b>BSV</b>	Bulletin de santé du végétal
<b>CE</b>	Comité d'experts
<b>CES</b>	Comité d'experts spécialisés
<b>CIL</b>	Comparaison Interlaboratoires
<b>CNEP</b>	Campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air ambiant
<b>CS</b>	Conseil scientifique
<b>CSTB</b>	Centre scientifique et technique du bâtiment
<b>CV</b>	Coefficient de variation
<b>CVI</b>	Casier viticole informatisé
<b>Draaf</b>	Directions régionales de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt
<b>EHESP</b>	École des hautes études en santé publique, Rennes
<b>FD</b>	Fréquence de détection
<b>FQ</b>	Fréquence de quantification
<b>GC-MS/MS</b>	Chromatographie en phase gazeuse couplée à une spectrométrie de masse en tandem
<b>GE</b>	Grand Est
<b>GIRPA</b>	Groupe interrégional de recherche sur les produits agropharmaceutiques
<b>GT</b>	Groupe de travail
<b>IC</b>	Intervalle de confiance
<b>ICP-MS</b>	Spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif
<b>ICP-OES</b>	Spectrométrie d'émission optique avec plasma à couplage inductif
<b>IFT</b>	Indice de fréquence de traitement
<b>IMC</b>	Indice de masse corporelle
<b>Inrae</b>	Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
<b>Insee</b>	Institut national de la statistique et des études économiques
<b>Inserm</b>	Institut national de la santé et de la recherche médicale
<b>LC-MS/MS</b>	Chromatographie en phase liquide couplée à une spectrométrie de masse en tandem
<b>LCSQA</b>	Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air
<b>Leres</b>	Laboratoire d'étude et de recherche en environnement et santé de l'EHESP
<b>LOD</b>	Limite de détection
<b>LOQ</b>	Limite de quantification
<b>NA</b>	Nouvelle-Aquitaine

<b>OQAI</b>	Observatoire de la qualité de l'air intérieur
<b>ODR</b>	Observatoire du développement Rural
<b>PACA</b>	Provence-Alpes-Côte d'Azur
<b>PF</b>	Poids frais
<b>PPP</b>	Produit phytopharmaceutique
<b>PUF</b>	Mousse en polyuréthane
<b>RPG</b>	Registre parcellaire graphique
<b>R4P</b>	Réseau de Réflexion et de Recherche sur la Résistance aux Pesticides
<b>SA</b>	Substance active
<b>SAU</b>	Surface agricole utile
<b>SpF</b>	Santé publique France
<b>THR</b>	Température et humidité relative
<b>TP</b>	Type de produits biocides
<b>UT2A</b>	Ultra traces analyses Aquitaine

# Glossaire

<b>Analyse multivariée</b>	Étude statistique des relations pouvant exister entre plusieurs variables. Dans PestiRiv, les modèles multivariés utilisés visent à explorer le lien entre l'exposition d'intérêt (vivre en zone viticole par exemple) et la variable d'intérêt (la concentration urinaire d'un biomarqueur, par exemple), en tenant compte de facteurs de confusion potentiels (liés à la fois à l'exposition et à la concentration).
<b>Aliquotage</b>	Séparation de liquide ou solution dans différents contenants.
<b>Biomarqueur</b>	Caractéristique mesurable objectivement (activité enzymatique, hormone, métabolite, etc.) dont la présence ou la concentration dans le sang, les urines ou les cheveux peut signaler un événement (exposition à des substances chimiques par exemple) ou un statut physiologique particulier. Dans le cadre de l'étude PestiRiv, les biomarqueurs recherchés sont des biomarqueurs d'exposition aux pesticides. Il peut s'agir de la substance elle-même ou de ses produits de dégradation (métabolites).
<b>Biosurveillance</b>	La biosurveillance est un outil permettant d'évaluer l'exposition de la population à des substances chimiques, à l'aide d'indicateurs biologiques (biomarqueurs) mesurés dans des liquides biologiques ou des tissus : urine, sang, cheveux, salive, etc. La biosurveillance permet d'intégrer toutes les sources et voies d'exposition.
<b>Biothèque</b>	Également appelée biobanque. Unité assurant la transformation, la conservation, la distribution et la cession de tissus et/ou de liquides biologiques d'origine humaine.
<b>Cryotube</b>	Tubes stériles destinés au stockage d'échantillons biologiques et supportant une congélation à très basse température.
<b>Échantillon biologique</b>	Matériaux biologiques recueillis à partir de patients humains, notamment le sang et ses composants, les urines, les cheveux, etc., à des fins de recherche, de diagnostic, d'enquête, de traitement ou de prévention. Dans le cadre de l'étude PestiRiv, les échantillons biologiques recueillis sont des échantillons d'urines et de cheveux.
<b>Échantillon environnemental</b>	Échantillon prélevé dans l'environnement (sol, air, eau, etc.). Dans le cadre de l'étude PestiRiv, les échantillons environnementaux recueillis sont des échantillons de poussières (poussières intérieures déposées au sol), d'air ambiant, d'air intérieur et d'aliments autoproduits.
<b>Hors-champ</b>	Les unités hors-champ sont les unités de la base de sondage qui n'appartiennent pas à la population visée par l'enquête. Du fait des imperfections inhérentes aux bases de sondage ces unités hors-champ sont le plus souvent détectées au moment de la collecte. Dans PestiRiv, les unités hors-champ correspondent aux adresses tirées au sort dans la base de sondage mais qui

correspondent sur le terrain à des logements vacants, des entreprises, des résidences secondaires, etc.

### **Imprégnation**

L'imprégnation désigne la concentration d'indicateurs biologiques (biomarqueurs) mesurés dans des liquides biologiques ou des tissus : urine, sang, cheveux, salive, etc. La mesure de l'imprégnation permet d'intégrer toutes les sources et voies d'exposition.

### **Ménage**

Un ménage, au sens de l'Insee, désigne l'ensemble des personnes qui partagent la même résidence principale, sans que ces personnes soient nécessairement unies par des liens de parenté. Un ménage peut être constitué d'une seule personne.<sup>1</sup>

### **Métabolite**

Produit de transformation d'une substance dans l'organisme humain ou dans l'environnement. Selon sa spécificité vis-à-vis d'une substance, un métabolite peut être utilisé comme biomarqueur de l'exposition à cette substance.

### **Non-riverains**

Individus témoins pris comme référence pour servir de base de comparaison par rapport aux riverains. Dans PestiRiv, le groupe « non-riverains » correspond aux personnes vivant en zone non viticole, c'est-à-dire à plus de 1 000 mètres de toute culture (y compris la vigne).

### **Participant**

Personne issue de la population d'étude, ayant réalisé l'ensemble du protocole d'étude et pour lesquelles des données de contamination environnementale ou d'imprégnation sont disponibles.

### **Période de traitement**

Période pendant laquelle les traitements des vignes par des produits phytopharmaceutiques sont les plus fréquents. Cette période s'étend du 28 février 2022 au 6 septembre 2022 pour le terrain de PestiRiv.

### **Période hors traitement**

Période pendant laquelle les traitements des vignes par des produits phytopharmaceutiques sont les moins fréquents. Cette période s'étend du 11 octobre 2021 au 28 février 2022 pour le terrain de PestiRiv.

### **Pesticides**

Les pesticides sont des substances utilisées pour lutter contre les insectes, les moisissures/champignons, rongeurs ou les mauvaises herbes. Ils se regroupent en 3 catégories : les produits phytopharmaceutiques (PPP) utilisés en protection des plantes, les biocides utilisés contre les nuisibles (insectes, rongeurs, etc.) et les antiparasitaires à usage vétérinaire et humain. L'étude PestiRiv s'intéresse spécifiquement à l'exposition aux PPP utilisés en viticulture chez les personnes vivant près de ces cultures. Toutefois les riverains de cultures viticoles, comme le reste de la population générale, sont exposés à d'autres pesticides. Dans le document le terme « pesticides » peut donc être utilisé pour cibler à la fois les PPP et les autres catégories de pesticides.

### **Poids de sondage**

Coefficient attribué à chaque participant de la population d'étude afin de prendre en compte sa probabilité d'inclusion. Ce poids

---

<sup>1</sup> <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1881>



peut être interprété comme le nombre d'individus dans la population d'intérêt que chaque participant de l'étude représente.

### **Pondération**

La pondération consiste à attribuer un poids de sondage à chaque participant d'une enquête afin de corriger la représentativité de la population d'étude et être en mesure d'extrapoler les résultats de l'étude à la population cible.

### **Population cible**

Il s'agit de la population totale pour laquelle l'étude vise à produire les informations souhaitées. Dans PestiRiv, la population cible de l'étude concerne :

- Les individus résidant dans des logements situés en France hexagonale (hors Corse) entre 0 et 500 mètres d'au moins 1 hectare de vignes et situés à plus de 1 000 mètres de toute autre culture agricole (groupe « riverains ») ;
- Les individus résidant dans des logements situés en France hexagonale à plus de 1 000 mètres de toute culture (groupe « non-riverains »).

### **Population d'étude**

Il s'agit de la population réellement prise en compte pour l'étude et pour laquelle les informations souhaitées sont produites.

### **Riverains**

Individus résidant à proximité d'un domaine (bois, parcelles agricoles, etc.) d'une construction (usines, etc.) ou d'une voie de communication (rue, etc.). Le terme « riverains » regroupe des individus qui habitent dans des environnements semblables susceptibles de partager des nuisances communes (bruit, pollution, etc.). Dans PestiRiv, le groupe « riverains » correspond aux personnes vivant en zone viticole, c'est-à-dire à moins de 500 mètres de vignes et à plus de 1 000 mètres d'autres cultures.

# 1 CONTEXTE

La France hexagonale compte environ 780 000 hectares de vignes, ce qui représente près de 3 % de la surface agricole utile totale du territoire<sup>2</sup>. Ces cultures sont très intriquées avec l'habitat, si bien qu'environ 4 % de la population en France hexagonale vit à moins de 200 mètres d'une parcelle de vigne<sup>3</sup>. Par ailleurs, la viticulture fait partie des cultures qui recourt le plus aux produits phytopharmaceutiques (PPP), à la fois en termes de fréquences de traitements (indice de fréquence de traitement (IFT) moyen = 12,4 en 2019 [1]) et de quantités vendues (14 % des dépenses globales en agriculture en 2011 [2]).

Les PPP pulvérisés sur les parcelles peuvent se disperser au-delà des zones traitées par des phénomènes de dérive, sous forme de gouttelettes au moment de l'application ou de réenivol de la fraction de PPP volatilisé en post-application [3; 4]. Dans certains cas, les pertes vers l'atmosphère pendant et après l'application peuvent représenter jusqu'à plusieurs dizaines de pourcents de la quantité appliquée [5]. L'utilisation de pulvérisateurs à jet pneumatiques (ceux généralement utilisés en viticulture) ainsi que la hauteur du traitement sont des facteurs qui peuvent contribuer à augmenter le risque de dispersion des PPP [6]. Cette dispersion atmosphérique s'accompagne d'une redéposition progressive au niveau du sol.

Les personnes vivant en zones viticoles sont alors susceptibles d'être exposées par de nombreuses voies aux PPP dispersés : inhalation d'air ambiant, contact avec des sols contaminés lors d'activités extérieures, ingestion d'aliments contaminés par des dépôts, etc.

Il existe peu de données au niveau français sur l'exposition aux PPP des personnes vivant près de cultures, et de vignes en particulier. L'exposition environnementale aux PPP a été étudiée en population générale (étude Pesti'home, surveillance des pesticides dans l'air ambiant, programme national de biosurveillance [7-12]), sans permettre d'étudier spécifiquement l'exposition des populations vivant près de vignes. Des actions ont également été entreprises dans le cadre d'études locales (AIRES, études Airaq, Sigexposome, phyto tifs, phytoriv [13-15]). Mais, d'une part elles ne ciblent pas nécessairement les zones viticoles, d'autre part elles fournissent des données partielles (pas de mesures dans l'air et les poussières des logements par exemple), limitées à certains sites et à certains pesticides. Ainsi, ces études sont insuffisantes pour caractériser spécifiquement l'exposition aux PPP des personnes vivant en zones viticoles.

Dans ce contexte, Santé publique France et l'Anses ont décidé de mettre en œuvre une étude d'exposition multisites chez les riverains de vignes : l'étude PestiRiv.

L'étude PestiRiv est inédite en termes de voies d'exposition prises en compte et de diversité des échantillons collectés conjointement (air ambiant, air intérieur, poussières déposées au sol, urines, cheveux, fruits et légumes du jardin). Elle vise ainsi à produire des données objectives permettant de répondre aux incertitudes encore nombreuses sur la connaissance de l'exposition des riverains de vignes aux PPP en France. Ces données permettront d'objectiver l'impact des usages de PPP en viticulture sur les populations riveraines et, le cas échéant, de définir les mesures de prévention permettant de limiter les expositions.

---

<sup>2</sup> Source Recensement agricole 2020 : <https://vizagreste.agriculture.gouv.fr/la-superficie-agricole-utilisee.html>

<sup>3</sup> Estimation basée sur la localisation des vignes, réalisée à partir du Registre parcellaire graphique (RPG) de 2010, de la couche d'occupation du sol de CORINE Land Cover et du Recensement agricole (2010), et la localisation des logements, réalisées à partir des revenus fiscaux localisés de l'Insee.

## 2 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE PESTIRIV

L'étude PestiRiv vise à mesurer la contamination des milieux et l'imprégnation des personnes vivant en zones viticoles (près de vignes) par les PPP utilisés sur ces cultures, afin de déterminer si les niveaux mesurés sont plus élevés que ceux observés chez les personnes vivant en zones non viticoles.

L'étude offre également l'opportunité de répondre aux objectifs secondaires suivants :

- identifier les facteurs associés aux contaminations des milieux et aux niveaux d'imprégnations des riverains de vignes en lien avec la présence de ces cultures ;
- étudier l'effet de la distance entre le logement et les parcelles de vignes sur les contaminations des milieux et les niveaux d'imprégnations des riverains ;
- décrire la variation des contaminations des milieux et des niveaux d'imprégnations des riverains de vignes entre les périodes de traitement et hors traitement des vignes ;
- étudier les liens entre les différents niveaux de contamination des milieux et les niveaux d'imprégnations<sup>4</sup>.

L'étude PestiRiv permet de disposer de données objectives françaises afin de répondre aux incertitudes encore nombreuses sur la connaissance de la contamination des milieux et l'imprégnation des personnes vivant en zones viticoles par les PPP utilisés sur ces cultures.

## 3 MISE EN ŒUVRE DE L'ÉTUDE PESTIRIV

### 3.1 Intervenants de l'étude

L'étude PestiRiv est réalisée conjointement par Santé publique France et l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), en collaboration avec l'Insee<sup>5</sup>, l'OQAI/CSTB<sup>6</sup>, le LCSQA<sup>7</sup>/Ineris, Atmo France/AASQA<sup>8</sup>, le Leres/EHESP<sup>9</sup>, l'Inrae (ODR)<sup>10</sup> et Météo-France.

La mise en œuvre de l'étude fait appel à plusieurs prestataires pour assurer :

- La collecte des données d'enquête auprès des participants :
  - o l'institut Ipsos a été mandaté pour assurer le recrutement et la coordination des enquêteurs de terrain, le développement des masques de saisie des

---

<sup>4</sup> Cet objectif sera traité dans une publication ultérieure

<sup>5</sup> L'Institut national de la statistique et des études économiques, pour le tirage au sort des ménages de l'enquête

<sup>6</sup> L'Observatoire de la qualité de l'air intérieur et le Centre scientifique et technique du bâtiment pour la collecte d'air intérieur et de poussières. En 2024, l'OQAI est devenu l'Observatoire de la qualité des environnements intérieurs (OQEI)

<sup>7</sup> Le Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air et l'Ineris pour la campagne de mesures d'air ambiant

<sup>8</sup> Les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air et leur fédération nationale pour la campagne de mesures d'air ambiant

<sup>9</sup> Le Laboratoire d'étude et de recherche en environnement et santé de l'Ecole des hautes études en santé publique

<sup>10</sup> L'Observatoire du développement rural de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement pour la spatialisation des données de ventes des PPP

questionnaires, l'inclusion des participants, le recueil des données (questionnaires, prélèvements biologiques et prélèvements de poussières) et la construction des fichiers contenant les réponses aux questionnaires et le suivi des participations.

- la gestion des échantillons biologiques et leurs analyses :
  - des laboratoires de biologie médicale ont assuré la réception et le stockage intermédiaire de proximité des échantillons biologiques ;
  - Transporteo a été mandaté pour le transport des échantillons à température contrôlée (-80 °C pour les échantillons d'urines et à température ambiante pour les échantillons de cheveux) ;
  - la biothèque du CHU de Tours a été mandatée pour réaliser l'aliquotage des échantillons d'urines et le stockage des échantillons biologiques (urines et cheveux) jusqu'à leur envoi aux laboratoires de dosages ;
  - les laboratoires de dosages Labéo, Labocéa<sup>11</sup>, le laboratoire de toxicologie de l'INSPQ<sup>12</sup> et l'Ires<sup>13</sup> ont été sélectionnés pour la réalisation des dosages des biomarqueurs de PPP dans les échantillons biologiques et l'envoi des résultats à Santé publique France ;
  - le Leres a été retenu pour réaliser le contrôle des résultats de dosages des échantillons biologiques.
- la collecte et la gestion des échantillons environnementaux :
  - les prestataires Oxygenair, Certifair, Enexco, A2L environnement, Evadies et ITGA ont été sélectionnés pour réaliser les prélèvements d'air intérieur ;
  - des laboratoires ont été sélectionnés pour réaliser l'analyse des échantillons d'air intérieur et ambiant (Ianesco), des poussières (Leres) et des aliments (GIRPA<sup>14</sup> et UT2A<sup>15</sup>) ;
  - Chronopost a assuré le transport des échantillons d'air intérieur, des poussières et des aliments ;
  - Geodis a assuré le transport des aliments congelés depuis le laboratoire GIRPA vers le laboratoire UT2A.

## 3.2 Comitologie

La mise en œuvre de l'étude PestiRiv repose sur la mobilisation de comités d'experts externes à Santé publique France et à l'Anses. Ces comités ont pour objectif d'appuyer les deux agences dans leurs travaux, afin de garantir la qualité scientifique des résultats produits et la robustesse des conclusions. Quatre collectifs d'experts ont ainsi été mobilisés par Santé publique France et l'Anses lors des phases d'élaboration de l'étude et d'exploitation des résultats :

- le conseil scientifique (CS) « Riverains de cultures, pesticides et santé », piloté par Santé publique France entre septembre 2017 et mai 2022, a participé à l'élaboration et à la validation du protocole de l'étude en garantissant sa pertinence et sa faisabilité ;

---

<sup>11</sup> Laboratoire public Conseil, Expertise et Analyse en Bretagne

<sup>12</sup> Institut national de santé publique du Québec

<sup>13</sup> Institut de Recherche & d'Expertise scientifique de Strasbourg

<sup>14</sup> Laboratoire Groupement interrégional de recherche sur les produits agropharmaceutiques

<sup>15</sup> Laboratoire Ultra Traces Analyses Aquitaine

- le conseil scientifique (CS) du programme national de biosurveillance, piloté par Santé publique France, a pour missions de garantir la cohérence, la pertinence et la qualité scientifiques des travaux relatifs aux mesures d'imprégnations ;
- deux groupes d'experts sur les mesures environnementales et les pratiques agricoles, coordonnés par l'Anses, ont apporté leur appui pendant la phase d'élaboration du protocole (2018 à 2021), puis pendant la phase d'exploitation des résultats (2023 à mi-2025).

La composition des différents collectifs d'experts cités ci-dessus est détaillée en Annexe 1 : Compositions des collectifs d'experts externes mobilisés par Santé publique France et l'Anses dans le cadre de PestiRiv. Les experts externes, membres des conseils scientifiques et des groupes de travail sont tous nommés *intuitu personae* et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

Par ailleurs, la production de l'avis final de l'étude PestiRiv, porté conjointement par Santé publique France et l'Anses, s'appuie sur l'examen des résultats de l'étude par les comités d'experts de Santé publique France (CE Santé environnement travail « CE SET ») et de l'Anses (Comité d'experts spécialisés Évaluation des risques liés aux milieux aériens « CES Air »). Ces comités sont constitués d'experts pluridisciplinaires indépendants qui formulent des avis et recommandations au sens de la charte de l'expertise sanitaire, en répondant à certaines exigences réglementaires concernant en particulier leurs possibles liens d'intérêt. Chacun des deux comités d'experts exprime un avis collectif sur les conclusions de l'étude et les recommandations à tirer sur les champs couverts par l'enquête et selon les périmètres respectifs des comités d'experts.

## 4 RÉSUMÉ DU PROTOCOLE DE L'ÉTUDE

Le protocole de l'étude PestiRiv a été publié en 2021 [16]. Le Tome 0 présente uniquement les grandes lignes de ce protocole qui est consultable en intégralité sur le site internet de Santé publique France à partir de l'URL : [PestiRiv : Étude d'exposition aux pesticides chez les riverains de zones viticoles et non viticoles. Protocole.](#)

La faisabilité du protocole a été testée lors d'une phase pilote de l'étude PestiRiv, ce qui a permis d'ajuster le protocole pour l'étude à grande échelle [17]. Cette étude pilote a été réalisée entre octobre et décembre 2019 dans quatre communes des régions Grand Est et Nouvelle-Aquitaine. Le bilan de ce pilote est publié sur le site internet de Santé publique France à partir de l'URL : [PestiRiv : Étude d'exposition aux pesticides chez les riverains de zones viticoles et non viticoles. Bilan de l'étude pilote.](#)

### 4.1 Définition de l'étude

L'étude PestiRiv est une étude d'exposition transversale multicentrique réalisée auprès de personnes vivant en zones viticoles (« riverains ») et non viticoles (« non-riverains »), à des fins de comparaison. L'approche multicentrique vise à s'affranchir autant que possible des limites et des difficultés d'interprétation des études locales réalisées autour d'un seul site et de représenter des situations locales contrastées afin d'étudier l'impact de différents facteurs sur les niveaux d'exposition (fréquence de traitements en PPP dans les différents bassins viticoles, modes de vie, météorologie, etc.).

L'estimation de l'exposition aux PPP des participants repose sur des mesures conjointes réalisées dans l'environnement (poussières, air intérieur, air ambiant et fruits et légumes du

jardin) et l'organisme des participants (urines et cheveux). La collecte biologique des urines et des cheveux concerne l'ensemble des participants, adultes et enfants. La collecte d'échantillons environnementaux au sein des logements des participants (poussières, air intérieur et fruits et légumes du jardin) est réalisée pour un sous-échantillon des ménages de façon concomitante avec la collecte biologique des urines et des cheveux chez les adultes et les enfants. Les recueils de cheveux, d'air intérieur et de fruits et légumes du jardin sont facultatifs et les participants sont libres d'accepter ou de refuser ces prélèvements. La collecte d'échantillons d'air ambiant, généralement dans l'espace public, est réalisée dans des communes viticoles et des communes éloignées de toute culture.

## 4.2 Champ de l'enquête

L'étude PestiRiv est réalisée dans les régions viticoles de France métropolitaine répondant aux critères de sélection de la zone viticole (cf. 4.2.2) : Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Grand Est, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Provence-Alpes-Côte d'Azur. Dans chacune de ces régions, l'étude est réalisée dans des sites proches de vignes et des sites éloignés de toute culture permettant de représenter des situations locales contrastées : bassins viticoles, zones rurales ou urbaines, caractéristiques topographiques et météorologiques, y compris l'orientation des vents.

### 4.2.1 Périodes d'enquête

L'étude est réalisée à deux périodes de l'année, entre octobre 2021 et février 2022, période pendant laquelle les traitements des vignes par les PPP sont les moins fréquents (période hors traitement), puis entre mars 2022 et août 2022, période pendant laquelle les traitements des vignes sont les plus fréquents (période de traitement).

### 4.2.2 Sélection des zones viticoles et non viticoles

Plusieurs bases de données sont utilisées dans la sélection des zones viticoles et non viticoles :

- le Casier viticole informatisé (CVI)<sup>16</sup> (2019) ;
- le Registre parcellaire graphique (RPG)<sup>17</sup> (2017) ;
- la BD Topo Zone Végétation<sup>18</sup>.

#### 4.2.2.1 Sélection des zones viticoles

Les critères utilisés pour délimiter les zones viticoles permettent de sélectionner des sites situés dans des environnements à dominance viticole et de limiter la présence d'autres types de cultures traitées avec des PPP.

La sélection des sites de zones viticoles repose sur deux critères :

- (1) l'absence quasi-totale (moins de 0,5 % de la superficie agricole) de cultures, autres que la vigne, susceptibles d'être traitées par des PPP dans un périmètre de 1 500 mètres du contour des parcelles viticoles. Les estives, les landes et les prairies permanentes ne sont pas concernées car il s'agit de cultures rarement traitées par des PPP ;

---

<sup>16</sup> [Exploitation viti-vinicole \(Fiche de compte\) | Portail de la Direction Générale des Douanes et Droits Indirects](#)

<sup>17</sup> [RPG | Géoservices](#)

<sup>18</sup> [BD TOPO® | Géoservices](#)



(2) la présence de plus de 1 hectare de vignes afin d'éviter les petites parcelles viticoles isolées ou les parcelles dont la présence n'est pas validée par photo aérienne.

Un site « viticole » est un périmètre restreint situé entre 0 et 500 mètres du contour d'une parcelle viticole (ou d'un groupement de parcelles viticoles) vérifiant les 2 critères ci-dessus et dans lequel les ménages sont tirés au sort. Les ménages enquêtés sont donc situés entre 0 et 500 mètres de vignes et à plus de 1 000 mètres d'autres cultures (hors prairies permanentes, estives et landes).

La sélection en zones viticoles aboutit à retenir 164 sites<sup>19</sup> répartis dans les régions viticoles de l'Occitanie, de la Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), de la Nouvelle-Aquitaine (NA), de l'Auvergne-Rhône-Alpes (ARA), de la Bourgogne-Franche-Comté (BFC) et du Grand Est (GE).

#### *4.2.2.2 Sélection des zones non viticoles*

Les critères utilisés pour délimiter les zones non viticoles permettent de sélectionner des sites localisés dans des communes sans aucune activité agricole (ni vignes, ni autres cultures) dans les six régions comprenant des sites viticoles. Ce choix permet de minimiser toute éventuelle exposition aux PPP due à une activité agricole à proximité des habitations.

La sélection des sites des zones non viticoles repose sur trois critères :

(1) l'absence totale de vignes et de toute autre activité agricole (hors estives, landes et prairies permanentes) dans un périmètre de 1 500 mètres autour du chef-lieu de la commune ;

(2) la présence limitée de vignes (moins de 1 hectare) dans un périmètre compris entre 1 500 mètres et 5 500 mètres autour du chef-lieu de la commune ;

(3) la comparabilité des sites « non viticoles » avec les sites « viticoles », sur la base :

(3.1) de la typologie des communes en termes de densité de la population : sélection des sites dont les communes ont les mêmes typologies que les communes de la zone viticole ;

(3.2) de la superficie des cultures agricoles (sauf vigne) présentes entre 1 500 et 5 500 mètres autour du chef-lieu de la commune : sélection des sites dont la surface des cultures agricoles ne dépasse pas la surface moyenne observée dans les sites viticoles ;

(3.3) de la superficie des estives, landes et prairies permanentes présentes dans la zone tampon de 500 mètres autour du chef-lieu de la commune : sélection des sites dont la surface des estives, landes et prairies permanentes ne dépasse pas la surface moyenne observée des estives, landes et prairies permanentes dans les sites viticoles.

Un site non viticole est un périmètre restreint situé entre 0 et 500 mètres autour du chef-lieu de la commune et vérifiant les 3 critères ci-dessus. Les ménages enquêtés sont donc situés à plus de 1 000 mètres de toute culture (y compris vigne) et à plus de 5 000 mètres d'une parcelle de vigne de plus de 1 hectare.

La sélection des zones non viticoles aboutit à une sélection de 102 sites<sup>20</sup>.

<sup>19</sup> Par rapport au protocole (162 sites), 2 sites ont été scindés en deux.

<sup>20</sup> Par rapport au protocole (101 sites), un site supplémentaire a été intégré.

## 4.3 Population de l'étude

L'étude PestiRiv concerne à la fois les adultes et les enfants résidant dans les zones viticoles et non viticoles de l'étude.

- La population de zones viticoles est composée d'adultes âgés de 18 à 79 ans et d'enfants âgés de 3 à 17 ans tirés au sort résidant dans un ménage dont le logement est situé dans un des sites viticoles de l'étude (groupe « riverains »).
- La population de zones non viticoles est composée d'adultes âgés de 18 à 79 ans et d'enfants âgés de 3 à 17 ans tirés au sort résidant dans un ménage dont le logement est situé dans un des sites non viticoles de l'étude (groupe « non-riverains »).

Les critères d'inclusion et d'exclusion sont appliqués de la même façon aux riverains de zones viticoles et non viticoles.

### **Critères d'inclusion :**

- pour les adultes, être âgés de 18 ans à 79 ans au moment de l'étude ;
- pour les enfants, être âgés de 3 ans à 17 ans au moment de l'étude ;
- avoir sa résidence principale dans la zone viticole pour la population vivant près des vignes (« riverains ») ;
- avoir sa résidence principale dans la zone non viticole pour la population vivant loin de toute culture (« non-riverains ») ;
- résider au moins 5 jours sur 7 et depuis plus de 3 mois dans l'une des zones d'étude sélectionnées ;
- être en mesure de comprendre les implications de la participation à l'étude (audition, compréhension de la langue française) ;
- avoir donné son consentement écrit pour participer à l'étude. Pour les enfants âgés de 3 à 10 ans, le consentement écrit est donné par les 2 parents de l'enfant (ou par ses représentants légaux). Le consentement de l'enfant est également recueilli à partir de 11 ans.

### **Critères d'exclusion :**

- prévoir de déménager dans le mois suivant l'inclusion pour les participants inclus au printemps-été 2022 ;
- prévoir de déménager dans les 10 mois suivant l'inclusion pour les participants inclus à l'automne-hiver 2021-2022 ;
- être indisponible sur une longue période suivant l'inclusion (par exemple, ne pas être disponible pendant 15 jours consécutifs sur chaque période de l'étude) ;
- être en incapacité majeure qui ne permettrait pas de participer à l'étude.

Pour des questions logistiques, il est également demandé aux participants de disposer d'un congélateur pour le stockage des échantillons d'urines et, pour les ménages concernés, d'un aspirateur pour la collecte des poussières.

Être un travailleur agricole pouvant être professionnellement exposé aux pesticides n'est pas un critère d'exclusion du ménage et des participants, dès lors que le lieu de résidence est situé dans la zone d'étude.

## 4.4 Plan de sondage

### 4.4.1 Description du sondage

La base de sondage de l'enquête PestiRiv est constituée à partir de la table logements de la base Fidéli (Fichier démographique d'origine fiscale sur les logements et les individus<sup>21</sup>) issue des sources fiscales du millésime 2020. Les logements sont des résidences principales situées dans les régions viticoles de la France continentale sélectionnées (Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Grand Est, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Provence-Alpes-Côte d'Azur) et localisées dans un rayon de 500 mètres autour de parcelles viticoles pour la zone viticole (cf. 4.2.2) et dans un rayon de 500 mètres autour du chef-lieu de la commune pour la zone non viticole (cf. 4.2.3). Dans ces logements, doit vivre au moins un adulte ayant entre 18 et 79 ans au 1<sup>er</sup> janvier 2022.

### 4.4.2 Taille de l'échantillon

#### **Pour les mesures d'imprégnations**

En amont du déploiement de l'enquête, le calcul du nombre de participants nécessaire a été réalisé en prenant en compte les deux principaux objectifs de l'étude à savoir :

- décrire l'imprégnation des riverains de vignes par les PPP utilisés sur ces cultures : estimation de la moyenne géométrique avec une précision suffisante ;
- identifier une éventuelle surexposition de cette population par comparaison avec une population de zone non viticole : mise en évidence d'une différence de moyennes géométriques attendues entre les participants de zones viticoles et non viticoles.

Il est estimé que la participation de 1 500 adultes et de 750 enfants de zones viticoles en période de traitement permet de décrire l'imprégnation par les pesticides avec une bonne précision (incertitude inférieure à 10 %) et de rechercher les déterminants de cette exposition. En complément, il est également estimé que la participation de 750 adultes et 350 enfants de zones non viticoles permet de mettre en évidence un écart même faible (de l'ordre de 25 %) entre l'imprégnation des riverains de zones viticoles et non viticoles.

En zones viticoles, un sous-échantillon d'adultes et d'enfants vivant près de vignes participe aux deux périodes de l'enquête (périodes de traitement et hors traitement des vignes) pour suivre l'évolution saisonnière de l'exposition aux PPP. La taille de ce sous-échantillon a été estimée à 850 adultes et 425 enfants pour prendre en compte la proportion potentielle de participants perdus de vue entre les deux périodes d'enquête, estimée à environ 12 %<sup>22</sup>, et disposer au final de 750 adultes et 350 enfants inclus aux deux périodes d'enquête.

La Figure 1 résume la taille des échantillons de population (adultes et enfants) constitués pour l'étude.

---

<sup>21</sup> <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/source/serie/s1019>

<sup>22</sup> Le taux d'attrition estimé est basé sur les réponses des participants à l'étude pilote PestiRiv et les études antérieures de biosurveillance avec prélèvements biologiques en population générale réalisées par Santé publique France, telle que les études Esteban et Elfe.

	Zones viticoles	Zones non viticoles
Période de traitement	162 sites 750 adultes 350 enfants	102 sites 750 adultes 350 enfants
Période de traitement et hors traitement	162 sites 750 adultes 350 enfants	

**Figure 1 : Taille des échantillons de population (adultes et enfants) visé en période de traitement et hors traitement des vignes en zones viticoles et non viticoles. PestiRiv, France, 2021-2022**

### **Pour les mesures environnementales**

Compte tenu des contraintes budgétaires, logistiques et organisationnelles, les mesures environnementales (air ambiant, poussières, air intérieur et aliments autoproduits) ne sont réalisées que pour un sous-échantillon de sites et de logements des participants inclus à l'étude.

#### ***Air ambiant***

Le nombre de sites concernés par les mesures d'air ambiant est de 23 sites en période de traitement, dont 16 sites en zones viticoles et 7 sites en zones non viticoles. En période hors traitement, le nombre est de 7 sites en zones viticoles parmi ceux inclus en période de traitement. Il est estimé que ces effectifs en nombre de sites sont associés à environ :

- 600 foyers de zones viticoles et 150 foyers de zones non viticoles enquêtés en période de traitement ;
- 150 foyers de zones viticoles enquêtés en période hors traitement.

#### ***Poussières***

L'objectif est de collecter des poussières :

- chez environ 600 foyers en période de traitement, dont environ 400 en zones viticoles et 200 en zones non viticoles ;
- chez environ 240 foyers en zones viticoles en période hors traitement.

L'objectif est d'avoir 75 % des foyers avec mesures de poussières localisés sur des sites concernés par les mesures d'air ambiant.

#### ***Air intérieur***

L'objectif est de proposer les mesures d'air intérieur aux foyers qui réalisent la collecte des poussières et qui sont situés principalement sur les sites pour lesquels des mesures d'air ambiant sont réalisées, avec :

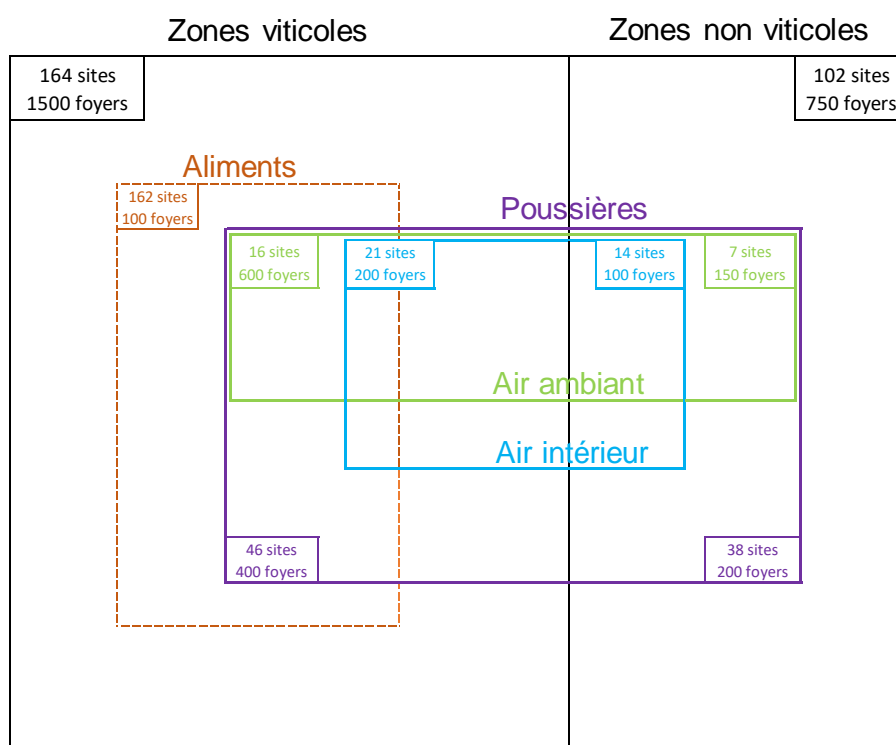
- 300 foyers en période de traitement, dont environ 200 en zones viticoles et 100 en zones non viticoles ;
- 120 foyers en zones viticoles en période hors traitement.

### **Aliments autoproduits**

L'objectif est de collecter des aliments autoproduits<sup>23</sup> chez environ 100 foyers en zones viticoles en période de traitement.

### **Synthèse**

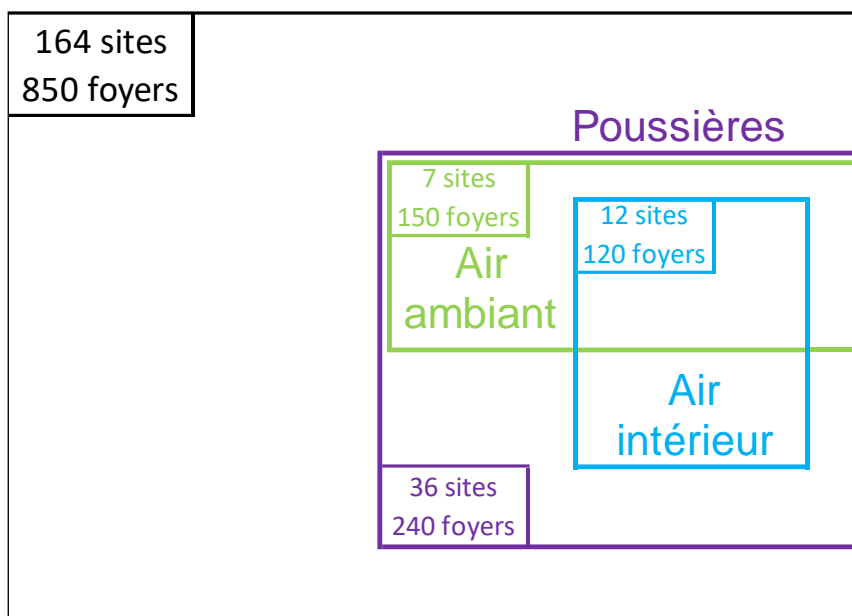
Au final, les Figure 2 et Figure 3 résument les tailles de sous-échantillon retenues pour les différentes matrices environnementales respectivement en période de traitement et en période hors traitement. À noter que ces figures sont légèrement ajustées par rapport au protocole pour tenir compte au mieux de la réalité du terrain.



**Figure 2 : Taille de sous-échantillon proposée pour les différentes matrices environnementales en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

<sup>23</sup> Aliments produits chez les foyers (balcon ou jardin attenant).

## Zones viticoles



**Figure 3 : Taille de sous-échantillon proposée pour les différentes matrices environnementales en période hors traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

### 4.4.3 Échantillonnage pour les mesures d'imprégnations

Le plan de sondage de l'étude PestiRiv est stratifié à 2 degrés. Le premier degré permet d'échantillonner les ménages. Le deuxième degré permet d'échantillonner dans chaque ménage un adulte (pour les ménages sans enfants âgés de 3 à 17 ans) ou un adulte et un enfant de 3 à 17 ans (pour les ménages avec enfants).

#### **Zones viticoles :**

Un tirage en plusieurs phases est utilisé. Tout d'abord, le tirage de l'échantillon principal de la période hors traitement est réalisé. Ce dernier est un tirage systématique stratifié. Les variables de tri utilisées à l'intérieur de chaque strate sont dans l'ordre :

- l'identifiant du site viticole ;
- la distance du logement par rapport à la plus proche parcelle viticole ;
- l'identifiant du logement.

Ensuite, l'échantillon principal de la période de traitement est tiré au sort dans la base de tirage privée des logements de l'échantillon principal de la période hors traitement. Puis, la réserve 1 de la période hors traitement est tirée dans la base de tirage privée des deux échantillons principaux des deux périodes (traitement et hors traitement), et ainsi de suite. Les variables de tri sont les mêmes que pour le tirage de l'échantillon principal de la période hors traitement des vignes.

#### **Zones non viticoles :**

Le tirage en plusieurs phases est également utilisé pour constituer les différents échantillons des zones non viticoles. Tout d'abord le tirage de l'échantillon principal est réalisé. Celui-ci est un tirage systématique stratifié avec comme variables de tri dans chaque strate et dans l'ordre :

- l'identifiant du site non viticole ;
- l'identifiant du logement.



Ensuite, l'échantillon de la réserve 1 est tiré au sort dans la base de tirage sans le lot principal tiré précédemment. Puis, la réserve 2 est tirée dans la base de tirage dont sont disjointes le lot principal et la réserve 1, et ainsi de suite. Les variables de tri sont les mêmes que pour le tirage de l'échantillon principal.

La répartition en échantillons principaux et de réserves est présentée dans le Tableau 1.

**Tableau 1 : Répartition de l'échantillon total en échantillons principaux et de réserves. PestiRiv, France, 2021-2022**

		Échantillon principal	Échantillon réserve 1	Échantillon réserve 2	Échantillon réserve 3	Total
Période hors traitement	Zone viticole	2 835	1 230	940	-	<b>5 005</b>
	Zone non viticole	-	-	-	-	<b>x</b>
Période de traitement	Zone viticole	2 500	940	660	360	<b>4 460</b>
	Zone non viticole	2 500	940	660	360	<b>4 460</b>
<b>Total</b>		<b>7 835</b>	<b>3 110</b>	<b>2 260</b>	<b>720</b>	<b>13 925</b>

#### 4.4.4 Échantillonnage pour les mesures environnementales

##### 4.4.4.1 Échantillonnage pour les mesures d'air ambiant

Pour les mesures d'air ambiant, la stratégie d'échantillonnage prend en compte :

- les recommandations de l'Anses émises dans le cadre de la mise en place d'une surveillance nationale des pesticides dans l'air<sup>24</sup> ;
- l'expertise du LCSQA et des AASQA ;
- les contraintes logistiques, financières et métrologiques.

Comme pour la campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air ambiant (CNEP), la stratégie a pour objectif de couvrir des situations « contrastées » et non d'être représentative d'une zone d'étude.

##### 4.4.4.1.1 Échantillonnage pour les mesures d'air ambiant sur les sites en zones viticoles

###### Méthode de sélection des sites en zones viticoles d'intérêt

L'objectif est de réaliser les mesures d'air ambiant sur 16 sites en période de traitement et sur 7 sites en période hors traitement (les 7 sites étant inclus dans les 16 sites) parmi les 164 sites en zones viticoles retenues pour l'étude PestiRiv.

**La première étape de sélection des 16 sites en zones viticoles instrumentés en période de traitement** consiste à exclure les sites suivants :

- sites sans adresses tirées au sort par l'Insee dans la base Fideli en période hors traitement ou de traitement ;
- sites avec une surface viticole représentant moins de 10 % de la surface totale du site ;
- sites situés dans des départements non inclus dans les bassins viticoles ou regroupements de bassins viticoles d'intérêt (cf. ci-dessous) ;
- sites couvrant une commune instrumentée pendant la CNEP pour éviter toute confusion, les objectifs des deux études étant différents.

<sup>24</sup> Avis de l'Anses du 25 août 2017 : avis et rapport de l'Anses relatifs à une proposition de modalités pour une surveillance nationale des pesticides dans l'air ambiant (Saisine n° 2014-SA-0200).

Pour les sites en zones viticoles, six bassins viticoles (BV) ou regroupements de BV sont retenus afin de représenter des environnements viticoles contrastés en matière de surface viticole, météorologie, pression parasitaire, IFT, etc. Le Tableau 2 décrit la répartition des 6 BV ou regroupements de BV selon les régions.

**Tableau 2 : Répartition des BV ou regroupements de BV selon les régions. PestiRiv, France, 2021-2022**

Région(s)	Bassin(s) viticole(s)	« Zone géographique » retenue
NA	Bordelais	NA
GE	Champagne	GE-Champagne
GE	Alsace	GE-Alsace
PACA	Bouches du Rhône/Provence-Var-Vaucluse	PACA
ARA-BFC	Beaujolais/Bourgogne	ARA-BFC
Occitanie	Languedoc/Pyrénées Orientales.	Occitanie

**La deuxième étape de sélection des 16 sites en zones viticoles instrumentés en période de traitement** a pour objectif d'optimiser l'effort de mesurage. Ainsi, les mesures d'air ambiant sont réalisées sur une sélection de sites à fort effectif. Les sites à fort effectif sont définis en fonction du nombre de foyers participants estimés selon la période d'étude (Tableau 3).

**Tableau 3 : Catégorisation des sites en zones viticoles en sites à fort effectif et à faible effectif selon la période d'étude. PestiRiv, France, 2021-2022**

Sites	Période	Nombre de foyers participants estimé	
		Sites à fort effectif	Site à faible effectif
En zones viticoles	Hors traitement	≥6,5	<6,5
	Traitement	≥13	<13

*Nota : Estimation du nombre de foyers participants à partir du taux de participation escompté (soit 30 % pour le lot principal).*

**La troisième étape de sélection des 16 sites en zones viticoles instrumentés en période de traitement** consiste à répartir géographiquement les sites de mesures d'air ambiant de façon à prévoir entre 2 et 3 sites par BV ou regroupement de BV (avec au moins 1 site par BV en cas de regroupement).

**La quatrième étape de sélection des 16 sites en zones viticoles instrumentés en période de traitement** repose sur le jugement des experts du GT PestiRiv. Au sein de chaque BV, chaque site est étudié individuellement en fonction de plusieurs critères :

- le pourcentage de surface viticole du site pour couvrir des situations contrastées ;
- l'étude de la configuration spatiale de chacun des sites (disposition des parcelles de vignes, localisation des habitations, localisation des vignes, particularité, etc.) ;
- l'éloignement à des zones urbaines denses.

Pour rappel, certains prélèvements sont déployés sur 7 sites en zones viticoles instrumentés à la fois en période hors traitement et en période de traitement (cf. 4.5.4). **La sélection de ces 7 sites** (parmi les 16 sites en zones viticoles instrumentés en période de traitement) est faite en fonction du rang d'intensité des ventes (d'après la Banque nationale des ventes pour les distributeurs (BNVD)) compilées sur 2017-2018-2019 de 4 substances actives (glyphosate, fosétyl-aluminium, cuivre et soufre) pondérées par le nombre de communes rattachées au site puis par la surface viticole du site. Cette stratégie revient à privilégier les sites où la quantité des 4 substances vendue par hectare de vignes est la plus importante.

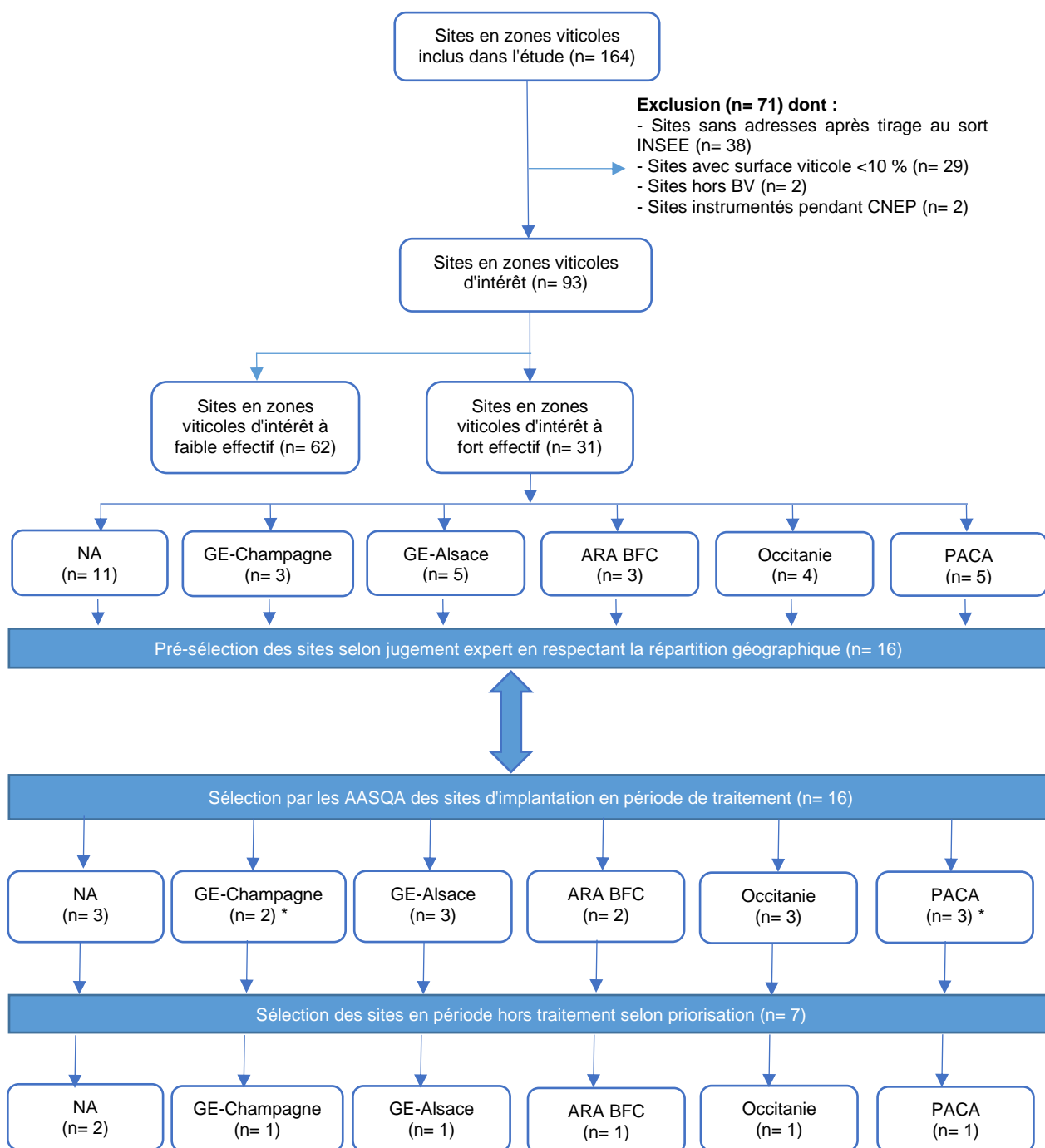
### Méthode de sélection des sites d'implantation des préleveurs en zones viticoles

Pour les sites en zones viticoles, l'Anses a établi une méthode pour définir les zones éligibles pour l'implantation des préleveurs afin d'orienter les AASQA dans leurs recherches de sites, d'harmoniser les critères d'implantation des préleveurs et de faciliter l'interprétation des mesures. Pour chaque site, les zones éligibles ont été cartographiées (cf. détail de la méthode en Annexe 2 : Méthode mise en œuvre pour cartographier les zones Éligibles pour l'implantation des préleveurs **d'air ambiant des sites en zones viticoles**).

Avant chaque période d'étude (hors période de traitement et période de traitement), les AASQA ont sélectionné les sites d'implantation en zones viticoles en tenant compte des éléments suivants :

- cartographie des zones d'implantation éligibles fournie par l'Anses ;
- configuration des zones d'implantation (proximité aux zones d'habitation, direction du vent, topographie, barrières naturelles, bâti) ;
- contraintes logistiques (raccordement électrique, accès sécurisé) ;
- obtention de l'accord des mairies des communes d'implantation.

La Figure 4 illustre la démarche de sélection des sites en zones viticoles pour les mesures d'air ambiant.



Nota: \* dont 1 site à faible effectif car pas de possibilité d'instrumenter un site à fort effectif

**Figure 4 : Méthode de sélection des sites en zones viticoles pour les mesures d'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022**

#### 4.4.4.1.2 Échantillonnage pour les mesures d'air ambiant sur les sites en zones non viticoles

Parmi les 102 sites en zones non viticoles, l'objectif est de réaliser les mesures d'air ambiant sur 7 sites en période de traitement.

**La première étape** de sélection des 7 sites en zones non viticoles instrumentés en période de traitement consiste à exclure les sites sans adresses tirées au sort par l'Insee dans la base Fideli.

**La deuxième étape** a pour objectif d'optimiser l'effort de mesurage. Ainsi, les mesures d'air ambiant sont réalisées sur une sélection de sites à fort effectif définis en fonction du nombre de foyers participants estimés (Tableau 4).

**Tableau 4 : Catégorisation des sites en zones non viticoles en sites à fort effectif et à faible effectif**

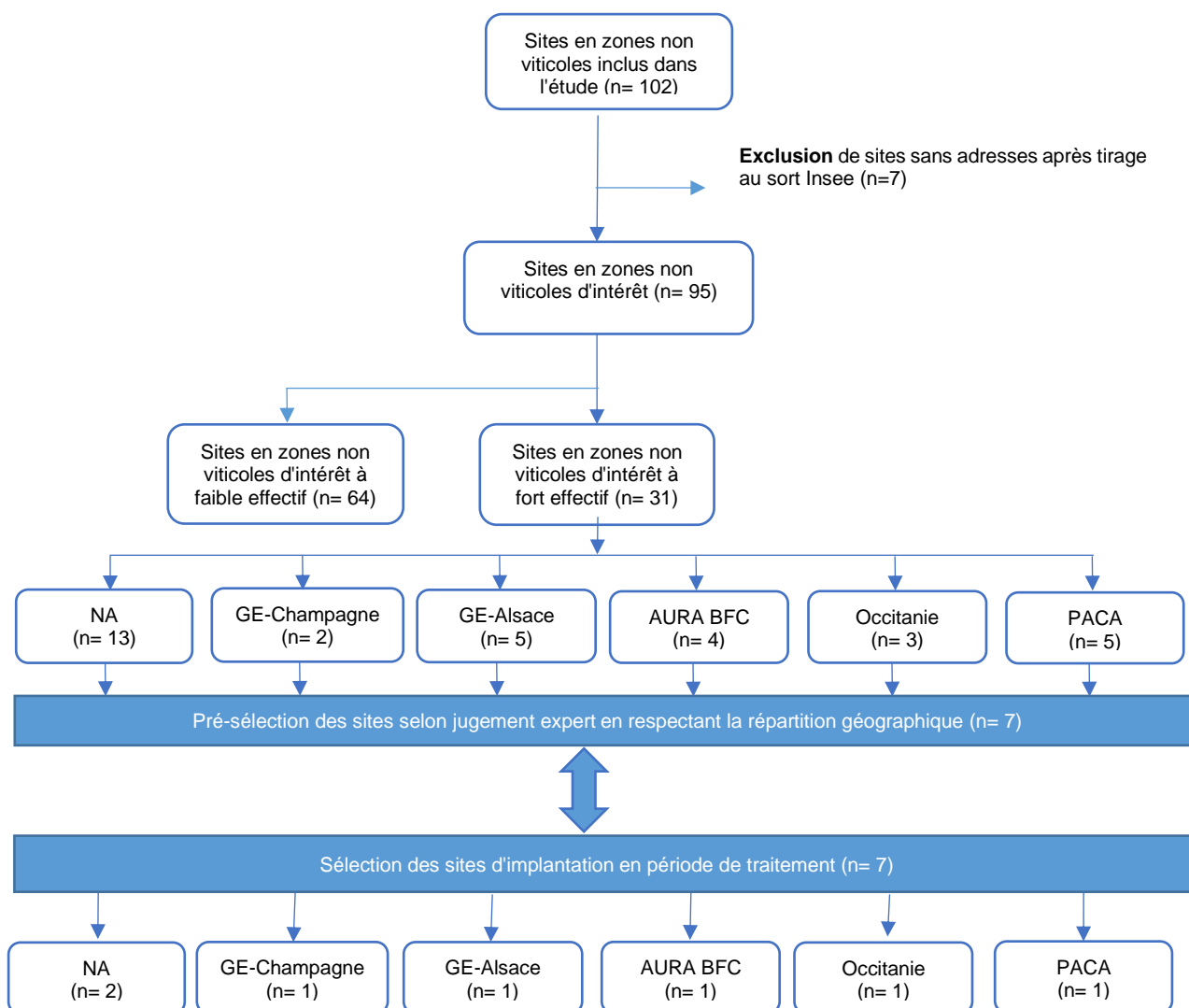
Sites	Période	Nombre de foyers participants estimé	
		Sites à fort effectif	Site à faible effectif
En zones non viticoles	Traitement	>7	≤7

Nota : Estimation du nombre de foyers participants à partir du taux de participation escompté (soit 30 % pour le lot principal).

**La troisième étape** consiste à répartir géographiquement les sites de mesures d'air ambiant de façon à prévoir entre 1 et 2 sites par BV ou regroupement de BV. Dans la mesure du possible, les mêmes départements que ceux des sites en zones viticoles ont été favorisés.

**La quatrième étape** repose sur le jugement des experts (topographie des sites, particularités spécifiques à un site), la connaissance du terrain par les AASQA et les contraintes logistiques.

La Figure 5 illustre la démarche de sélection des sites en zones non viticoles pour les mesures d'air ambiant.



**Figure 5 : Méthode de sélection des sites en zones non viticoles pour les mesures d'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022**

#### 4.4.4.2 Échantillonnage pour les mesures de poussières et d'air intérieur

Pour les prélèvements de poussières et d'air intérieur, la stratégie d'échantillonnage prend en compte les contraintes logistiques, avec l'objectif de couvrir des situations contrastées. Elle comprend les étapes suivantes :

1. détermination du nombre de prélèvements de poussières et d'air intérieur à réaliser par population (foyers de zones viticoles et foyers de zones non viticoles), par période (période de traitement et hors période de traitement) et par région à partir de l'effectif total fixé par des contraintes financières ;
2. détermination du nombre correspondant d'adresses à enquêter ;
3. sélection des sites et proposition d'un pas de tirage<sup>25</sup> par site pour les mesures de poussières et d'air intérieur.

<sup>25</sup> Appliquer un pas de tirage à un site de type « 1 foyer enquêté avec mesures de poussières et/ou d'air intérieur tous les x foyers enquêtés » permet de sélectionner le nombre de foyers souhaité au sein de ce site.



## **Étape 1 : Détermination du nombre de prélèvements de poussières et d'air intérieur à réaliser par population, période et région**

- pour les volets poussières et air intérieur, les répartitions sont similaires à celles retenues pour les participants de l'enquête globale PestiRiv :
  - ratio 2:1 entre le nombre de foyers de zones viticoles et le nombre de foyers de zones non viticoles à enquêter en période de traitement ;
  - ratio 1:1 entre le nombre de foyers de zones viticoles avec une 2<sup>e</sup> inclusion (foyers qui ont participé hors période de traitement et qui participent à nouveau en période de traitement) et le nombre de nouveaux foyers de zones viticoles (foyers de zones viticoles qui participent pour la première fois en période de traitement) en période de traitement ;
  - même répartition géographique par région.
- pour les volets poussières et air intérieur, un taux spécifique d'attrition de participation des foyers de zones viticoles entre la période hors traitement et la période de traitement de 17 % est retenu ;
- pour les prélèvements de poussières, un ratio 3:1 est appliqué entre le nombre de foyers localisés sur des sites à fort effectif et le nombre de foyers localisés sur des sites à faible effectif ;
- les prélèvements d'air intérieur sont proposés aux foyers qui réalisent le prélèvement de poussières et qui sont localisés sur des sites à fort effectif.

## **Étape 2 : Détermination du nombre d'adresses à enquêter**

Les hypothèses retenues pour calculer le nombre d'adresses à enquêter pour le volet poussières et le volet air intérieur pour atteindre les nombres de prélèvements visés sont les suivantes :

- taux de participation à l'enquête PestiRiv escompté : 30 % pour le lot principal ;
- taux de foyers avec présence d'un aspirateur fonctionnel : 95 % ;
- taux de réalisation du prélèvement d'air intérieur<sup>26</sup> : 66 %.

## **Étape 3 : Sélection des sites pour les prélèvements de poussières et d'air intérieur**

La démarche de sélection des sites retenue est la suivante :

- pour les foyers avec prélèvements de poussières et d'air intérieur localisés sur des sites à fort effectif :
  - les foyers localisés sur les sites de prélèvement d'air ambiant sont d'abord sélectionnés en appliquant un pas de tirage adéquat pour atteindre le nombre de foyers souhaité par région ;
  - si le nombre de foyers est insuffisant, un tirage au sort de sites supplémentaires à fort effectif est réalisé en appliquant un pas de tirage pour atteindre le nombre de foyers souhaité par région.

---

<sup>26</sup> Le taux de réalisation comporte le taux attendu de consentement (acceptabilité des participants) et le taux de mise en œuvre effectif après accord de participation (disponibilité des occupants, du matériel et des prestataires).

- pour les foyers avec prélèvement de poussières seul localisés sur des sites à faible effectif :
  - un tirage au sort de sites à faible effectif est réalisé pour atteindre le nombre de foyers souhaité par région.

À la fin de la période hors traitement, les constats suivants ont été faits :

- le nombre de prélèvement d'air intérieur a été inférieur aux objectifs visés ;
- le taux de foyers avec présence d'un aspirateur fonctionnel a été plus faible qu'escompté ;
- certains sites d'implantation des prélèvements d'air ambiant initialement prévus ont été remplacés.

Il a donc été décidé de compenser les prélèvements d'air intérieur qui n'ont pu être réalisés en période hors traitement en augmentant le nombre de prélèvements prévus pour les foyers de zones viticoles enquêtés pour la première fois en période de traitement. De plus, afin de prendre en compte la réalité du terrain et d'avoir une marge de sécurité, les hypothèses ont été revues comme suit :

- taux de foyers avec présence d'un aspirateur fonctionnel : 90 % ;
- taux de réalisation du prélèvement d'air intérieur : 50 %.

#### 4.4.4.3 Échantillonnage pour les mesures des aliments autoproduits

Contrairement aux autres compartiments environnementaux, la collecte des aliments autoproduits est réalisée à partir du mois de juin auprès des ménages de zones viticoles qui possèdent un potager et/ou des arbres fruitiers, qui acceptent la collecte de fruits/légumes et qui disposent d'aliments à maturité dans leur potager ou verger. En amont du terrain, le nombre de ménages éligibles pour la réalisation du recueil des aliments autoproduits était estimé à environ 100 foyers.

## 4.5 Données recueillies

Les données recueillies dans PestiRiv pour caractériser l'exposition des participants aux PPP et la contamination des logements comprennent :

- des mesures biologiques et environnementales ;
- des informations concernant les sources d'exposition et de contamination potentielles aux PPP liées à la présence de vignes ;
- des informations concernant les sources d'exposition et de contamination potentielles aux PPP non liées à la présence de vignes ;
- des informations concernant les caractéristiques socio-démographiques et socio-économiques des participants.

La Figure 6 synthétise les données recueillies et leurs modes de recueil. Les méthodes de recueils de ces données sont détaillées dans cette partie. Les indicateurs ainsi que leur méthode de construction sont détaillés en 7.5.

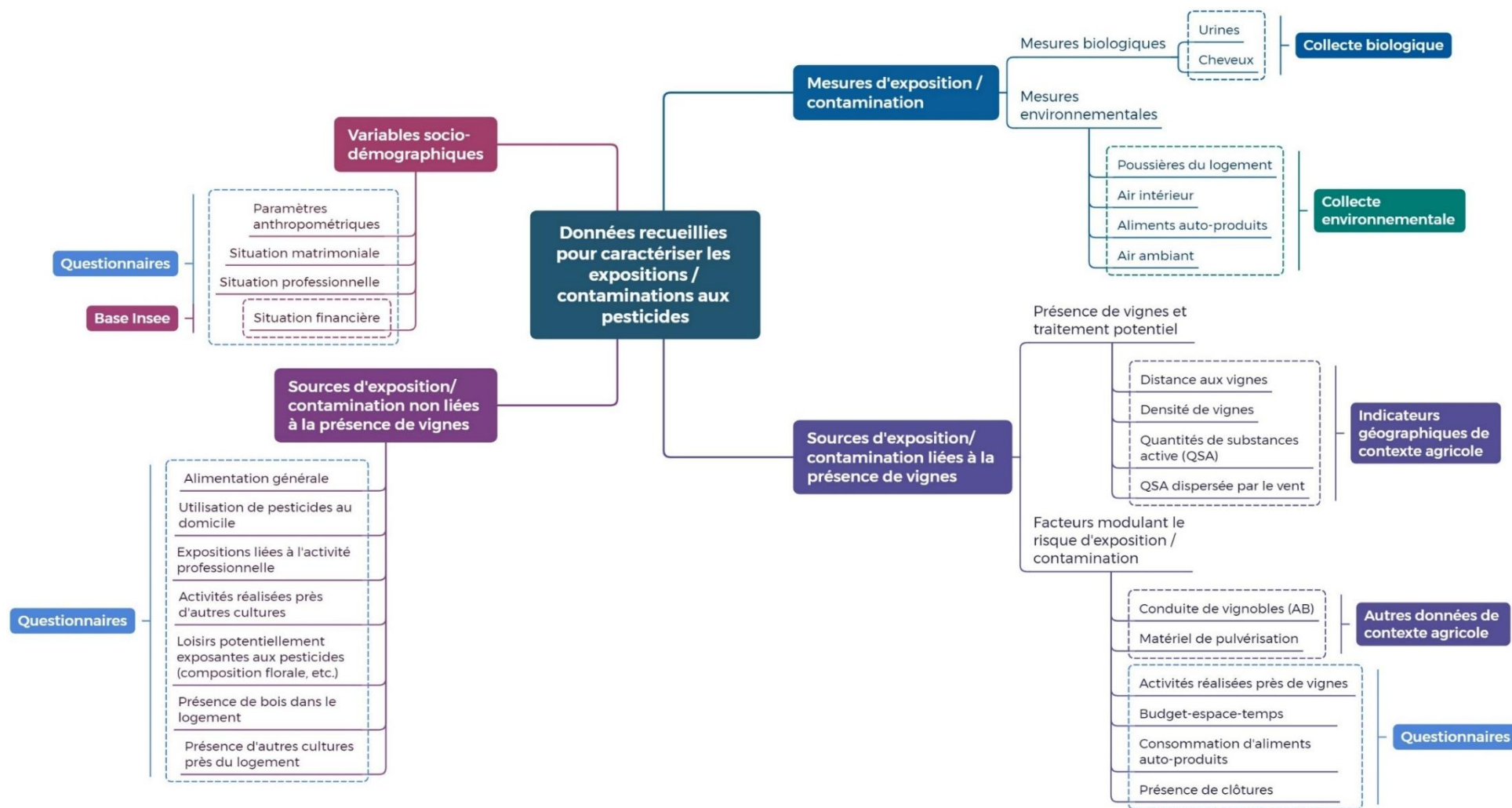


Figure 6 : Données recueillies dans PestiRiv et leurs modes de recueil. PestiRiv, France, 2021-2022

### 4.5.1 Déroulement du recueil auprès des participants

La Figure 7 synthétise le déroulement de l'étude et du recueil de données pour les participants.

En résumé, chaque ménage tiré au sort est informé par courrier nominatif accompagné d'un dépliant de présentation de l'étude, au moins 7 jours avant la prise de contact par les enquêteurs.

Au sein de chaque ménage éligible<sup>27</sup>, un tirage au sort par méthode Kish<sup>28</sup> est réalisé parmi les membres éligibles<sup>29</sup> du ménage afin de sélectionner un adulte et un enfant, pour les ménages avec au moins un enfant de plus de 3 ans à 17 ans, pour participer à l'étude.

Pour les participants, le déroulement complet de l'étude dure environ 3 à 4 semaines et se déroule en 4 étapes :

1. une phase de recrutement, réalisée par téléphone ou lors d'une visite à domicile par les enquêteurs de l'institut Ipsos, permettant de présenter l'étude, vérifier les critères d'éligibilité et tirer au sort un adulte et un enfant, dans les ménages avec au moins un enfant âgé de 3 à 17 ans. Pour les ménages avec enfant, il faut que l'adulte tiré au sort donne son accord de participation. En revanche, la participation des enfants est libre et ne remet pas en cause l'inclusion du ménage dès lors que l'adulte tiré au sort y participe ;
2. une visite à domicile réalisée par un enquêteur d'Ipsos pour recueillir le consentement, remettre l'ensemble du matériel nécessaire à la réalisation de l'étude et recueillir des informations sur les caractéristiques du logement ;
3. un suivi de l'exposition pendant 14 jours au cours duquel le participant réalise la collecte des échantillons d'urines et de poussières (pour les participants concernés). Il complète également un carnet journalier et un auto-questionnaire permettant de renseigner les potentielles sources d'exposition aux PPP ;
4. une deuxième visite à domicile réalisée à la fin du suivi afin de récupérer les échantillons d'urines, l'auto-questionnaire, le carnet journalier et l'échantillon de poussières (pour les participants concernés). L'enquêteur propose aux participants (adultes et enfants) de collecter une mèche de cheveux (facultatif) et un échantillon de fruits et légumes de son jardin (facultatif et uniquement en zones viticoles à partir du 15 juin 2022).

Pour un sous-échantillon de participants concernés par les mesures de PPP dans l'air intérieur de leur logement (facultatif), deux visites à domicile supplémentaires sont nécessaires pour installer puis retirer un préleveur permettant de réaliser les mesures.

---

<sup>27</sup> L'adresse correspond à la résidence principale du foyer ; Présence d'un congélateur dans le logement ; Pas de déménagement de l'ensemble du foyer prévu dans les 10 mois suivant l'inclusion (pour la période de non-traitement des vignes).

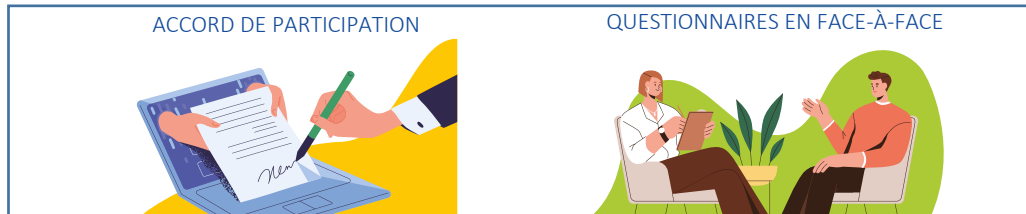
<sup>28</sup> <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c2024>

<sup>29</sup> Être âgés de 18 à 79 ans pour les adultes ou de 3 à 17 ans pour les enfants ; Résider au moins 5 jours sur 7 et depuis plus de 3 mois dans le domicile ; Être en mesure de comprendre les implications de la participation à l'étude (audition, compréhension de la langue française) et donner son consentement écrit pour participer à l'étude ; Ne pas prévoir de déménager dans les 10 mois suivant l'inclusion (pour les participants de la période de non-traitement des vignes) ; Être disponible pendant au moins 15 jours sur la période d'enquête.

## RECRUTEMENT



## VISITE 1



## 14 JOURS DE SUIVI



## VISITE 2



**Figure 7 : Déroulement de l'étude pour les participants. PestiRiv, France, 2021-2022**

## 4.5.2 Questionnaires adressés aux participants

Plusieurs questionnaires sont adressés aux participants de PestiRiv afin de recueillir des informations relatives aux caractéristiques socio-démographiques et socio-économiques du ménage, aux habitudes et modes de vie des participants pouvant conduire à des expositions aux pesticides et aux conditions de réalisation de l'étude pendant les 14 jours de suivi. Ces questionnaires sont administrés en face-à-face par les enquêteurs d'Ipsos ou sous forme d'auto-questionnaires. La liste des questionnaires et les thématiques abordées sont synthétisées dans le Tableau 5.

**Tableau 5 : Liste des questionnaires et des informations recueillies. PestiRiv, France, 2021-2022**

Questionnaire	Informations recueillies	Mode de passation
Questionnaire « inclusion »	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caractéristiques socio-économiques et socio-démographiques de l'adulte tiré au sort ou du représentant du ménage pour les enfants</li> <li>- Profession / Type d'emploi / Localisation des activités professionnelles / Temps passé sur le lieu de travail / Télétravail - Lieux de garde et établissement scolaire des enfants</li> </ul>	Administré en face-à-face aux participants tirés au sort et au représentant légal pour les enfants – 1 <sup>re</sup> visite à domicile
Questionnaire « ménage »	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caractéristiques du logement : nombre de pièces, aménagements dans le logement (isolation, ventilation, revêtements, piscine, etc.), environnement du logement (présence d'une clôture, golf, voies ferrées, etc.)</li> <li>- Habitudes au sein du ménage : utilisation d'eau de pluie et/ou d'eau d'un puits, déchaussage, nettoyage et aération du logement</li> <li>- Présence d'animaux domestiques</li> <li>- Pratiques d'autoproduction (aliments du potager)</li> </ul>	Administré en face-à-face à l'adulte tiré au sort – 1 <sup>re</sup> visite à domicile
Auto-questionnaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paramètres anthropométriques des participants</li> <li>- Habitudes et modes de vie des participants au cours des 3 derniers mois : loisirs, fréquences de consommations alimentaires, usages de pesticides au domicile</li> <li>- Expositions professionnelles aux pesticides</li> </ul>	Auto-administré en format papier
Carnet journalier	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suivi des activités quotidiennes (budget-espace-temps)</li> <li>- Suivi des expositions potentielles aux pesticides (domestique, professionnelle et constat de traitement des cultures)</li> <li>- Suivi des consommations d'aliments autoproduits</li> </ul>	Auto-administré en format papier
Questionnaire « 2 <sup>e</sup> visite »	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Précisions sur les expositions potentielles aux pesticides pendant les 14 jours de suivi (sur la base des déclarations du carnet journalier) : produits utilisés, précautions prises, etc.</li> <li>- Facteurs susceptibles d'influencer les résultats de dosages : difficultés rencontrées pour le recueil des urines et/ou leur conservation, abandon, consommations de médicaments, grossesse, etc.</li> <li>- Informations sur les conditions de recueil des poussières (type d'aspirateur, conditionnement, nature des poussières aspirées) et des aliments autoproduits (conditions météorologiques, espèce et variété si connues, quantité collectée, modalités de production, pratiques d'irrigation)</li> </ul>	Administré en face-à-face à l'adulte tiré au sort et au représentant de l'enfant accompagné de celui-ci – 2 <sup>e</sup> visite à domicile



### 4.5.3 Collecte des échantillons biologiques

La collecte biologique concerne le recueil d'échantillons d'urines et de cheveux. Elle est réalisée à la fois auprès des adultes et des enfants tirés au sort dans le ménage.

La collecte des urines mise en œuvre dans PestiRiv est adaptée à la variabilité des niveaux d'imprégnations du fait des expositions courtes et intermittentes liées au traitement des vignes et des demi-vies d'élimination rapides des substances actives étudiées (entre 10 heures et 30 heures). C'est pourquoi le protocole prévoit une collecte répétée des premières urines du matin pendant 7 jours repartis sur les deux semaines de suivi (par exemple un jour sur deux). Les 7 échantillons d'urines collectés sur 14 jours permettent ainsi de décrire l'exposition aux PPP sur une période de deux semaines. Les flacons utilisés pour le recueil sont des flacons de 60 ml en polypropylène résistants à -20 °C. Après chaque recueil, le participant place le flacon contenant les urines dans un sachet opaque fourni et le met immédiatement au congélateur. Les flacons de prélèvement d'urines et le sachet opaque fournis au participant sont pré-étiquetés. Les échantillons sont récupérés congelés par l'enquêteur lors de la 2<sup>de</sup> visite à domicile.

L'échantillon de cheveux est recueilli par l'enquêteur lors de la 2<sup>de</sup> visite à domicile. Il s'agit d'une mèche de cheveux d'une longueur d'au moins 3 cm (environ 50 mg) coupée dans la région occipitale chez les adultes et les enfants. La longueur de 3 cm de cheveux permet de décrire les expositions aux PPP sur une période de trois mois. La mèche de cheveux est agrafée sur une fiche bristol sur laquelle l'enquêteur renseigne l'orientation de la racine, puis placée dans une enveloppe. L'enveloppe et la fiche bristol sont étiquetées par l'enquêteur.

Les prélèvements récupérés lors de la 2<sup>de</sup> visite à domicile sont acheminés immédiatement à froid (+4 °C) par les enquêteurs vers des laboratoires de biologie médicale qui prennent en charge le stockage des échantillons biologiques à -20 °C pour les urines et à température ambiante pour les cheveux. Le délai entre la récupération des échantillons et le dépôt en laboratoire ne devait pas dépasser 1 h 30 afin de garantir la congélation des échantillons d'urines.

Les échantillons biologiques sont ensuite transportés congelés (sauf les cheveux) vers la biothèque en charge de l'aliquotage et la conservation des échantillons. Les échantillons d'urines répétés sont décongelés par la biothèque afin de les regrouper (par participant), de les homogénéiser et de les aliquoter. Les échantillons de cheveux sont transportés et conservés en biothèque à température ambiante.

### 4.5.4 Prélèvements des échantillons environnementaux

#### 4.5.4.1 Prélèvement des échantillons d'air ambiant

Les AASQA sont en charge de réaliser les prélèvements d'air ambiant dans leur zone géographique d'intervention, une semaine sur deux en période hors traitement et toutes les semaines en période de traitement. Les prélèvements démarrent le lundi ou le mardi pour une durée de 7 jours calendaires (soit 168 heures).

##### 4.5.4.1.1 Sites de prélèvement

Les prélèvements d'air ambiant sont réalisés sur les sites sélectionnés selon le plan d'échantillonnage (cf. 4.4.4.1) comprenant :

- 16 sites en zones viticoles en période de traitement dont 7 en période hors traitement ;
- 7 sites en zones non viticoles en période de traitement.

Trois types de prélèvement sont déployés selon la nature des substances recherchées :

- substances organiques semi-volatiles<sup>30</sup> (P1) ;
- substances minérales (cuivre et soufre) (P3) ;
- substances organiques polaires (glyphosate et fosétyl-aluminium) (P4).

Il est prévu un prélèvement P1 sur l'ensemble des sites. Les prélèvements P3 et P4 sont réalisés sur les 7 sites en zones viticoles instrumentés à la fois en période de traitement et en période hors traitement et sur les 7 sites en zones non viticoles (cf. Figure 8).

Période hors traitement	Période de traitement	Période de traitement
7 sites en zones viticoles	16 sites en zones viticoles	7 sites en zones non viticoles
7 sites : P1, P3 et P4	7 sites : P1, P3 et P4	7 sites : P1, P3 et P4
	9 sites : P1	

**Figure 8 : Nombre de sites et type de prélèvement d'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022.**

Les sites sélectionnés et leurs caractéristiques sont présentés dans le Tableau 6.

<sup>30</sup> D'après la thèse de G. Raffy « Exposition humaine aux composés organiques semi-volatils (COSV) en environnement intérieur par ingestion de poussières : évaluation de la bioaccessibilité orale des COSV » : « Selon la norme NF ISO 16000-6, les COSV sont définis par leur point d'ébullition, situé entre (240 °C à 260 °C) et (380 °C à 400 °C). Ils se distinguent ainsi des composés organiques volatils (COV) dont le point d'ébullition se situe entre (50 °C à 100 °C) et (240 °C à 260 °C) et des composés organiques très volatils (COTV) dont le point d'ébullition se situe entre <0 °C et (50 °C à 100 °C). La norme précise toutefois que le point d'ébullition peut être difficile à déterminer pour certains composés qui se décomposent avant l'ébullition à pression atmosphérique. Les COSV peuvent alors être définis selon leur tension de vapeur, et c'est ainsi que Weschler et Nazaroff, dans leur article de référence de 2008 sur les COSV dans les environnements intérieurs, définissent les COSV comme des composés organiques avec une tension de vapeur comprise entre  $10^{-14}$  et  $10^{-4}$  atm ( $10^{-9}$  à 10 Pa). »

**Tableau 6 : Liste des sites sélectionnés pour les mesures d'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022**

Zone géographique	Département	Commune instrumentée	Période	Type de prélèvement		
				P1	P3	P4
Sites en zones viticoles						
ARA-BFC	Côte d'Or (21)	Chenôve	Hors traitement et Traitement	✓	✓	✓
ARA-BFC	Rhône (69)	Régnié-Durette	Traitement	✓		
GE-Champagne	Marne (51)	Mesnil-Sur-Oger	Hors traitement et Traitement	✓	✓	✓
GE-Champagne	Marne (51)	Champillon	Traitement	✓		
GE-Alsace	Haut-Rhin (68)	Ribeauvillé	Hors traitement et Traitement	✓	✓	✓
GE-Alsace	Haut-Rhin (68)	Nierdermoschwir	Traitement	✓		
GE-Alsace	Haut-Rhin (68)	Obermorschwihr	Traitement	✓		
NA	Gironde (33)	Pauillac	Hors traitement et Traitement	✓	✓	✓
NA	Gironde (33)	Avensan	Hors traitement et Traitement	✓	✓	✓
NA	Gironde (33)	Léognan	Traitement	✓		
Occitanie	Aude (11)	Armissan	Hors traitement et Traitement	✓	✓	✓
Occitanie	Gard (30)	Tavel	Traitement	✓		
Occitanie	Pyrénées Orientales (66)	Port-Vendres	Traitement	✓		
PACA	Var (83)	La Croix-Valmer	Hors traitement et Traitement	✓	✓	✓
PACA	Vaucluse (84)	Gigondas	Traitement	✓		
PACA	Bouches-du-Rhône (13)	Cassis	Traitement	✓		
Total Sites en zones viticoles		16		16	7	7
Sites en zones non viticoles						
ARA-BFC	Doubs (25)	Besançon	Traitement	✓	✓	✓
GE-Champagne	Ardenne (08)	Les Rivières	Traitement	✓	✓	✓
GE-Alsace	Bas-Rhin (67)	Rothau	Traitement	✓	✓	✓
NA	Gironde (33)	Audenge	Traitement	✓	✓	✓
NA	Gironde (33)	Le Verdon-sur-Mer	Traitement	✓	✓	✓
Occitanie	Pyrénées Orientales (66)	Le Perthus	Traitement	✓	✓	✓
PACA	Bouches-du-Rhône (13)	Port Saint-Louis du Rhône	Traitement	✓	✓	✓
Total Sites en zones non viticoles		7		7	7	7

#### 4.5.4.1.2 Matériel de prélèvement

Le matériel de prélèvement a été mis à disposition par les AASQA et l'Ineris ou a été acheté pour les besoins de l'étude.

Des préleveurs bas débit à 1 m<sup>3</sup>/h avec une coupure granulométrique PM10 sont utilisés pour les trois prélèvements, tous trois équipés de filtres en quartz ainsi que de mousses en polyuréthane (PUF) pour le P1. Les caractéristiques du matériel de prélèvement sont détaillées en Annexe 3 : Caractéristiques du matériel de prélèvement des échantillons environnementaux.

#### 4.5.4.1.3 Gestion des échantillons

À la fin du prélèvement, l'intégralité de la cartouche et les porte-filtres contenant les filtres sont enveloppés dans du papier aluminium, puis placés dans un sachet individuel en attribuant un

numéro d'identification unique (étiquettes appliquées sur le papier aluminium et le sachet plastique).

Le transport des échantillons jusqu'à l'AASQA se fait sous glacière à température  $<5 \pm 3^\circ\text{C}$ . Si besoin, les échantillons P1, P3 et P4 sont conservés à une température de  $-18 \pm 5^\circ\text{C}$  avant l'expédition qui se fait dans un délai maximum de 48 heures suivant la collecte des échantillons.

Chaque AASQA envoie ensuite au laboratoire les échantillons en colis express (24 h) réfrigéré à température  $<5 \pm 3^\circ\text{C}$ , en notifiant au laboratoire la nature et les quantités d'échantillons. Le laboratoire confirme la bonne réception par voie électronique à l'expéditeur sous 48 h.

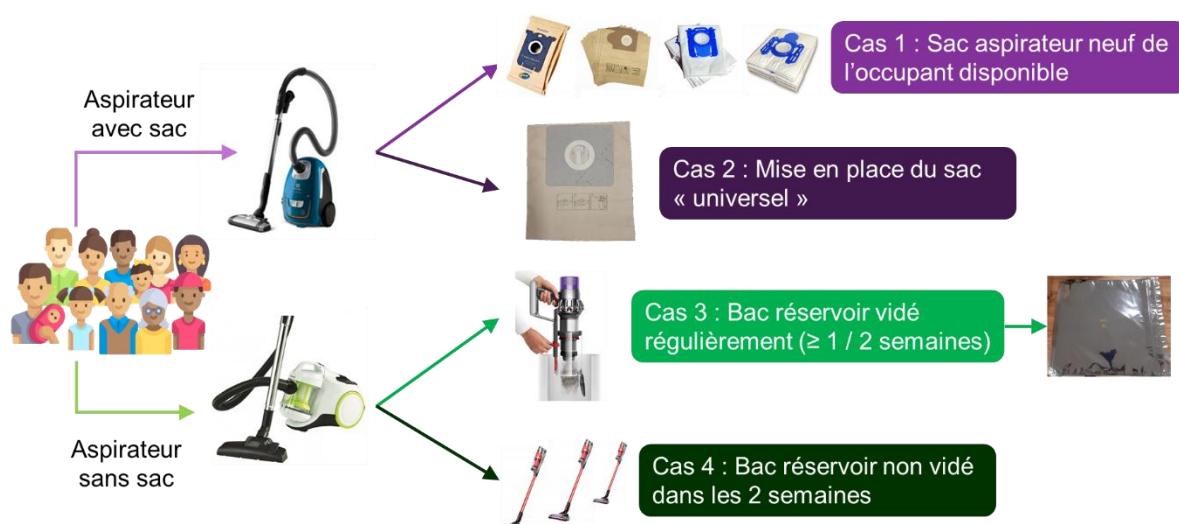
#### 4.5.4.2 Collecte des poussières

La collecte des poussières dans les logements est réalisée par les membres des foyers eux-mêmes tout au long des deux semaines de suivi.

La méthode de collecte prévoit plusieurs options en fonction des équipements du foyer (aspirateurs avec sac ou sans sac) et des habitudes de nettoyage du logement (bac des aspirateurs sans sac vidé plus d'une fois ou non sur la durée du suivi). Lors de la première visite à domicile, l'enquêteur Ipsos procède comme suit :

- **Si le ménage utilise un aspirateur avec sac**, il installe, en présence du participant adulte, un nouveau sac d'aspirateur fourni par le ménage ou un sac universel en papier non traité fourni par le CSTB ;
- **Si le ménage utilise un aspirateur sans sac**, il vide, en présence du participant adulte, le bac de l'aspirateur et nettoie les parois du bac avec une lingette dépoussiérante sans solvant et non humidifiée pour enlever la poussière résiduelle. Si le participant adulte déclare vider le bac de l'aspirateur sans sac au moins une fois sur la durée du suivi, l'enquêteur Ipsos lui fournit un sachet plastique aluminisé semi-opaque refermable pour stocker les poussières au cours du suivi.

Les 4 cas présentés ci-dessus sont synthétisés sur la Figure 9.



**Figure 9 : Synthèse des 4 protocoles de prélèvement de poussières déployés auprès des participants (source : CSTB/Ipsos). PestiRiv, France, 2021-2022**

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'habitable de voiture, ou encore les déversements accidentels.

Lors de la 2<sup>e</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 sur lequel est apposée une étiquette d'identification du participant adulte.

L'enquêteur conserve le sachet à température ambiante puis le dispose dans un colis pour un envoi par Chronopost vers le laboratoire en charge de l'analyse des poussières dans les 24 h suivant la fin de la 2<sup>e</sup> visite (avec une tolérance à 4 jours dans le cas de week-ends et jours fériés).

#### 4.5.4.3 Prélèvement des échantillons d'air intérieur

Pour rappel, les prélèvements d'air intérieur sont réalisés sur un sous-échantillon des logements enquêtés. Ils sont facultatifs et nécessitent l'accord du participant.

Les prélèvements d'air intérieur sont mis en œuvre par 6 équipes de prestataires, chacune en charge des interventions au sein d'une région (cf. Tableau 7). Les techniciens en charge du prélèvement ont été formés à la mise en œuvre du protocole et à l'utilisation du matériel en septembre 2021. Chaque prestataire a reçu une habilitation à la gestion des données identifiantes.

**Tableau 7 : Prestataires de prélèvement d'air intérieur et répartition par zone géographique. PestiRiv, France, 2021-2022**

LOT	Zone géographique	Prestataire de prélèvement
Lot 1	Nouvelle Aquitaine	Oxygenair / Certifair
Lot 2	Occitanie	Enexco
Lot 3	Grand Est – Champagne	A2L Environnement / Evadies
Lot 4	Grand Est – Alsace	ITGA-Est
Lot 5	ARA – BFC	ITGA-Rhône-Alpes
Lot 6	PACA	ITGA-PACA

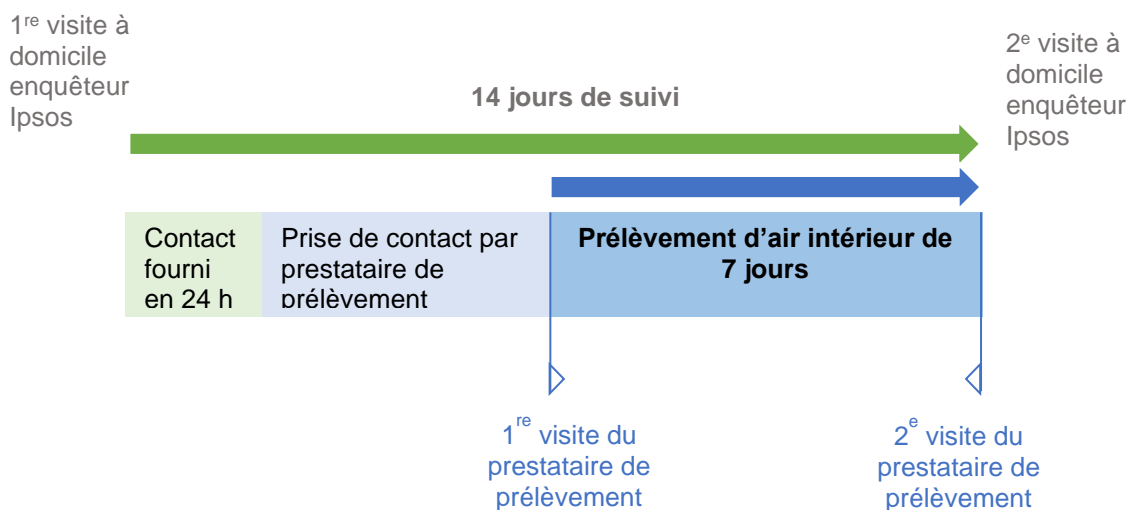
Les interventions sont lissées sur l'ensemble des périodes hors traitement et avec traitement, du fait de contraintes de disponibilités de matériels et de techniciens.

Avec l'accord du participant, le prélèvement d'air intérieur est réalisé dans la pièce de vie principale du logement (séjour) sur une durée de 7 jours avec un débit de 4 l/min pour un volume final autour de 40 m<sup>3</sup>. Une cartouche URG (filtre quartz et mousse polyuréthane) est utilisée pour piéger les pesticides présents à la fois en phase gazeuse et en phase particulaire. Les caractéristiques des différents types de matériel de prélèvement sont détaillées en Annexe 3 : Caractéristiques du matériel de prélèvement des échantillons environnementaux.

Le prélèvement d'air intérieur dans les logements est effectué sur 7 jours pendant les 14 jours de l'enquête globale PestiRiv (cf. Figure 10). Suite à la 1<sup>re</sup> visite de l'enquêteur Ipsos et après accord du participant, ses coordonnées sont transmises par Ipsos au prestataire de prélèvement concerné via un serveur sécurisé dans un délai de 24 h. Le prestataire de prélèvement contacte le participant pour confirmer son accord et convenir d'un rendez-vous pour la mise en place et le démarrage du prélèvement d'air intérieur (1<sup>re</sup> visite). À la fin du prélèvement, le prestataire de prélèvement effectue une 2<sup>e</sup> visite pour mettre fin au prélèvement et récupérer le matériel. Compte tenu des contraintes de mise en œuvre et de coordination, un décalage maximal de 4 jours est accordé à titre exceptionnel par rapport à la date de fin de l'enquête globale au domicile.

Après prélèvement, le prestataire emballe l'échantillon prélevé (cartouche URG avec filtre quartz et mousse PUF) dans du papier aluminium, puis l'insère individuellement dans un sachet plastique de type ziplock non réutilisable en attribuant un numéro d'identification unique (étiquettes appliquées sur la cartouche URG et sur le sachet). Les échantillons sont stockés dans des conditions de température réfrigérées pendant au maximum 4 jours calendaires, avant expédition au laboratoire d'analyse.

Les échantillons sont disposés dans des pochettes réfrigérées individuelles et envoyés au laboratoire d'analyse par colis suivi Chronopost médical 13 prépayés, en notifiant systématiquement par mail le nombre et la date d'envoi des échantillons.



**Figure 10 : Prélèvement d'air intérieur au sein du protocole d'enquête globale. PestiRiv, France, 2021-2022**

#### 4.5.4.4 Collecte des aliments autoproduits

La collecte des aliments autoproduits concerne uniquement les fruits et légumes à maturité issus du jardin des foyers de zones viticoles ayant accepté leur collecte, en fin de période de traitement (de juin à août).

Les prélèvements sont réalisés par un enquêteur Ipsos avec l'aide d'un membre du foyer lors de la 2<sup>de</sup> visite à domicile. Six aliments autoproduits différents sont collectés au maximum par foyer, dont 4 espèces prioritaires (espèces les plus couramment autoproduites : salades, tomates, haricots verts, pommes de terre). Pour atteindre l'objectif de recueil, des fruits et légumes complémentaires peuvent être collectés. *A contrario*, une liste d'aliments non pertinents est définie (denrées fragiles, ratio surface/biomasse faible, période de récolte courte ou hors période de collecte).

La quantité minimale à collecter est de 300 grammes de poids frais par aliment afin de permettre la mise en œuvre des méthodes analytiques. Cette quantité nécessite, pour certains aliments, la collecte de plusieurs unités permettant ainsi à l'enquêteur de disperser ses prélèvements au sein d'un même plant, dans l'objectif de couvrir au mieux l'exposition du jardin enquêté. L'enquêteur nettoie sommairement les échantillons collectés en enlevant les particules de terre et les place dans un double ensachage de sacs plastiques alimentaires neufs portant une étiquette identifiante. Les échantillons collectés sont stockés à l'abri de la lumière et de toute source de chaleur pour assurer une bonne conservation. Si l'envoi se fait plus de 4 heures après la collecte, ils sont stockés dans une glacière pourvue d'accumulateurs de froid afin de garantir leur conservation. Ils sont ensuite conditionnés dans un carton avant dépôt en agence Chronopost ou en bureau de poste.



Les caractéristiques du matériel de prélèvement sont détaillées en Annexe 3 : Caractéristiques du matériel de prélèvement des Échantillons environnementaux.

Les échantillons d'aliments autoproduits sont ensuite transportés à température ambiante *via* le service « *Medical Ambient 13* » de Chronofresh vers le laboratoire d'analyse GIRPA. Les échantillons restant après analyse sont stockés congelés à -18 °C dans des barquettes plastiques.

Un second laboratoire, l'UT2A, a été sélectionné par l'Anses pour analyser le cuivre. Le transport des échantillons congelés du GIRPA vers UT2A est réalisé à -18 °C.

#### 4.5.5 Données de pratiques agricoles

##### 4.5.5.1 Méthode globale de caractérisation des pratiques agricoles

En France, les données de pratiques culturales et notamment les traitements phytopharmaceutiques réalisés dans les parcelles agricoles ne sont pas directement récupérables depuis une unique base de données exhaustive facilement accessible.

Les enquêtes du ministère en charge de l'agriculture constituent la principale source institutionnelle de données sur les pratiques agricoles et notamment les pratiques phytopharmaceutiques. Ces enquêtes sont menées ponctuellement par culture ou groupe de cultures sur un échantillon représentatif d'agriculteurs. Chaque année étant spécifique en termes de conditions climatiques et de pression parasitaire, les tendances observées pour les traitements phytopharmaceutiques ne seront pas forcément reproduites les années suivantes. Les deux dernières enquêtes disponibles sur vigne ayant été réalisées en 2016 et en 2019 (et pas en 2022), il n'est pas possible de se baser uniquement sur cette source de données pour estimer les pratiques agricoles des zones viticoles concernées par PestiRiv au cours de la période d'enquête.

Par ailleurs, compte tenu de la lourdeur administrative et technique, du risque d'un taux de retour très faible et d'hétérogénéité des données collectées, la réalisation d'enquêtes directement auprès de l'ensemble des viticulteurs concernés par les sites d'étude n'a pas été retenue.

Il est donc nécessaire de raisonner par estimation de l'utilisation de PPP en combinant différentes sources de données (cf. Annexe 4 : Description des bases de données existantes utilisées pour la construction de l'indicateur spatialisé) :

- données publiques accessibles avec ou sans demande d'autorisation (enquêtes de pratiques culturales, bulletins de santé des végétaux, réseau des fermes DEPHY) ;
- données accessibles *via* une contractualisation avec les propriétaires des données (matériel de pulvérisation, banque nationale de données de vente des produits phytopharmaceutiques spatialisée) ;
- données recueillies spécifiquement pour l'étude PestiRiv et issues d'enquêtes de terrain auprès de représentants de la profession viticole. Ces enquêtes de terrain sont présentées ci-après.

Le croisement d'un certain nombre de variables issues de ces bases de données permet le calcul d'indicateurs dont l'élaboration est présentée en section 7.5.

#### 4.5.5.2 Présentation de l'enquête auprès des représentants viticoles

L'un des principaux enjeux dans l'étude PestiRiv est de caractériser les traitements phytopharmaceutiques dans le temps à une échelle hebdomadaire afin de les mettre en regard des mesures biologiques et environnementales réalisées lors de la phase terrain de l'étude. Compte tenu du fait qu'aucune base de données permettant de répondre à cet objectif n'est mobilisable, une enquête ad hoc a été élaborée et envoyée à des représentants de la filière viticole dans les zones viticoles de l'étude pour connaître, dans chaque région, l'utilisation hebdomadaire des PPP pour l'année de l'étude (2022).

En amont de l'envoi de l'enquête, plusieurs réunions avec les représentants viticoles ont été organisées pour expliquer les données nécessaires à la caractérisation des pratiques phytopharmaceutiques et préciser la structure des questionnaires. Ces réunions ont réuni des représentants de différentes structures : chambres d'agriculture, syndicats viticoles, coopératives, interprofessions, représentants de l'agriculture biologique (le détail des organismes participants est disponible en Annexe 5 : Organismes ayant participé aux Échanges avec la profession viticole).

Les questionnaires ont été envoyés aux représentants viticoles identifiés à la fin de la période d'enquête de PestiRiv (septembre 2022). Les informations suivantes sont ainsi recueillies :

- zone d'expertise du répondant : région, département, vignoble, communes ;
- traitements hebdomadaires (fongicides, insecticides, herbicides) réalisés à leur connaissance entre octobre 2021 et septembre 2022 et le/les bioagresseur(s) visé(s) ;
- produits phytopharmaceutiques et/ou substances actives susceptibles d'être utilisées lors de ces traitements hebdomadaires compte tenu des pressions de bioagresseurs observées dans leur zone d'expertise pour l'année d'étude.

Les informations de traitements sont renseignées de manière agrégée par les répondants et représentent une pratique moyenne au niveau de leur zone d'expertise.

Pour 11 départements sur les 16 concernés par l'étude PestiRiv, un retour de l'enquête est disponible pour caractériser l'utilisation des traitements phytopharmaceutiques dans le temps. Pour les 5 départements restants, en raison de réponses incomplètes ou manquantes, des extrapolations à partir des départements voisins sont réalisées en lien avec le GT PestiRiv.

## 4.6 Sélection des substances recherchées dans PestiRiv

Les substances recherchées dans PestiRiv ont été sélectionnées par un processus de priorisation réalisé en 2018 à partir des substances autorisées en 2017 et des données de vente à l'échelle nationale des années 2015 et 2016. La démarche globale est détaillée dans le protocole de l'étude [16].

La liste des substances pertinentes à considérer concerne :

- des substances autorisées et utilisées en viticulture ;
- des substances très spécifiques de la viticulture et très utilisées pour cette culture ;
- des substances moins spécifiques mais d'intérêt du fait :
  - o de leur utilisation, leur potentiel d'émission et de persistance dans l'environnement et/ou leur potentiel de danger (démarche de hiérarchisation) ;
  - o de dire d'experts (experts du Conseil Scientifique de Santé publique France, experts de l'Anses, etc.) et/ou de résultats de travaux précédents.

La liste finale des molécules à rechercher a été établie sur la base des pertinences biométabolique et environnementale ainsi que des faisabilités métaboliques et analytiques des dosages. Les substances et biomarqueurs recherchés sont donc différents selon les matrices biologiques et environnementales : air ambiant, air intérieur, poussières, aliments autoproduits, urines et cheveux.

Le travail d'identification des biomarqueurs permettant de caractériser au mieux l'exposition des riverains de zones viticoles aux PPP prioritaires et des matrices biologiques les plus appropriées pour leur mesure a été publié en 2022 [18; 19]. Pour les matrices environnementales, les modalités de sélection des substances mesurées sont détaillées en Annexe 6 : Sélection des substances mesurées dans les matrices environnementales.

La liste des substances et biomarqueurs recherchés en fonction des matrices est présentée dans le Tableau 8. Les usages et les statuts d'autorisations des substances prioritaires sont présentés en Annexe 7 : Fonction, statuts réglementaires européens et usages en France des substances actives.

**Tableau 8 : Liste des substances priorisées dans l'étude PestiRiv et substances recherchées par matrices environnementales et biologiques. PestiRiv, France, 2021-2022**

Liste substances priorisées				Substances recherchées par matrices environnementales et biologiques						
N° CAS	Nom molécule	Classe chimique principale proposée par le R4P <sup>31</sup>	Priorité	AIR AMBIANT	AIR INTÉRIEUR	POUSSIÈRES	ALIMENTS AUTOPRODUITS	URINES	CHEVEUX	Précisions sur les substances analysées
101007-06-1	Acrinathrine	Pyréthriinoïdes	Prio 2	N	O	O	O	O	O	Analyses biologiques : 3-PBA, 4-F-3-PBA, cis-DCCA, trans-DCCA, cis-DBCA
865318-97-4	Amétoctradine	Triazolopyrimidines	Prio 2	N	N	O	O	N	O	
348635-87-0	Amisulbrom	Triazoles*	Prio 2	N	N	O	O	N	N	
131860-33-8	Azoxystrobine	Strobilurines de synthèse	Prio 2	N	N	O	O	N	O	
1820573-27-0	Béta-cyfluthrine	Pyréthriinoïdes	Prio 2	O	O	O	O	O	O	Analyses environnementales : cyfluthrine Analyses biologiques : 3-PBA, 4-F-3-PBA, cis-DCCA, trans-DCCA, cis-DBCA
188425-85-6	Boscalid	Carboxamides (SDHI)	Prio 1	O	O	O	O	N	O	
16118-49-3	Carbétamide	Carbamates	Prio 2	O	O	O	O	N	N	
500008-45-7	Chlorantraniliprole	Carboxamides	Prio 2	N	N	O	O	N	N	
5598-13-0	Chlorpyrifos-méthyl	Organophosphorés	Prio 2	O	O	O	O	N	N	
7440-50-8	Composés du cuivre	Substances minérales	Prio 2	O	N	O	O	O	N	Analyses environnementales : cuivre acido-soluble et cuivre total Analyses biologiques : cuivre total
120116-88-3	Cyazofamide	Imidazoles*	Prio 2	O	O	O	O	N	N	
57966-95-7	Cymoxanil	Carboxamides	Prio 1	O	O	O	O	N	O	
52315-07-8	Cyperméthrine	Pyréthriinoïdes	Prio 2	O	O	O	O	O	O	Analyses environnementales : cyperméthrine
67375-30-8	Alpha-cyperméthrine		Prio 2							

<sup>31</sup> R4P : Réseau de réflexion et de recherche sur la résistance aux pesticides ([https://osf.io/ubhr5/?view\\_only](https://osf.io/ubhr5/?view_only)).

Liste substances priorisées				Substances recherchées par matrices environnementales et biologiques						
N° CAS	Nom molécule	Classe chimique principale proposée par le R4P <sup>31</sup>	Priorité	AIR AMBIANT	AIR INTÉRIEUR	POUSSIÈRES	ALIMENTS AUTOPRODUITS	URINES	CHEVEUX	Précisions sur les substances analysées
97955-44-7	Zeta-cypermethrine		Prio 2							Analyses biologiques : 3-PBA, 4-F-3-PBA, cis-DCCA, trans-DCCA, cis-DBCA
121552-61-2	Cyprodinil	Anilinopyrimidines	Prio 2	O	O	O	O	N	O	
52918-63-5	Deltaméthrine	Pyréthriinoïdes	Prio 2	O	O	O	O	O	O	Analyses biologiques : 3-PBA, 4-F-3-PBA, cis-DCCA, trans-DCCA, cis-DBCA
119446-68-3	Difénoconazole	Triazoles*	Prio 2	O	O	O	O	N	N	
110488-70-5	Diméthomorphe	Carboxamides	Prio 2	N	O	O	O	N	O	
13708-85-5	Disodium phosphonate	Phosphonates	Prio 1	N	N	N	O	N	N	Analyses environnementales : acide phosphonique et fosétyl
13977-65-6	Potassium phosphonate	Phosphonates	Prio 1					N	N	
66230-04-4	Esfenvalerate	Pyréthriinoïdes	Prio 2	N	O	O	O	O	O	Analyses biologiques : 3-PBA, 4-F-3-PBA, cis-DCCA, trans-DCCA, cis-DBCA
80844-07-1	Etofenprox	Pyréthriinoïdes	Prio 2	O	O	O	O	N	N	
126833-17-8	Fenhexamide	Hydroxyanilides	Prio 2	O	O	O	O	N	N	
103361-09-7	Flumioxazine	Phtalimides	Prio 2	N	O	O	O	N	N	
239110-15-7	Fluopicolide	Carboxamides	Prio 2	N	N	O	O	N	N	
658066-35-4	Fluopyram	Carboxamides (SDHI)	Prio 2	O	O	O	O	N	N	
907204-31-3	Fluxapyroxad	Carboxamides (SDHI)	Prio 2	N	N	O	O	N	N	
133-07-3	Folpel	Phtalimides*	Prio 1	O	O	O	O	O	O	Analyses biologiques : phtalimide, acide phtalique (métabolites)
15845-66-6	Fosétyl-aluminium	Phosphonates	Prio 1	O	N	O	O	N	N	
1071-83-6	Glyphosate	Organophosphonates	Prio 1	O	N	O	O	O	N	Analyses biologiques : glyphosate et AMPA (métabolite)
173584-44-6	Indoxacarbe	Oxadiazines	Prio 2	O	O	N	O	N	N	
140923-17-7	Iprovalicarbe	Carboxamides	Prio 2	O	O	O	O	N	N	

Liste substances priorisées				Substances recherchées par matrices environnementales et biologiques						
N° CAS	Nom molécule	Classe chimique principale proposée par le R4P <sup>31</sup>	Priorité	AIR AMBIANT	AIR INTÉRIEUR	POUSSIÈRES	ALIMENTS AUTOPRODUITS	URINES	CHEVEUX	Précisions sur les substances analysées
143390-89-0	Krésoxim-méthyl	Strobilurines de synthèse	Prio 1	O	O	O	O	N	O	
91465-08-6	Lambda-cyhalothrine	Pyréthriinoïdes	Prio 2	O	O	O	O	O	O	Analyses environnementales : lambda-cyhalothrine Analyses biologiques : 3-PBA, 4-F-3-PBA, cis-DCCA, trans-DCCA, cis-DBCA
76703-62-3	Gamma-cyhalothrine	Pyréthriinoïdes	Prio 2							
8018-01-7	Mancozèbe	Dithiocarbamates	Prio 1	N	N	N	N	O	N	Analyses biologiques : éthylène thiourée (métabolite)
110235-47-7	Mépanipirim	Anilinyrimidines		O	O	O	O	N	N	
70630-17-0	Métalaxyl-m	Anilides ou phénylamides	Prio 1	O	O	O	O	N	O	Analyses environnementales : métalaxyl
9006-42-2	Métiram	Dithiocarbamates	Prio 1	N	N	N	N	O	N	Analyses biologiques : éthylène thiourée (métabolite)
220899-03-6	Métrafenone	Benzophénones*	Prio 2	O	O	O	O	N	N	
88671-89-0	Myclobutanil	Triazoles*	Prio 2	O	O	O	O	N	N	
15299-99-7	Napropamide	Carboxamides tertiaires	Prio 2	O	O	O	O	N	N	
19044-88-3	Oryzalin	Dinitroanilines	Prio 2	O	O	O	O	N	N	
40487-42-1	Pendiméthaline	Dinitroanilines	Prio 1	O	O	O	O	N	O	
23950-58-5	Propyzamide	Carboxamides	Prio 2	O	O	O	O	N	N	
175013-18-0	Pyraclostroline	Strobilurines de synthèse	Prio 2	N	O	O	O	N	N	
8003-34-7	Pyréthriines	Extraits végétaux	Prio 2	N	N	N	O	O	O	Analyses biologiques : 3-PBA, 4-F-3-PBA, cis-DCCA, trans-DCCA, cis-DBCA
53112-28-0	Pyriméthanol	Anilinyrimidines	Prio 2	O	O	O	O	N	N	
124495-18-7	Quinoxylène	Quinoléines*	Prio 1	O	O	O	O	N	O	
7704-34-9	Soufre	Substances minérales	Prio 2	O	N	N	N	N	N	
118134-30-8	Spiroxamine	Amines	Prio 1	O	O	O	O	N	O	



Liste substances priorisées				Substances recherchées par matrices environnementales et biologiques						
N° CAS	Nom molécule	Classe chimique principale proposée par le R4P <sup>31</sup>	Priorité	AIR AMBIANT	AIR INTÉRIEUR	POUSSIÈRES	ALIMENTS AUTOPRODUITS	URINES	CHEVEUX	Précisions sur les substances analysées
102851-06-9	Tau-fluvalinate	Pyréthriinoïdes	Prio 2	O	O	O	O	O	O	Analyses biologiques : 3-PBA, 4-F-3-PBA, cis-DCCA, trans-DCCA, cis-DBCA
107534-96-3	Tébuconazole	Triazoles*	Prio 1	O	O	O	O	O	O	Analyses biologiques : tébuconazole et de l'hydroxy-tébuconazole (métabolite)
153719-23-4	Thiaméthoxam	Néonicotinoïdes de synthèse	Prio 2	O	O	O	O	N	N	
55219-65-3	Triadiménol	Triazoles*	Prio 2	O	O	O	O	N	N	
141517-21-7	Trifloxystrobine	Strobilurines de synthèse	Prio 1	O	O	O	O	N	O	
156052-68-5	Zoxamide	Benzamide	Prio 2	O	O	N	O	N	N	

\* Classe chimique secondaire proposée par le R4P

N = Non recherché ; O = Oui, recherché

## 5 BILAN DU TERRAIN D'ENQUÊTE

### 5.1 Bilan de l'inclusion des participants

#### 5.1.1 Période hors traitement des vignes

La phase de terrain de l'étude PestiRiv en période hors traitement des vignes s'est déroulée du 11 octobre 2021 au 28 février 2022.

Cette période de l'enquête concerne un sous-échantillon d'adultes et d'enfants de zones viticoles, interrogés de nouveau en période de traitement pour étudier l'évolution de leur exposition aux PPP. Des échantillons d'urines et de cheveux sont collectés pour caractériser l'imprégnation des participants, associés à des prélèvements de poussières et d'air intérieur réalisés chez certains participants. Des prélèvements d'air ambiant sont également réalisés sur 7 communes viticoles ayant des ménages participants à l'étude.

L'institut Ipsos a formé 17 enquêteurs pour réaliser le recrutement par téléphone, 38 enquêteurs pour les visites à domicile et 2 personnes dédiées à la hotline.

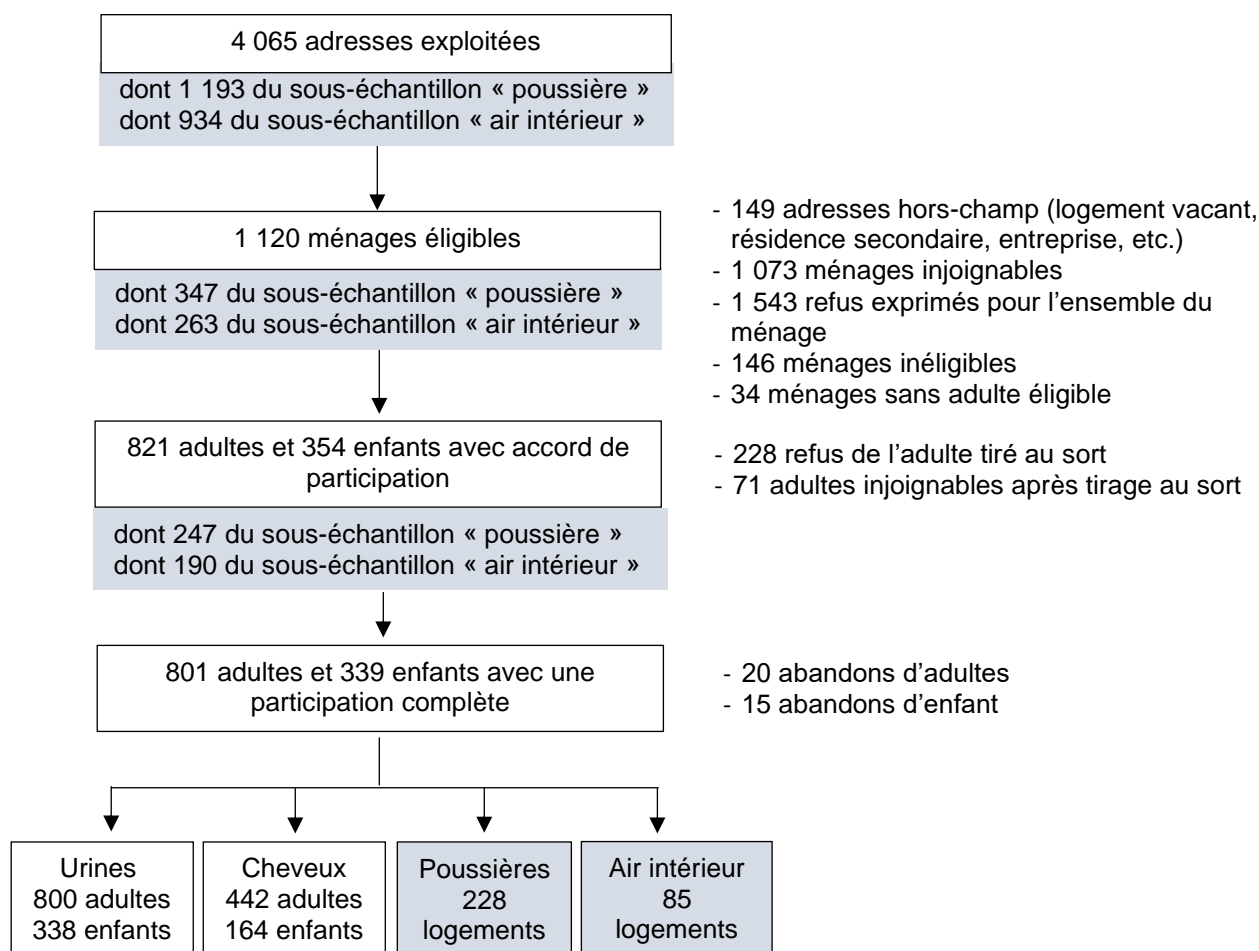
Un total de 4 065 adresses tirées au sort a été exploité lors de la période hors traitement des vignes. L'exploitation des adresses est répartie en deux vagues pour couvrir toute la période hors traitement des vignes. Le recueil des poussières et d'air intérieur a concerné respectivement 1 193 adresses et 934 adresses (cf. arbre d'inclusion en Figure 11).

Parmi les 4 065 adresses exploitées, les habitants de 1 073 d'entre elles sont restés injoignables et 1 543 ont exprimé un refus de participer pour l'ensemble du ménage. Environ 8 % des ménages étaient inéligibles (295) ou ne comprenaient aucun adulte éligible (34). Au total, 1 120 ménages comptaient au moins un adulte éligible pour participer à l'étude, parmi lesquels 347 étaient éligibles pour le recueil des poussières, dont 263 sélectionnés pour le recueil d'air intérieur. Au sein de ces 1 120 ménages, 821 adultes et 354 enfants tirés au sort ont accepté de participer à l'étude. À cette étape, 247 ménages d'adulte participant étaient éligibles pour le recueil des poussières dont 190 sélectionnés pour le recueil d'air intérieur.

Environ 3 % des personnes incluses ont abandonné en cours d'étude (20 adultes et 16 enfants). Au total, **801 adultes et 339 enfants ont participé à cette période de l'enquête<sup>32</sup>**. 800 adultes et 338 enfants ont collecté leurs urines sur la période de 14 jours de suivi, et 442 adultes et 164 enfants ont accepté de donner une mèche de leurs cheveux. 228 échantillons de poussières et 85 échantillons d'air intérieur ont été collectés et réceptionnés par les laboratoires.

---

<sup>32</sup> La participation d'un individu est prise en compte si la visite 2 a été réalisée et si au moins un des échantillons d'urines, de cheveux ou de poussières a été réceptionné par un laboratoire. À noter que chaque participant adulte correspond à un foyer, avec ou sans enfant participant au sein de ce foyer.



**Figure 11 : Arbre d'inclusion des ménages et participants de zones viticoles en période hors traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

### 5.1.2 Période de traitement des vignes

La phase de terrain de l'étude PestiRiv en période de traitement des vignes s'est déroulée du 28 février 2022 au 6 septembre 2022 (pour les zones viticoles) et au 20 septembre 2022 (pour les zones non viticoles).

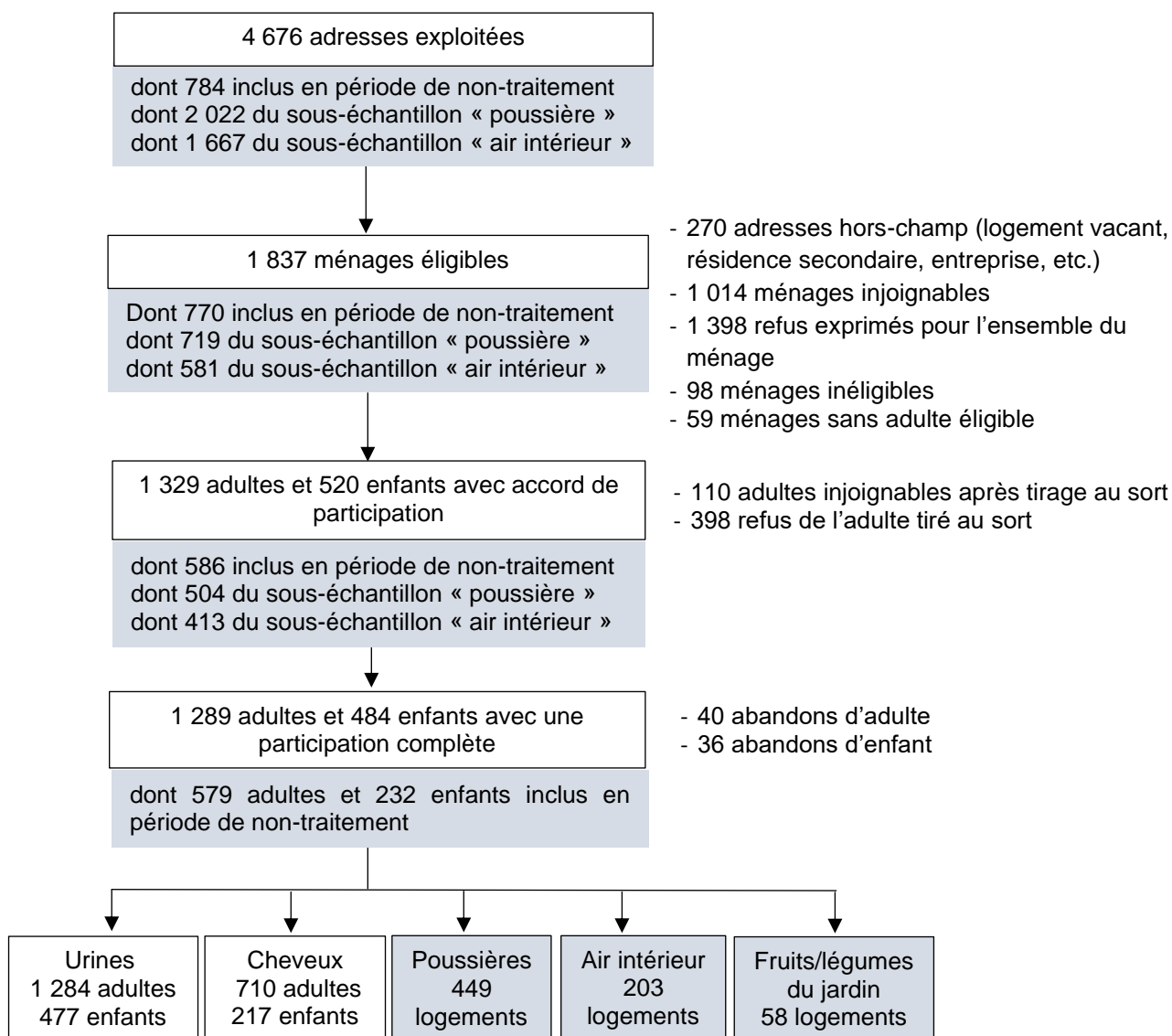
Cette période de l'enquête concerne les adultes et enfants de zones viticoles, dont ceux inclus en période hors traitement des vignes, et les adultes et enfants de zones non viticoles. Des échantillons d'urines et de cheveux sont collectés pour caractériser l'imprégnation des participants, associés, chez certains participants, à des prélèvements de poussières, d'air intérieur et de fruits et légumes du jardin. Des prélèvements d'air ambiant sont également réalisés sur 14 communes viticoles et 7 communes non viticoles ayant des ménages participants à l'étude.

L'institut Ipsos a formé 36 enquêteurs supplémentaires pour réaliser les visites à domicile, aboutissant à 72 enquêteurs mobilisés sur le terrain pendant la période de traitement des vignes en zones viticoles et non viticoles.

**En zones viticoles**, un total de 4 676 adresses a été exploité parmi lesquelles 784 étaient des adresses de participants inclus en période hors traitement. L'exploitation des adresses était répartie en cinq vagues pour couvrir toute la période de traitement des vignes. Le recueil des poussières et d'air intérieur concernait respectivement 2 022 adresses et 1 667 adresses (cf. arbre d'inclusion en Figure 12).

Parmi les 4 676 adresses exploitées, les habitants de 1 014 d'entre elles sont restés injoignables et 1 398 ont exprimé un refus de participer pour l'ensemble du ménage. Environ 9 % des ménages étaient inéligibles (368) ou ne comprenaient aucun adulte éligible (59). Au total, 1 837 ménages comptaient au moins un adulte éligible pour participer à l'étude, parmi lesquels 719 étaient éligibles pour le recueil des poussières, dont 581 sélectionnés pour le recueil d'air intérieur. Au sein de ces 1 837 ménages, 1 329 adultes et 520 enfants tirés au sort ont accepté de participer à l'étude. À cette étape, 504 ménages d'adulte participants étaient éligibles pour le recueil des poussières dont 413 sélectionnés pour le recueil d'air intérieur.

Environ 4 % des personnes incluses ont abandonné en cours d'étude (41 adultes et 36 enfants). Au total, **1 289 adultes et 484 enfants vivant près de vignes ont participé à l'enquête en période de traitement, parmi lesquels 579 adultes et 232 enfants ont participé à la période hors traitement des vignes**. Concernant les échantillons biologiques, 1 284 adultes et 477 enfants ont collecté leurs urines sur la période de 14 jours de suivi, et 710 adultes et 217 enfants ont accepté de donner une mèche de leurs cheveux. Concernant les échantillons environnementaux, 449 échantillons de poussières et 203 échantillons d'air intérieur ont été collectés et réceptionnés par les laboratoires. Des recueils de fruits et légumes du jardin, proposés uniquement à partir du 15 juin 2022, ont été réalisés chez 58 participants possédant un potager et/ou des arbres fruitiers.

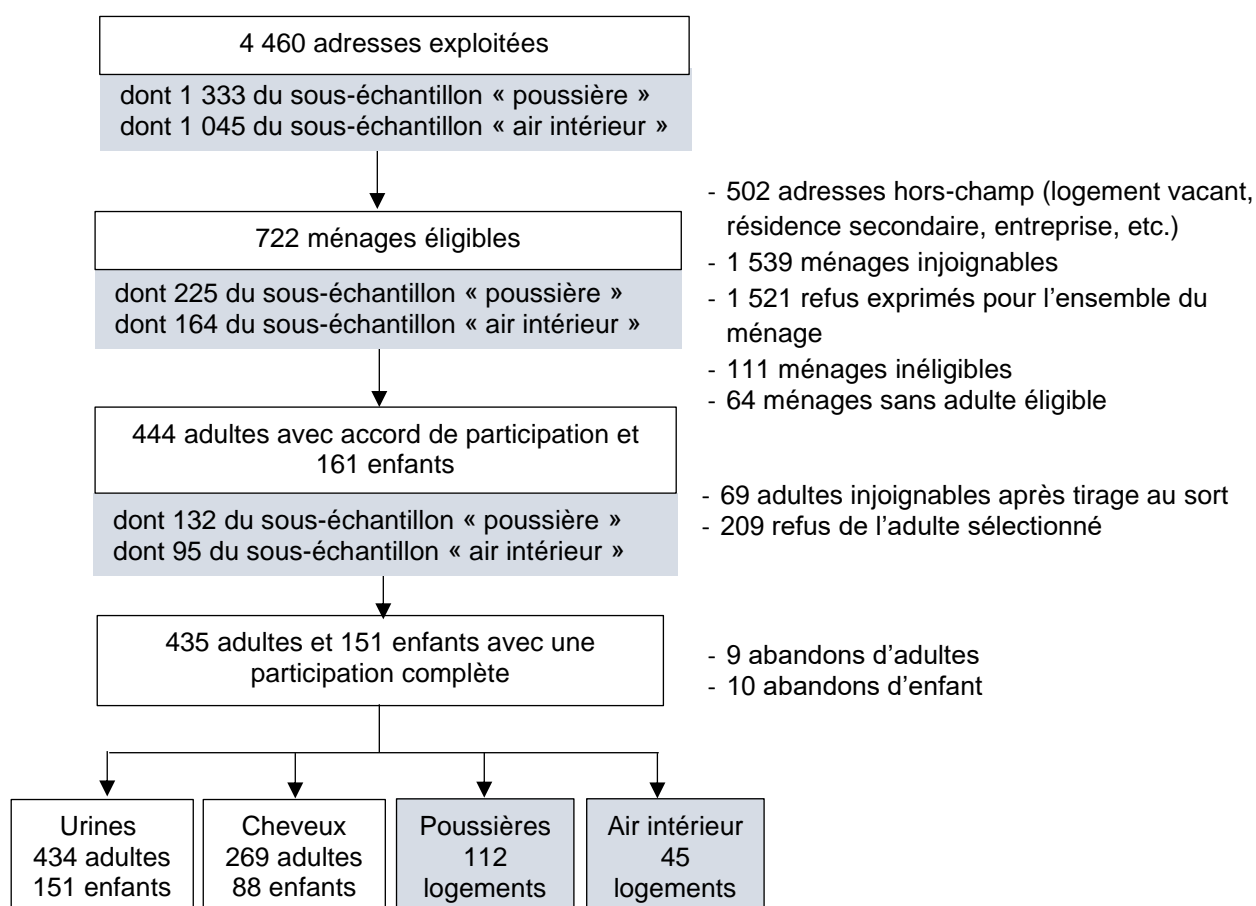


**Figure 12 : Arbre d'inclusion des ménages de zones viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

**En zones non viticoles**, un total de 4 460 adresses a été exploité. L'exploitation des adresses était répartie en cinq vagues pour couvrir toute la période d'enquête. Le recueil des poussières et d'air intérieur concernait respectivement 1 333 adresses et 1 045 adresses (cf. arbre d'inclusion en Figure 13).

Parmi les 4 460 adresses exploitées, les habitants de 1 539 d'entre elles sont restés injoignables et 1 521 ont exprimé un refus de participer pour l'ensemble du ménage. Environ 15 % des ménages étaient inéligibles (613) ou ne comprenaient aucun adulte éligible (64). Au total, 722 ménages comptaient au moins un adulte éligible pour participer à l'étude parmi lesquels, 225 étaient éligibles pour le recueil des poussières, dont 164 sélectionnés pour le recueil d'air intérieur. Au sein de ces 722 ménages, 444 adultes et 161 enfants tirés au sort ont accepté de participer à l'étude. À cette étape, 132 ménages avec un adulte participant étaient éligibles par le recueil des poussières dont 95 sélectionnés pour le recueil d'air intérieur.

Environ 3 % des personnes incluses ont abandonné en cours d'étude (9 adultes et 10 enfants). Au total, **435 adultes et 151 enfants vivant en zones non viticoles ont participé**. 434 adultes et 151 enfants ont collecté leurs urines sur la période de 14 jours de suivi, et 269 adultes et 88 enfants ont accepté de donner une mèche de leurs cheveux. 112 échantillons de poussières et 45 échantillons d'air intérieur ont été collectés et réceptionnés par les laboratoires.



**Figure 13 : Arbre d'inclusion des ménages de zones non viticoles en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**



## 5.2 Bilan de la collecte des échantillons biologiques et environnementaux

### 5.2.1 Recueil des échantillons biologiques

La quasi-totalité des participants (97 % des adultes et enfants) a recueilli les 7 prélèvements d'urines répétés sur les 7 attendus. Moins de 1 % des participants ont réalisé 4 recueils ou moins sur les 7 attendus.

Le recueil des cheveux (facultatif) concerne environ la moitié des participants (56 % des adultes et 48 % des enfants). La réalisation du recueil est très contrastée selon le sexe puisqu'il est réalisé chez 74 % des femmes contre seulement 35 % des hommes. La principale cause de non-réalisation du prélèvement est la longueur des cheveux, en particulier chez les hommes dont les cheveux sont trop courts (moins de 3 cm). Cette tendance a également été observée dans l'étude pilote de PestiRiv.

Les échantillons biologiques sont centralisés dans la biothèque du Centre de ressources biologiques (CRB) de Tours, après un stockage temporaire dans l'un des 106 laboratoires de biologies médicales sélectionnés sur l'ensemble des zones d'étude. La biothèque a réalisé l'aliquotage de la totalité des échantillons d'urines permettant de regrouper, pour chaque participant, les recueils réalisés sur les 14 jours de suivi. Les dosages biologiques comprennent des analyses ciblées de substances actives et de leurs métabolites dans les urines (folpel, tébuconazole, dithiocarbamates, pyréthrinoïdes, glyphosate, cuivre) et des analyses multi-résidus de pesticides et métabolites dans les cheveux (cf. 6.1).

### 5.2.2 Recueil des échantillons environnementaux

#### 5.2.2.1 Recueil des échantillons de poussières

Pour la période hors traitement, les 228 échantillons réceptionnés par le laboratoire contenaient de la poussière et des résultats d'analyse ont été rendus pour 227 échantillons (avec jusqu'à 48 substances analysées selon 4 filières analytiques selon la masse de poussières disponible).

Pour la période de traitement :

- 448 échantillons sur les 449 échantillons réceptionnés par le laboratoire contenaient de la poussière et des résultats d'analyse ont été rendus pour 442 échantillons (avec jusqu'à 48 substances analysées selon 4 filières analytiques selon la masse de poussières disponible) ;
- les 113 échantillons réceptionnés par le laboratoire contenaient de la poussière et des résultats d'analyse ont été rendus pour 111 échantillons (avec jusqu'à 48 substances analysées selon 4 filières analytiques selon la masse de poussières disponible).

#### 5.2.2.2 Recueil des échantillons d'air intérieur

Pour la période hors traitement : parmi les ménages éligibles pour le recueil de poussières en période hors traitement et sélectionnés pour réaliser le prélèvement d'air intérieur, 59 % ont accepté d'être contactés pour réaliser ce prélèvement d'air intérieur. Au final, 98 % des échantillons d'air intérieur réceptionnés par le laboratoire en période hors traitement ont été analysés (83 échantillons avec 40 substances analysées).

Pour la période de traitement :

- parmi les ménages en zones viticoles éligibles pour le recueil de poussières et sélectionnés pour réaliser le prélèvement d'air intérieur, 51 % ont accepté d'être contactés pour réaliser ce prélèvement d'air intérieur. Au final, 98 % des échantillons d'air intérieur réceptionnés par le laboratoire en période de traitement ont été analysés (199 échantillons avec 40 substances analysées) ;
- parmi les ménages en zones non viticoles éligibles pour le recueil de poussières et sélectionnés pour réaliser le prélèvement d'air intérieur, 41 % ont accepté d'être contactés pour réaliser ce prélèvement d'air intérieur. Au final, 98 % des échantillons d'air intérieur réceptionnés par le laboratoire en période de traitement ont été analysés (45 échantillons avec 40 substances analysées).

#### 5.2.2.3 Recueil des échantillons d'aliments autoproduits

Parmi les 734 ménages de zones viticoles enquêtés à partir du 1<sup>er</sup> juin 2022, 366 ménages disposaient d'un jardin avec un potager et/ou des arbres fruitiers (50 %), parmi lesquels 205 ménages ont accepté que des prélèvements y soient réalisés (56 %). Toutefois, ces prélèvements n'ont pu être réalisés que chez 58 ménages seulement (28 %), les autres ménages éligibles ne disposant finalement pas de fruits ou légumes à maturité en quantité suffisante au moment de la visite de l'enquêteur Ipsos. En moyenne deux fruits et/ou légumes ont été collectés par ménage. Au total, 110 échantillons ont été réceptionnés par le laboratoire d'analyse et 106 échantillons ont pu être analysés pour la recherche des substances recherchées dans PestiRiv hors cuivre (50 substances analysées selon 3 filières analytiques). Pour l'analyse du cuivre, 104 échantillons ont été analysés par un second laboratoire.

#### 5.2.2.4 Recueil des échantillons d'air ambiant

La campagne de mesures dans l'air ambiant réalisée dans certaines communes viticoles et non viticoles de l'étude est indépendante des enquêtes réalisées chez les participants.

Pour la période hors traitement, un taux de réalisation des prélèvements sur les sites en zones viticoles de 100 % a été observé, avec des résultats *a priori* exploitables pour 208 des 210 échantillons collectés (soit 99 % de l'objectif).

Pour la période de traitement :

- un taux de réalisation des prélèvements sur les sites en zones viticoles de 98 % a été observé, avec des résultats *a priori* exploitables pour 777 des 797 échantillons réalisés (soit 96 % de l'objectif) ;
- un taux de réalisation des prélèvements sur les sites en zones non viticoles de 97 % a été observé, avec des résultats *a priori* exploitables pour 572 des 589 échantillons réalisés (soit 94 % de l'objectif).

Les aléas classiques au déploiement de ce type de prélèvements ont été observés, comme des coupures de courant ou des pannes matérielles par exemple. Le laboratoire a réalisé l'analyse des échantillons selon 3 filières analytiques (39 substances analysées).

## 6 DOSAGES DES ÉCHANTILLONS BIOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX

### 6.1 Dosages biologiques

#### 6.1.1 Méthodes de dosages dans les échantillons d'urines

##### 6.1.1.1 Tébuconazole

Les dosages urinaires du tébuconazole et de son principal métabolite l'hydroxy-tébuconazole (TEB-OH), sont réalisés par le laboratoire Labocéa. Le laboratoire dispose d'un volume de 5 ml d'urines pour réaliser l'analyse. Le laboratoire utilise une méthode analytique permettant le dosage par une extraction en phase solide (SPE) en ligne et chromatographie en phase liquide ultra performance (UPLC) couplée à un détecteur de masse en tandem (UPLC-MS/MS). Une étape de déconjugaison par hydrolyse enzymatique (*Helix pomatia*  $\beta$ -Glucuronidase/aryl sulphatase) est réalisée préalablement au dosage du TEB-OH.

##### 6.1.1.2 Ethylène thiourée

L'éthylène thiourée (ETU), métabolite urinaire commun des dithiocarbamates (métiram, mancozèbe), est analysé par le laboratoire de toxicologie de l'INSPQ. Le laboratoire dispose d'un volume de 2 ml d'urines pour réaliser l'analyse. Le laboratoire utilise une méthode analytique permettant le dosage par chromatographie en phase liquide ultra performance (UPLC) couplée à un détecteur de masse en tandem (UPLC-MS/MS) en mode MRM avec une source « electrospray » en mode positif. Des étapes d'hydrolyse et de dérivation par le bromure de 2,3,4,5,6-pentafluorobenzyle sont réalisées préalablement, suivies d'une extraction avec de l'hexane.

##### 6.1.1.3 Glyphosate

Les dosages urinaires du glyphosate et de son principal métabolite, l'acide aminométhylphosphonique (AMPA), sont réalisés par le laboratoire Labéo. Le laboratoire dispose d'un volume de 5 ml d'urines pour réaliser l'analyse. Le laboratoire utilise une méthode analytique permettant le dosage par une extraction en phase solide (SPE) en ligne et chromatographie en phase liquide ultra performance (UPLC) couplée à un détecteur de masse en tandem (UPLC-MS/MS). Une dérivation par le chlorure de fluorénylméthoxycarbonyl (FMOC) est réalisée préalablement afin de tenir compte de la présence éventuelle de Fosétyl pouvant interférer sur les résultats.

##### 6.1.1.4 Cuivre

Les dosages urinaires du cuivre sont réalisés par le laboratoire de toxicologie de l'INSPQ. Le laboratoire dispose d'un volume de 10 ml pour réaliser l'analyse. Le laboratoire utilise une méthode analytique permettant le dosage par spectrométrie de masse en tandem (ICP-MS/MS). Les échantillons sont préalablement dilués dans une solution acide contenant de l'éthoxylate d'octylphénol, de la L-(+)-cystéine et de l'or.

##### 6.1.1.5 Pyréthrinoïdes

Les pyréthrinoïdes (cyfluthrine, deltaméthrine, cyperméthrine, esfenvalérate, etc.) possèdent plusieurs métabolites communs qui sont produits lors de la dégradation de ces substances

dans l'organisme humain. La liste des métabolites associés aux différentes substances actives de la famille des pyréthriinoïdes est présentée dans le Tableau 9. Le 3-PBA, le cis-DCCA, le trans-DCCA, le cis-DBCA et le 4-F-3-PBA sont analysés dans les urines par le laboratoire de toxicologie de l'INSPQ. Le laboratoire dispose d'un volume de 5 ml d'urines pour réaliser les analyses. Le laboratoire utilise une méthode analytique permettant le dosage par chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire couplée à un spectromètre de masse (GC-MS). Une déconjugaison par hydrolyse enzymatique ( $\beta$  glucuronidase) est réalisée préalablement. Les extraits sont par la suite hexafluoropropylés avec l'hexafluoro 2-propanol (HFIP) et le diisopropylcarbodiimide (DIC), et ré-extraits à l'hexane.

**Tableau 9 : Métabolites associés aux pyréthriinoïdes priorisés dans PestiRiv. PestiRiv, France, 2021-2022**

<b>Métabolite</b>	Acide 3-phénoxy-benzoïque	Acide 4-fluoro-3-phénoxy-benzoïque	Acide cis-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-diméthylcyclopropane-carboxylique	Acide cis-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-diméthylcyclopropane-carboxylique	Acide trans-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-diméthylcyclopropane-carboxylique
<b>Substance</b>	3-PBA	4-F-3-PBA	Cis-DBCA	Cis-DCCA	Trans-DCCA
Acrinathrine	X				
Cyperméthrine	X			X	X
Cyfluthrine		X		X	X
Cyhalothrine	X				
Deltaméthrine	X		X		
Esfenvalerate	X				
Tau-fluvalinate	X				

#### 6.1.1.6 Folpel

Les dosages urinaires des principaux métabolites du folpel, le phtalimide et l'acide phtalique, sont réalisés par le laboratoire Labocéa. Le laboratoire dispose d'un volume de 5 ml d'urines pour réaliser l'analyse. Le laboratoire a développé une méthode analytique permettant le dosage du phtalimide et de l'acide phtalique par chromatographie en phase liquide ultra performance (UPLC) couplée à un détecteur de masse en tandem (UPLC-MS/MS). Une étape de déconjugaison par hydrolyse enzymatique ( $\beta$ -Glucuronidase/aryl sulphatase free) est réalisée préalablement au dosage.

#### 6.1.1.7 Créatinine

Le dosage de la créatinine permet de prendre en compte les variations physiologiques de l'élimination urinaire entre les individus. Le dosage de la créatinine est réalisé par le laboratoire de toxicologie de l'INSPQ. Le laboratoire dispose d'un volume de 2 ml pour réaliser l'analyse. L'analyse est réalisée par spectrophotométrie à 510 nm selon la méthode de Jaffé qui consiste à mesurer l'intensité de la coloration du complexe rouge-orangé formé par la créatinine et l'acide picrique en milieu basique. Les mesures sont réalisées en mode cinétique : la vitesse de formation de la coloration étant proportionnelle à la concentration en créatinine dans l'échantillon.

### 6.1.2 Méthodes de dosages dans les échantillons de cheveux

Les dosages des biomarqueurs dans les cheveux sont réalisés par l'IRES (Institut de recherche et d'expertise scientifique). Le laboratoire a développé une méthode analytique permettant d'analyser 18 biomarqueurs de substances priorisées dans PestiRiv avec des limites de quantification et des niveaux d'incertitude garantissant une interprétation des résultats en population générale. La méthode développée comporte trois phases analytiques pour le dosage de l'ensemble des biomarqueurs :

- une analyse par chromatographie liquide couplée à un détecteur de masse en tandem (LC-MS/MS) en mode ionisation positive puis négative ;
- une analyse par chromatographie gazeuse couplée à un détecteur de masse en tandem (GC-MS/MS) pour le dosage du phtalimide et du pendiméthaline ;
- une analyse par chromatographie gazeuse couplée à un détecteur de masse en tandem (GC-MS/MS) après une phase d'estérification pour les métabolites de pyréthrinoïdes.

Les analyses sont réalisées sur des échantillons de cheveux de  $3 \pm 0,5$  cm non lavés et non traités afin de limiter le risque de dégradation du cheveu par l'utilisation de solvant de lavage pouvant agir comme des solvants d'extraction. Les cheveux sont broyés en fine poudre puis les substances étudiées sont extraites des cheveux avec un mélange de solvants organiques (ACN/MeOH, 50/50, V/V). La suspension de cheveux est ensuite incubée dans un bain à ultrason puis centrifugée afin de récupérer l'extrait par évaporation à sec. Le dosage nécessite une masse minimale de 20 mg de cheveux après broyage.

### 6.1.3 Contrôles qualités et validation des résultats de dosages

Les limites de détection (LOD) et les limites de quantification (LOQ) atteintes par les laboratoires pour les différentes analyses sont présentées dans le Tableau 10. L'adéquation entre ces LOD et LOQ calculées avec celles estimées par les laboratoires a été validée par Santé publique France.

Pour chaque biomarqueur dosé, une courbe d'étalonnage est réalisée au début de chaque série sur un minimum de 5 points de concentration. La courbe d'étalonnage est ensuite vérifiée tous les 100 dosages. Un « blanc méthode » est analysé tous les 20 échantillons pour garantir la non-contamination du circuit analytique. Des contrôles de qualité internes (CQI) sont analysés tous les 20 échantillons sur au moins trois niveaux de concentrations (proche de la LOQ, proche de la valeur attendue en population générale et à une concentration élevée) pour établir des cartes de contrôle et vérifier le respect des règles de Westgard. Une dizaine d'échantillons témoins constitués d'urine synthétique vierge sont également introduits à l'aveugle parmi les échantillons d'urines de l'étude afin de vérifier l'absence de quantification de biomarqueur dans ces échantillons témoins.

Les calculs d'incertitude ( $k=2$ ) sont réalisés à partir des CQI mesurés sur l'ensemble de la campagne d'analyse. Les incertitudes calculées sur trois niveaux de concentrations (proche LOQ, moyen et élevé) sont satisfaisantes ( $<40\%$ ) pour la quasi-totalité des biomarqueurs. Il existe un taux d'incertitude plus important aux niveaux proches de la LOQ pour les dosages urinaires de l'acide phtalique et du phtalimide (respectivement  $58\%$  et  $56\%$ ). Les résultats de dosages de ces deux biomarqueurs aux niveaux proches de la LOQ devront donc être interprétés avec précaution.

Les valeurs d'incertitude déterminées à partir des cartes de contrôle des échantillons analysés sont présentées dans le Tableau 10.

**Tableau 10 : Limites de détection, limites de quantification et incertitudes aux niveaux bas, moyen, haut atteints par les laboratoires de dosages. PestiRiv, France, 2021-2022**

Biomarqueur	LOD	LOQ	Incertitude		
			Bas	Moyen	Haut
<b>Dosages dans les urines</b>	<b>(µg/L)</b>	<b>(µg/L)</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
TEB-OH	0,03	0,10	27	26	30
Tébuconazole	0,03	0,10	25	24	27
ETU	0,03	0,11	14	9	11
Glyphosate	0,02	0,05	18	19	8
AMPA	0,02	0,05	21	18	12
Cuivre	0,53	1,78	12	7	4
3-PBA	0,01	0,04	15	7	8
4-F-3-BPA	0,006	0,02	9	6	7
Cis-DBCA	0,006	0,02	33	15	8
Cis-DCCA	0,004	0,01	13	9	7
Trans-DCCA	0,009	0,03	32	7	6
Acide phtalique	1,5	5,0	56	25	24
Phthalimide	0,30	1,0	58	30	28
<b>Dosages dans les cheveux</b>	<b>(pg/mg)</b>	<b>(pg/mg)</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Amétoctradine	0,27	0,80	43	24	14
Azoxystrobine	0,27	0,80	27	30	22
Boscalid	2,67	8,00	38	21	20
3-PBA	5,33	16,00	17	15	16
Cis-DCCA	6,67	20,00	33	31	27
Trans-DCCA	6,67	20,00	31	27	24
Cymoxanil	13,33	40,00	30	23	26
Cyprodinil	1,33	4,00	33	19	18
Diméthomorphe	0,27	0,80	21	22	17
Krésoxim-méthyle	1,33	4,00	32	20	16
Métalaxyl	0,27	0,80	30	23	15
Pendiméthaline	5,33	16,00	24	32	16
Phthalimide	13,33	40,00	25	18	20
Spiroxamine	1,33	4,00	17	18	21
Tébuconazole	0,67	2,00	32	23	17
Tebuconazole-OH	1,33	4,00	35	20	18
Trifloxystrobine	0,27	0,80	36	27	20



## 6.3 Méthodes de traitement et d'analyse des échantillons environnementaux

### 6.3.1 Méthodes de traitement et d'analyse des échantillons d'air ambiant

Les échantillons d'air ambiant sont analysés par le laboratoire Ianesco. À noter que le laboratoire dispose d'une accréditation Cofrac pour 6 substances (boscalid, cuivre, cyprodinil, fenhexamide, glyphosate, propyzamide). Par ailleurs, il participe à des Comparaisons Interlaboratoires (CIL) à partir de supports dopés permettant d'évaluer les méthodes d'analyse mises en œuvre.<sup>33</sup>

Afin d'écartier tout risque d'interférence analytique, les supports de prélèvement sont conditionnés avant prélèvement selon les modalités suivantes :

- pour le prélèvement P1, les filtres quartz et les mousses PUF sont conditionnés selon la norme NF XP X 43059<sup>34</sup> puis disposés dans les cartouches Téflon par le laboratoire :
  - calcination d'un filtre en quartz ;
  - conditionnement d'une mousse PUF neuve ;
  - lavage des cartouches et support.
- pour le prélèvement P3, les filtres sont disposés non conditionnés dans les porte-filtres associés, conformément à la norme NF EN 14902.
- pour le prélèvement P4, les filtres quartz sont conditionnés selon la norme NF XP X 43059<sup>34</sup> puis disposés dans les porte-filtres par le laboratoire :
  - calcination d'un filtre en quartz ;
  - lavage des cartouches et support.

Le laboratoire assemble les éléments des dispositifs de piégeage afin qu'ils soient immédiatement fonctionnels à leur réception par les AASQA. Chaque support de prélèvement est emballé individuellement dans du papier aluminium puis dans un sachet plastique de type ziplock. Le laboratoire indique la date de péremption des supports de prélèvement au moment de l'envoi.

Outre les supports de prélèvement, le laboratoire fournit et expédie à chaque AASQA les emballages isothermes et les blocs réfrigérants nécessaires au retour des échantillons prélevés ainsi qu'un flacon d'eau témoin permettant de vérifier la température de transport des échantillons.

À réception par les AASQA, les supports de prélèvement conditionnés sont stockés dans leur emballage à température ambiante dans un local propre et sec ou au réfrigérateur. Le stockage au congélateur est interdit. La durée de stockage ne doit pas dépasser la date de péremption indiquée.

À réception des échantillons prélevés, le laboratoire :

- vérifie la conformité des échantillons et de leur emballage (colis) ;
- contrôle la température du colis à l'aide du flacon d'eau ( $\leq 8^{\circ}\text{C}$ ) ;
- identifie chaque échantillon ;
- notifie la réception par mail à l'Anses et à l'Ineris/LCSQA sous 48 heures ;
- étiquette les supports de prélèvement (porte-filtres et cartouches).

<sup>33</sup> <https://www.lcsqa.org/fr/rapport/pesticides-dans-lair-ambiant-comparaison-inter-laboratoires-analytique-2021>

<sup>34</sup> Norme XP X 43-059 (sept. 2007) pour des prélèvements en air ambiant effectués selon la norme XP X 43-058 (matrices de prélèvements composées de filtres en quartz et de mousses de polyuréthane).

Les supports de prélèvement P1 et P4 sont ensuite déposés au congélateur à  $-18\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  ou démontés immédiatement. Pour le prélèvement P1, l'extraction accélérée par solvant (ASE) se fait sur l'entièreté de l'échantillon (mousse PUF et filtre en quartz). Pour les prélèvements P4, l'extraction du filtre est faite sous ultrasons par mise en contact avec de l'eau ultrapure, avec une étape supplémentaire de dérivation pour le glyphosate. Les extraits sont stockés au congélateur puis analysés selon les techniques suivantes :

- prélèvement P1 : chromatographie en phase gazeuse couplée à une spectrométrie de masse en tandem (GC-MS/MS) et chromatographie en phase liquide couplée à une spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS) ;
- prélèvement P4 : chromatographie en phase liquide couplée à une spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS).

Pour le prélèvement P3, la minéralisation du filtre est effectuée par micro-ondes sous pression. Le minéralisat est conservé à température ambiante durant 2 mois maximum. Le dosage se fait par spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (ICP-MS) pour le cuivre et par spectrométrie d'émission optique avec plasma à couplage inductif (ICP-OES) pour le soufre.

Le Tableau 11 présente les limites de détection ( $C_{LOD}$ ) et les limites de quantification ( $C_{LOQ}$ ) calculées à partir des limites analytiques atteintes par le laboratoire (ng/échantillon) et du volume de prélèvement théorique ( $168\text{ m}^3$ ) ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) ainsi que l'incertitude d'analyse associée à chaque molécule (déterminée à partir des tests de rendements d'extraction)<sup>35</sup>.

Les caractéristiques des méthodes d'analyses et leurs performances sont détaillées en Annexe 8 : Méthodes de traitement et d'analyse des Échantillons environ-nementaux.

Comme recommandé par l'Anses<sup>36</sup>, un certain nombre de données doivent être collectées afin d'assurer une bonne interprétation des résultats. Il s'agit des métadonnées associées au prélèvement, aux conditions météorologiques, à l'analyse et aux sites de mesures.

Plusieurs étapes de validation des données sont mises en place :

- validation des conditions de prélèvement par les AASQA ;
- validation des conditions d'analyse par IANESCO ;
- validation post-analyse par les AASQA ;
- validation finale par l'Ineris et l'Anses.

Des codes qualité à l'échelle de l'échantillon et de la substance sont établis pour évaluer la robustesse des données selon les critères de validation définis (cf. Annexe 8 : Méthodes de traitement et d'analyse des Échantillons environ-nementaux).

Les données de mesures et métadonnées associées sont ensuite bancarisées dans Geod'air (base de données nationale de la qualité de l'air) et PhytAtmo.

---

<sup>35</sup> L'incertitude est calculée à partir du coefficient de variation (CV) du rendement d'extraction (incertitude =  $2 \times \text{CV}$ ). Si elle est inférieure à 25 %, l'incertitude minimale retenue par le laboratoire est égale à 25 %. Dans certains cas, l'incertitude retenue est supérieure à l'incertitude calculée car le laboratoire tient compte d'une approche incluant le biais selon la norme NF EN ISO 11352 (février 2013).

<sup>36</sup> AVIS de l'Anses du 25 août 2017 : avis et rapport de l'Anses relatifs à une proposition de modalités pour une surveillance nationale des pesticides dans l'air ambiant (Saisine n° 2014-SA-0200).

**Tableau 11 : Limites de détection, limites de quantification et incertitudes associées aux analyses d'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022**

Substance	N° CAS	C <sub>LOD</sub> (ng/m <sup>3</sup> ) *	C <sub>LOQ</sub> (ng/m <sup>3</sup> ) *	Incertitude d'analyse (%)
<b>Prélèvement P1 – Substances organiques semi-volatiles</b>				
boscalid	188425-85-6	0,04	0,15	35
carbétamide	16118-49-3	0,04	0,15	25
chlorpyrifos-méthyl	5598-13-0	0,04	0,12	36
cyazofamide	120116-88-3	0,04	0,15	36
béta-cyfluthrine	1820573-27-0	0,05	0,18	37
cymoxanil	57966-95-7	0,04	0,15	180
cyperméthrine	52315-07-8	0,07	0,24	46
cyprodinil	121552-61-2	0,02	0,06	37
deltaméthrine	52918-63-5	0,04	0,12	30
difénoconazole	119446-68-3	0,04	0,15	30
étofenprox	80844-07-1	0,02	0,06	25
fenhexamide	126833-17-8	0,04	0,15	43
fluopyram	658066-35-4	0,04	0,15	25
folpel	133-07-3	0,05	0,18	52
indoxacarbe	173584-44-6	0,04	0,15	25
iprovalicarbe	140923-17-7	0,04	0,15	25
kresoxim methyl	143390-89-0	0,02	0,06	56
lambda cyhalothrine	91465-08-6	0,02	0,06	38
mépanipyrin	110235-47-7	0,04	0,15	32
métalaxyl	70630-17-0	0,04	0,15	26
métrafénone	220899-03-6	0,04	0,15	44
myclobutanil	88671-89-0	0,04	0,12	34
napropamide	15299-99-7	0,02	0,06	36
oryzalin	19044-88-3	0,04	0,15	32
pendiméthaline	40487-42-1	0,02	0,06	44
propyzamide	23950-58-5	0,02	0,06	32
pyriméthanil	53112-28-0	0,02	0,06	30
quinoxifène	124495-18-7	0,01	0,03	32
spiroxamine	118134-30-8	0,04	0,15	106
tau-fluvalinate	102851-06-9	0,04	0,15	60
tébuconazole	107534-96-3	0,04	0,15	36
thiaméthoxam	153719-23-4	0,04	0,15	66
triadiménol	55219-65-3	0,04	0,15	26
trifloxystrobine	141517-21-7	0,04	0,12	36
zoxamide	156052-68-5	0,04	0,15	52
<b>Prélèvement P3 – Cuivre et soufre</b>				
composés du cuivre	7440-50-8	0,01	0,03	17
soufre	7704-34-9	89,3	297,6	29
<b>Prélèvement P4 – Substances organiques polaires</b>				
glyphosate	1071-83-6	0,01	0,04	26
fosétyl-aluminium	15845-66-6	0,004	0,01	40

### 6.3.2 Méthodes de traitement et d'analyse des échantillons de poussières

Les échantillons de poussières sont analysés par le Leres.

À réception des échantillons de poussières brutes, le laboratoire :

- vérifie la conformité et de l'intégrité des échantillons et de leur emballage (colis) ;
- enregistre l'échantillon sur son système de gestion de l'information du laboratoire ;
- notifie la réception par mail à l'Anses et au CSTB sous 48 heures.

Les échantillons de poussières brutes identifiés (sachets contenant soit des sacs aspirateurs soit de la poussière libre) sont stockés au congélateur à  $-20 \pm 5$  °C.

La poussière des échantillons est tout d'abord pesée et si la masse de poussières brutes est trop importante, une opération de quartage est réalisée avant tamisage à 100 µm. La poussière tamisée est ensuite pesée puis conservée dans des flacons au congélateur à  $-20 \pm 5$  °C. Le laboratoire conserve uniquement 20 g maximum de poussières tamisées réparties dans deux flacons.

Les échantillons de poussières tamisées sont analysés selon 4 filières analytiques : les molécules « semi-volatiles », les molécules « thermosensibles et/ou non volatiles », les molécules polaires (glyphosate et fosétyl-aluminium) et le cuivre :

- **filière 1 – Substances « semi-volatiles » (N=15)** : L'extraction est faite par micro-ondes dans un mélange de solvants organiques ; les extraits sont filtrés sur une cartouche d'adsorbant puis analysés par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse en tandem (GC-MS/MS) ;
- **filière 2 – Substances « thermosensibles et/ou non volatiles » (N=29)** : L'extraction est faite par micro-ondes dans un mélange de solvants organiques. Les extraits sont ensuite analysés par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS) ;
- **filière 3 – Substances polaires (N=2)** : L'extraction est faite à l'aide d'un mélange de solvants après agitation pendant une heure à 50 °C puis centrifugation pendant 5 minutes à 3 000 g et enfin filtration sur cartouche. Les extraits sont ensuite analysés par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS) ;
- **filière 4 – Cuivre (N=2)** : Deux minéralisations sont faites de façon successive. Le dosage réalisé sur la première minéralisation permet de quantifier les éléments acido-solubles. La seconde permet de quantifier les éléments non acido-solubles. Les deux analyses permettent de calculer la concentration en cuivre total. L'échantillon est analysé par une torche à plasma couplée à un spectromètre de masse (ICP-MS).

Le Tableau 12 présente les limites de détection (LOD) et les limites de quantification (LOQ) atteintes par le laboratoire (ng/g) et les plages d'incertitudes d'analyse élargies calculées par molécule (à partir de l'analyse des points de contrôle avec ou sans matrice sur différents niveaux de concentration).

**Tableau 12 : Limites de détection, limites de quantification et incertitudes associées aux analyses de 48 substances dans les poussières. PestiRiv, France, 2021-2022**

Substance	N° CAS	LOD en ng/g	LOQ en ng/g	Plage d'incertitude (%)
<b>Filière 1 – Substances « semi-volatiles »</b>				
acrinathrine	101 007-06-1	20	50	[13 - 44]
chlorpyrifos-méthyl	5598-13-0	2	5	[8 - 40]
cyfluthrine	68359-37-5	5	12,5	[20 - 45]
cyperméthrine	52315-07-8	10	25	[18 - 33]
deltaméthrine	52918-63-5	10	25	[16 - 67]
esfenvalérate	66230-04-4	5	12,5	[19 - 31]
étofenprox	80844-07-1	5	12,5	[6 - 22]
flumioxazine	103361-09-7	10	25	[17 - 41]
folpel	133-07-3	50	125	[19 - 39]
lambda-cyhalothrine	91465-08-6	5	12,5	[16 - 50]
napropamide	15299-99-7	5	12,5	[14 - 25]
pendiméthaline	40487-42-1	5	12,5	[11 - 34]
quinoxifène	124495-18-7	5	12,5	[16 - 39]
tau-fluvalinate	102851-06-9	10	25	[14 - 50]
tébuconazole	107534-96-3	2	5	[16 - 60]
<b>Filière 2 – Substances « thermosensibles et/ou non volatiles »</b>				
ametoctradine	865318-97-4	0,4	1	[26 - 58]
amisulbrom	348635-87-0	125	312,5	[30 - 66]
azoxystrobine	131860-33-8	0,2	0,5	[18 - 46]
boscalid	188425-85-6	1	2,5	[16 - 49]
carbétamide	16118-49-3	0,2	0,5	[16 - 39]
chlordantraniliprole	500008-45-7	2,5	6,25	[17 - 43]
cyazofamide	120116-88-3	0,4	1	[19 - 40]
cymoxanil	57966-95-7	1	2,5	[20 - 48]
cyprodinil	121552-61-2	1	2,5	[20 - 57]
difénoconazole	119446-68-3	0,2	0,5	[16 - 51]
dimétomorphe	110488-70-5	0,2	0,5	[21 - 44]
fenhexamide	126833-17-8	2,5	6,25	[25 - 33]
fluopicolide	239110-15-7	2,5	6,25	[21 - 39]
fluopyram	658066-35-4	2,5	6,25	[20 - 43]
fluxapyroxad	907204-31-3	1	2,5	[30 - 35]
iprovalicarb	140923-17-7	2,5	6,25	[14 - 38]
krésoxim-méthyl	143390-89-0	0,5	1,25	[19 - 56]
mépanipirim	110235-47-7	2,5	6,25	[13 - 29]
métalaxyl-m	70630-17-0	1	2,5	[14 - 50]
métrafénone	220899-03-6	1	2,5	[19 - 42]
myclobutanil	88671-89-0	0,5	1,25	[22 - 42]
oryzalin	19044-88-3	5	12,5	[28 - 50]
propyzamide	23950-58-5	1	2,5	[22 - 47]
pyraclostrobine	175013-18-0	5	12,5	[16 - 34]
pyriméthanol	53112-28-0	1	2,5	[18 - 42]
spiroxamine	118134-30-8	2	5	[15 - 32]
thiaméthoxam	153719-23-4	1	2,5	[13 - 41]
triadiménol	55219-65-3	5	12,5	[15 - 22]
trifloxystrobine	141517-21-7	13	31,25	[13 - 26]
<b>Filière 3 – Substances polaires</b>				
glyphosate	1071-83-6	25	62,5	[37 - 57]
fosétyl-aluminium	39148-24-8	25	62,5	[39 - 111]
<b>Filière 4 – Cuivre</b>				
cuivre acido-soluble	7440-50-8	10 000	20 000	[24 - 37]
cuivre total	7440-50-8	15 000	30 000	[28 - 41]

Les caractéristiques des méthodes d'analyses et leurs performances sont présentées par filière en Annexe 8 : Méthodes de traitement et d'analyse des Échantillons environnementaux.

Les métadonnées associées au prélèvement puis au traitement de l'échantillon sont également recueillies. Une étape de validation des données est réalisée par le CSTB et l'Anses, en collaboration avec le Leres. Des codes qualité à l'échelle de l'échantillon et de la substance sont établis pour évaluer la robustesse des données selon les critères de validation définis (cf. Annexe 8 : Méthodes de traitement et d'analyse des Échantillons environnementaux).

### 6.3.3 Méthodes de traitement et d'analyse des échantillons d'air intérieur

Les échantillons d'air intérieur sont analysés par le laboratoire lanesco.

Afin d'écarter tout risque d'interférence analytique, les cartouches sont conditionnées avant prélèvement selon les modalités suivantes :

- calcination d'un filtre en quartz ;
- conditionnement d'une mousse PUF neuve ;
- lavage des cartouches et support.

Le laboratoire procède à l'assemblage des différents éléments de chaque cartouche afin qu'elle soit immédiatement fonctionnelle à sa réception par les prestataires de prélèvement. Chaque cartouche est emballée dans du papier aluminium puis dans un sachet plastique de type ziplock. Le laboratoire indique la date de péremption des supports de prélèvement au moment de l'envoi. L'envoi des cartouches conditionnées est non réfrigéré.

Outre les cartouches conditionnées, le laboratoire fournit et expédie à chaque prestataire les emballages isothermes et les blocs réfrigérants nécessaires au retour des échantillons prélevés ainsi qu'un flacon d'eau permettant de vérifier la température de transport des échantillons.

À réception par les prestataires, les cartouches conditionnées sont stockées dans leur emballage au réfrigérateur.

La durée d'utilisation de la cartouche est fixée à 30 jours après la date de sa préparation. Dans la pratique, il s'avère difficile de respecter ce délai du fait que les visites sont faites au fil de l'eau, ce qui complexifie la gestion des cartouches. Des tests réalisés durant la campagne ont permis de rallonger la durée d'utilisation de la cartouche conditionnée à 12 semaines.

À réception des échantillons prélevés, le laboratoire :

- vérifie la conformité des échantillons et de leur emballage (colis) ;
- contrôle la température du colis à l'aide du flacon d'eau ( $\leq 8\text{ °C}$ ) ;
- identifie chaque échantillon ;
- notifie la réception par mail à l'Anses et au CSTB sous 48 heures ;
- étiquette les cartouches.

Les cartouches sont ensuite démontées immédiatement ou déposées au congélateur à  $-18 \pm 5\text{ °C}$  après enveloppement dans du papier d'aluminium.



L'extraction accélérée par solvant (ASE) se fait sur l'ensemble de l'échantillon incluant à la fois la mousse PUF et le filtre en quartz. Les extraits sont stockés au congélateur puis analysés par chromatographie en phase gazeuse couplée à une spectrométrie de masse en tandem (GC-MS/MS) et chromatographie en phase liquide couplée à une spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS).

Chaque séquence d'analyse d'échantillons comprend une gamme de calibration, des blancs analytiques et des contrôles qualités.

Le Tableau 13 présente les limites de détection ( $C_{LOD}$ ) et les limites de quantification ( $C_{LOQ}$ ) calculées à partir des limites analytiques atteintes par le laboratoire (ng/échantillon) et du volume de prélèvement théorique ( $40\text{ m}^3$ ) ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) ainsi que l'incertitude d'analyse élargie associée à chaque molécule (déterminée à partir des tests de rendements d'extraction).

**Tableau 13 : Limites de détection, limites de quantification et incertitudes élargies associées à la mesure de pesticides dans l'air intérieur. PestiRiv, France, 2021-2022**

Substance	N° CAS	C <sub>LOD</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	C <sub>LOQ</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	Incertitude (%)
acrinathrine	101 007-06-1	0,186	0,62	32
boscalid	188425-85-6	0,047	0,155	30
carbétamide	16118-49-3	0,047	0,155	22
chlorpyrifos-methyl	5598-13-0	0,037	0,124	36
cyazofamide	120116-88-3	0,047	0,155	36
cyfluthrine	68359-37-5	0,056	0,186	38
cymoxanil	57966-95-7	0,047	0,155	180
cyperméthrine	52315-07-8	0,074	0,248	46
cyprodinil	121552-61-2	0,019	0,062	26
deltaméthrine	52918-63-5	0,037	0,124	30
difénoconazole	119446-68-3	0,047	0,155	30
dimétomorphe	110488-70-5	0,047	0,155	40
esfenvalerate	66230-04-4	0,024	0,081	24
étofenprox	80844-07-1	0,019	0,062	22
fenhexamide	126833-17-8	0,047	0,155	24
flumioxazine	103361-09-7	0,186	0,62	42
fluopyram	658066-35-4	0,047	0,155	24
folpel	133-07-3	0,056	0,186	52
indoxacarb	173584-44-6	0,047	0,155	24
iprovalicarb	140923-17-7	0,047	0,155	20
krésoxim-méthyl	143390-89-0	0,019	0,062	56
lambda-cyhalothrine	91465-08-6	0,019	0,062	38
mépanipirim	110235-47-7	0,047	0,155	32
métalaxyl	57837-19-1	0,047	0,155	26
métrafenone	220899-03-6	0,047	0,155	44
myclobutanil	88671-89-0	0,037	0,124	34
napropamide	15299-99-7	0,019	0,062	36
oryzalin	19044-88-3	0,047	0,155	32
pendiméthaline	40487-42-1	0,019	0,062	44
propyzamide	23950-58-5	0,019	0,062	32
pyraclostrobine	175013-18-0	0,047	0,155	68
pyriméthanil	53112-28-0	0,047 <sup>37</sup>	0,062	30
quinoxylène	124495-18-7	0,009	0,031	32
spiroxamine	118134-30-8	0,047	0,155	106
tau-fluvalinate	102851-06-9	0,047	0,155	60
tébuconazole	107534-96-3	0,047	0,155	36
thiaméthoxam	153719-23-4	0,047	0,155	66
triadimenol	55219-65-3	0,047	0,155	26
trifloxystrobine	141517-21-7	0,037	0,124	36
zoxamide	156052-68-5	0,047	0,155	52

Les caractéristiques des méthodes d'analyses, leurs performances ainsi que les incertitudes de mesures (comprenant le prélèvement et l'analyse) sont détaillées en Annexe 8 : Méthodes de traitement et d'analyse des Échantillons environ-nementaux.

L'Anses et le CSTB ont procédé à la validation des données et des métadonnées associées, en particulier :

- conditions de prélèvement (fiches de suivi de prélèvement renseignées par les prestataires, fichiers d'enregistrement des pompes et THR) ;
- conditions d'analyses (fichiers de saisie et rapport qualité fournis par lanesco).

Un code qualité est établi pour évaluer la robustesse des données selon les critères de validation définis (cf. Annexe 8 : Méthodes de traitement et d'analyse des Échantillons environ-nementaux).

<sup>37</sup> La LOD du pyriméthanil a été recalculée compte tenu de sa présence dans les blancs de terrain.

#### 6.3.4 Méthodes de traitement et d'analyse des échantillons d'aliments autoproduits

Les échantillons d'aliments autoproduits prélevés appartiennent aux groupes de denrées « riches en eau » et « acides et riches en eau » tels que définis par le LAB GTA 26<sup>38</sup>.

Le laboratoire GIRPA a été sélectionné pour l'analyse de 51 substances hors cuivre, dont 32 accréditées pour les groupes de denrées associées aux aliments prélevés. Pour les 19 autres substances d'intérêt non accréditées, le laboratoire a procédé à une validation spécifique des méthodes QuEChERS et QuPPE sur une matrice représentative de chaque groupe.

Dans les 24 heures après réception, le GIRPA prépare les échantillons non lavés afin de limiter l'impact de la préparation au regard des niveaux de contamination. Ils sont légèrement brossés afin d'ôter la terre présente puis les parties non comestibles et pédoncules sont éliminés. Après broyage à l'aide de carboglace, environ 200 grammes de chaque échantillon sont conservés à -18 °C. L'analyse est effectuée sur 10 grammes d'échantillon (prise d'essai).

Le GIRPA a employé 2 méthodes :

- une méthode multi-résidus pour la majorité des substances : QuEChERS, méthode normalisée<sup>39</sup>, reconnue par le Laboratoire Européen de Référence (LRUE) et accréditée selon la norme ISO 1725 dans le laboratoire en portée flexible ;

Deux techniques analytiques ont été mises en œuvre en fonction des substances analysées avec cette méthode :

- o une analyse par chromatographie en phase liquide couplée avec un détecteur par spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS) ;
- o une analyse par chromatographie en phase gazeuse avec un détecteur par spectrométrie de masse en tandem (GC-MS/MS).
- une méthode spécifique pour le glyphosate, le fosétyl-aluminium et l'acide phosphoreux : QuPPE (Quick Method for the Analysis of Residues of numerous Highly Polar Pesticides in Foods of Plants Origin Involving Simultaneous Extraction with Methanol), méthode accréditée au laboratoire en portée flexible avec une analyse par chromatographie en phase liquide couplée avec un détecteur par spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS).

Un second laboratoire, UT2A, a été sélectionné pour l'analyse du cuivre par spectrométrie de masse à plasma induit (ICP-MS).

Au global, la mesure de 52 substances d'intérêt a été mise en œuvre.

Les limites de détection (LOD) et les limites de quantification (LOQ) (mg/kg poids frais (PF)) ainsi que les incertitudes associées à l'analyse de chaque molécule sont présentées dans le Tableau 14.

**Tableau 14 : Limites de détection et limites de quantification et incertitudes associées aux analyses des aliments autoproduits. PestiRiv, France, 2021-2022**

<sup>38</sup> <https://tools.cofrac.fr/documentation/lab-gta-26>

<sup>39</sup> Méthode de mesure établie par des règles techniques ou par des normes techniques nationales, régionales ou internationales ou des documents équivalents émis ou publiés par des organes techniques et scientifiques compétents. Elles sont retenues « valide » par définition (satisfaisant les exigences de représentativité, de reproductibilité et répétabilité), à condition qu'elles soient correctement gérées et mises en œuvre.

Index	Substance		N° CAS	LOD (mg/kg PF)	LOQ (mg/kg PF)	Incertitudes (%)
Laboratoire GIRPA						
1	acrinathrine		101 007-06-1	0,0033	0,01	50
2	ametotradine		865318-97-4	0,0033	0,01	28
3	amisulbrom		348635-87-0	0,0033	0,01	50
4	azoxystrobine		131860-33-8	0,0033	0,01	37
5	boscalid		188425-85-6	0,0033	0,01	32
6	carbétamide (somme de carbétamide et de l'isomère S)		16118-49-3	0,0033	0,01	50
7	chlorantraniliprole		500008-45-7	0,0033	0,01	40
8	chlorpyrifos-méthyl		5598-13-0	0,0033	0,01	50
9	cyazofamide		120116-88-3	0,0033	0,01	31
10	cyfluthrine, y compris d'autres mélanges de constituants isomères (somme des isomères)		68359-37-5	0,0033	0,01	50
11	cymoxanil		57966-95-7	0,0033	0,01	50
12	cyperméthrine, incluant les autres mélanges d'isomères constitutifs (somme des isomères)		52315-07-8	0,0033	0,01	50
13	cyprodinil		121552-61-2	0,0033	0,01	42
14	deltaméthrine (cis-deltaméthrine)		52918-63-5	0,0033	0,01	50
15	difénoconazole		119446-68-3	0,0033	0,01	38
16	diméthomorphe (somme des isomères)		110488-70-5	0,0033	0,01	34
17	esfenvalérate <sup>(1)</sup>		66230-04-4	0,0033	0,01	50
18	étofenprox		80844-07-1	0,0033	0,01	50
19	fenhexamid		126833-17-8	0,0033	0,01	49
20	flumioxazine		103361-09-7	0,0033	0,01	50
21	fluopicolide		239110-15-7	0,0033	0,01	31
22	fluopyram		658066-35-4	0,0033	0,01	29
23	fluxapyroxad		907204-31-3	0,0033	0,01	50
24	folpel <sup>(2)</sup>	folpel	133-07-3	0,0033	0,01	50
25		phtalimide	85-41-6	0,0033	0,01	50
26	fosétyl-aluminium <sup>(3)</sup>	fosétyl-aluminium	15845-66-6	0,017	0,05	28
27		acide phosphoreux	13598-36-2	0,017	0,05	47
28	glyphosate		1071-83-6	0,017	0,05	37
29	indoxacarb		173584-44-6	0,0033	0,01	45
30	iprovalicarb		140923-17-7	0,0033	0,01	30
31	krésoxim-méthyl		143390-89-0	0,0033	0,01	38
32	lambda-cyhalothrine (y compris la gamma-cyhalothrine) (somme des isomères R,S et S,R)		91465-08-6	0,0033	0,01	47
33	mépanipyrin		110235-47-7	0,0033	0,01	50
34	métalaxyl (métalaxyl incluant d'autres mélanges d'isomères		57837-19-1	0,0033	0,01	34

Index	Substance		N° CAS	LOD (mg/kg PF)	LOQ (mg/kg PF)	Incertitudes (%)
	constituants, y compris le métalaxyl-M (somme des isomères))					
35	métrafénone		220899-03-6	0,0033	0,01	33
36	myclobutanil		88671-89-0	0,0033	0,01	36
37	napropamide		15299-99-7	0,0033	0,01	39
38	oryzalin		19044-88-3	0,0033	0,01	50
39	pendiméthaline		40487-42-1	0,0033	0,01	48
40	propyzamide		23950-58-5	0,0033	0,01	42
41	pyraclostrobine		175013-18-0	0,0033	0,01	45
42	pyréthrines		8003-34-7	0,0033	0,01	50
43	pyriméthanil		53112-28-0	0,0033	0,01	39
44	quinoxifène		124495-18-7	0,0033	0,01	33
45	spiroxamine (somme des isomères)		118134-30-8	0,0033	0,01	29
46	tau-fluvalinate		102851-06-9	0,0033	0,01	39
47	tébuconazole		107534-96-3	0,0033	0,01	45
48	thiaméthoxam		153719-23-4	0,0033	0,01	31
49	triadiménol		55219-65-3	0,0033	0,01	50
50	trifloxystrobine		141517-21-7	0,0033	0,01	37
51	zoxamide		156052-68-5	0,0033	0,01	50
Laboratoire UT2A						
52	Composés du cuivre (exprimés en cuivre total)	Cuivre total	7440-50-8	0,003	0,01	32

Les caractéristiques des méthodes d'analyses et leurs performances sont présentées en Annexe 8 : MÉthodes de traitement et d'analyse des Échantillons environ-nementaux.

# 7 TRAITEMENTS POST-COLLECTE

## 7.1 Calcul des poids de sondage

Un poids de sondage est attribué à chaque participant ou ménage de PestiRiv afin d'améliorer l'extrapolation possible des résultats à la population cible de l'étude. Plusieurs jeux de poids sont calculés :

- un pour les ménages concernés par les mesures de contamination dans le logement ;
- un pour les adultes tirés au sort pour la collecte biologique ;
- un pour les enfants tirés au sort pour la collecte biologique.

Ces poids de sondage tiennent compte du plan de sondage (cf. partie 4.4), de la non-réponse totale (absence de sélection de participants dans le ménage) et de données auxiliaires (taille du ménage, type de local, occupation du local, âge, sexe, situation matrimoniale de la personne de référence, etc.) pour améliorer la précision des estimations.

Le calcul des poids de sondage est réalisé en quatre étapes :

1. la première étape consiste à calculer les poids de sondage initiaux relatifs au plan de sondage ;
2. Ces poids initiaux sont ensuite ajustés pour compenser la non-réponse totale observée au moment du terrain de l'étude. La méthode choisie pour le traitement de la non-réponse totale suit l'approche par les groupes de réponses homogène (GRH)<sup>40</sup> :
  - modélisation de la probabilité de répondre via une régression logistique sur l'ensemble des ménages en utilisant des variables auxiliaires disponibles à la fois pour les répondants et non-répondants. Ces variables sont issues de la base de sondage. La liste des variables disponibles pour la correction de la non-réponse totale est donnée en Annexe 9 : Variables utilisées pour les calculs des poids de sondage des participants ;
  - tri de cette probabilité estimée par ordre croissant et création des GRH, à partir des déciles de la probabilité de réponse estimée par la régression logistique ;
  - au sein de chaque GRH, est calculé un taux de réponse pondéré effectivement observé. Puis ce taux de réponse est appliqué pour redresser le poids des répondants au sein de chaque GRH.
3. l'étape suivante du calcul des poids de sondage consiste à réaliser un calage sur marges des poids de sondage corrigés de la non-réponse totale ;
4. la dernière étape est une troncature au percentile 98 des poids de sondage calés afin de réduire leur dispersion. Celle-ci sera faite avant le calage pour les jeux de poids des mesures environnementales.

---

<sup>40</sup> Voir document de travail Insee N° M0502 « La correction de la non-reponse par reponderation », <https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/2838097/8-correction-de-la-non-reponse-par-reponderation.pdf>

### 7.1.1 Poids de sondage pour les mesures d'imprégnations

La méthode générale de calcul des poids de sondage décrite ci-dessus est appliquée pour le calcul des poids de sondage corrigés de la non-réponse totale pour les adultes et les enfants ayant réalisé la collecte biologique.

Dans un premier temps, les poids de sondage initiaux relatifs au plan de sondage sont calculés pour l'ensemble des ménages dont les adresses ont été exploitées sur le terrain. Ces poids initiaux sont ensuite ajustés pour compenser la non-réponse totale observée au niveau des ménages au moment du terrain de l'étude. Pour cette étape, un ménage est considéré comme répondant si un adulte a été tiré au sort au sein du ménage, sinon le ménage est considéré comme non répondant. Ainsi, les ménages injoignables, inéligibles ou ayant exprimé un refus de participer sont considérés comme des non-répondants.

Pour prendre en compte les caractéristiques des ménages non-répondants lors de l'ajustement des poids de sondage des ménages répondants, la probabilité de répondre a été modélisée via une régression logistique pour l'ensemble des ménages en utilisant des variables auxiliaires disponibles à la fois pour les ménages répondants et non répondants. Ces variables sont issues principalement de la base de sondage (Fideli 2019 – cf. 4.4), et sont complétées par des variables associées à la localisation géographique du ménage tiré au sort. La liste des variables auxiliaires testées lors de la sélection du modèle est donnée Annexe 9 : Variables utilisées pour les calculs des poids de sondage des participants.

Les poids de sondage sont ensuite calculés au niveau de l'unité statistique de l'étude de l'imprégnation (adulte ou enfant) en multipliant le poids de chaque ménage obtenu à la phase précédente par le nombre d'unités statistiques éligibles au sein du même ménage participant.

Les poids de sondage des adultes et des enfants sont ensuite ajustés pour tenir compte de la non-réponse totale observée au niveau des unités statistiques au moment de la réalisation du terrain de l'étude. À cette étape, un adulte ou enfant est considéré comme répondant s'il a suivi la totalité du protocole de l'étude et dispose de prélèvements urinaires. Sinon l'adulte ou l'enfant est considéré comme non répondant pour les mesures d'imprégnations (refus de participer, abandon).

Compte tenu du faible effectif d'enfants inclus en zones non viticoles, il n'a pas été possible de calculer les poids de sondage pour cette population. Les résultats présentés pour les enfants de zones non viticoles ne sont donc pas pondérés ; les résultats sont ainsi uniquement le reflet de l'échantillon d'enfants inclus dans PestiRiv et non pas de l'ensemble des enfants vivant loin de toutes cultures.

Le Tableau 15 résume l'ensemble des pondérations calculées pour les adultes et les enfants, et leurs usages dans les analyses statistiques des mesures d'imprégnations. Le détail des étapes de calcul des poids de sondage établis aux deux périodes d'enquête pour les adultes et les enfants est présenté Annexe 10 : Calculs des poids de sondage pour les mesures d'imprégnations.



**Tableau 15 : Résumé des pondérations calculées pour les participants et leur utilisation. PestiRiv, France, 2021-2022**

Période d'enquête	Pondérations utilisées	Utilisation
Hors traitement des vignes	Pondérations des participants de zones viticoles adultes et enfants	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Description des caractéristiques socio-démographiques et socio-économiques des adultes et enfants de zones viticoles en période hors traitement</li> <li>- Description de l'imprégnation des adultes et enfants de zones viticoles en période hors traitement</li> <li>- Analyse de la variation saisonnière de l'imprégnation après ajustement de l'attrition entre la période hors traitement et la période de traitement des vignes</li> </ul>
Traitement des vignes	Pondérations des participants de zones viticoles adultes et enfants  Pondérations des participants de zones non viticoles adultes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Description des caractéristiques socio-démographiques et socio-économiques des adultes et enfants de zones viticoles en période de traitement des vignes</li> <li>- Description de l'imprégnation des adultes et enfants de zones viticoles en période de traitement des vignes</li> <li>- Recherche des facteurs associés à l'imprégnation des adultes et enfants de zones viticoles en période de traitement des vignes</li> <li>- Comparaison des niveaux d'imprégnations des adultes et des enfants de zones viticoles et de zones non viticoles (« riverains » / « non-riverains »)</li> <li>- Description des caractéristiques socio-démographiques et socio-économiques des adultes de zones non viticoles en période de traitement des vignes</li> <li>- Description de l'imprégnation des adultes de zones non viticoles en période de traitement des vignes</li> <li>- Comparaison des niveaux d'imprégnations des adultes et des enfants de zones viticoles et de zones non viticoles (« riverains » / « non-riverains »)</li> </ul>

### 7.1.2 Poids de sondage pour les mesures environnementales

La méthode générale de calcul des poids de sondage décrite ci-dessous est appliquée pour le calcul des poids de sondage pour les ménages ayant réalisé les prélèvements de poussières ou d'air intérieur.

Pour les mesures environnementales, le sous-échantillonnage des ménages est fait selon un tirage aléatoire stratifié à deux degrés à probabilités inégales : le premier degré est le tirage des sites, le second degré est le tirage des ménages. Il y a au total :

- deux types de sites : les sites à faible effectif (SFaE) et les sites à fort effectif (SFoE). Pour rappel, certains sites sont exclus avant le tirage : il s'agit des sites sans adresses après tirage au sort en période de traitement ou en période hors traitement, des sites avec une surface viticole inférieure ou égale à 10 % (dans la zone du site) et des sites situés dans des départements non inclus dans les 6 bassins viticoles ;
- six bassins viticoles :
  - NA : Bordelais
  - GE : Champagne
  - GE : Alsace
  - PACA : Bouches du Rhône/Provence-Var-Vaucluse
  - ARA BFC : Beaujolais/Bourgogne
  - Occitanie : Languedoc/Pyrénées Orientales

Le nombre de strates est donc de 12 dans le cas des prélèvements de poussières, et de 6 dans le cas des prélèvements d'air intérieur pour lesquels seuls les SFoE sont échantillonnés. 6 sous-échantillons de ménages sont constitués, selon :

- la matrice : poussières ou air intérieur ;
- la population concernée : riverains de zones viticoles en période hors traitement, riverains de zones viticoles en période de traitement, riverains de zones non viticoles en période de traitement.

Les ménages dits « hors-champ » (adresses correspondant à des entreprises, logements vacants, résidences secondaires, etc.) sont exclus de chaque sous-échantillon.

Dans un premier temps, les poids initiaux relatifs au plan de sondage sont calculés pour l'ensemble des adresses tirées au sort et enquêtées par Ipsos. Puis, ces poids initiaux sont ensuite ajustés pour chaque sous-échantillon de ménages, afin de compenser la non-réponse totale observée au moment du terrain de l'étude. Les ménages éligibles ayant eu des prélèvements d'air intérieur ou des poussières sont considérés comme des ménages répondants. Ceux étant inéligibles, injoignables, ayant refusé ou n'ayant pas été contactés sont considérés comme des non-répondants.

Pour prendre en compte les caractéristiques des ménages non-répondants lors de l'ajustement des poids de sondage des ménages répondants, la probabilité de répondre est modélisée à l'aide d'une régression logistique pour l'ensemble des ménages en utilisant les variables listées en Annexe 11 : Variables utilisées pour les calculs des poids de sondage pour les ménages poussières et air intérieur.

Le Tableau 16 résume l'ensemble des pondérations calculées pour les ménages concernés par les mesures de contamination dans les poussières et l'air intérieur, et leurs usages dans les analyses statistiques. Le détail des étapes de calcul des poids de sondage établis aux deux périodes d'enquête (période hors traitement et la période de traitement des vignes) pour chaque matrice (poussières et air intérieur) est présenté en Annexe 12 : Calculs des poids de sondage pour les ménages poussières et air intérieur.

**Tableau 16 : Résumé des pondérations calculées pour les ménages et leur utilisation. PestiRiv, France, 2021-2022**

Période d'enquête	Pondérations utilisées	Utilisation
Période hors traitement des vignes	Pondérations des ménages riverains de zones viticoles (*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Description des caractéristiques socio-démographiques et socio-économiques de l'échantillon des ménages riverains de zones viticoles (poussières et air intérieur) en période hors traitement des vignes</li> <li>- Description de la contamination des échantillons de poussières et d'air intérieur chez les ménages riverains de zones viticoles en période hors traitement des vignes</li> <li>- Analyse de la variation saisonnière de la contamination des échantillons de poussières et d'air intérieur entre la période de non-traitement et la période de traitement des vignes</li> </ul>
Période de traitement des vignes	Pondérations des ménages riverains de zones viticoles (*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Description des caractéristiques socio-démographiques et socio-économiques de l'échantillon des ménages riverains de zones viticoles (poussières et air intérieur) en période de traitement des vignes</li> <li>- Description de la contamination des échantillons de poussières et d'air intérieur chez les ménages riverains de zones viticoles en période de traitement des vignes</li> <li>- Recherche des facteurs associés aux niveaux de contamination des échantillons de poussières et d'air intérieur chez les ménages riverains de zones viticoles en période de traitement des vignes</li> <li>- Comparaison des niveaux de contamination des échantillons de poussières et d'air intérieur chez les ménages riverains de zones viticoles et riverains de zones non viticoles</li> </ul>
	Pondérations des ménages riverains de zones non viticoles (*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Description des caractéristiques socio-démographiques et socio-économiques de l'échantillon des ménages riverains de zones non viticoles (poussières et air intérieur) en période de traitement des vignes</li> <li>- Description de la contamination des échantillons de poussières et d'air intérieur chez les ménages riverains de zones non viticoles en période de traitement des vignes</li> <li>- Comparaison des niveaux de contamination des échantillons de poussières et d'air intérieur chez les ménages riverains de zones viticoles et riverains de zones non viticoles</li> </ul>

Nota : (\*) Ménages concernés par les mesures de contamination dans le logement (poussières et air intérieur).

## 7.2 Plan d'analyses statistiques

Le plan d'analyses décrit les analyses statistiques réalisées pour répondre aux objectifs de l'étude.

### 7.2.1 Analyses statistiques réalisées pour les mesures d'imprégnations

En premier lieu, une description des caractéristiques sociodémographiques et socio-économiques des participants vivant près de vignes inclus en période de traitement et de non-traitement des vignes est réalisée. Une description de ces caractéristiques est également réalisée pour les participants vivant en zones non viticoles.

Toutes les analyses statistiques sont réalisées pour les adultes et les enfants séparément. Les résultats des modèles seront présentés sous forme de paramètres de régression et de risques relatifs (RR) accompagnés de leurs incertitudes.

Dans la mesure du possible, les analyses statistiques réalisées dans le cadre de cette enquête sont réalisées en prenant en compte les caractéristiques du plan de sondage (pondérations, stratification, etc.) (cf. 7.1.1).

Les variables explicatives d'intérêt et les variables d'ajustement construites pour être testées dans les modèles statistiques sont listées en Annexe 13 : Liste des indicateurs construits pour l'analyse des données d'imprégnations.

#### 7.2.1.1 Description de l'imprégnation aux PPP des riverains de vignes

L'objectif de cette étape d'analyse est de décrire l'imprégnation des riverains de vignes par les PPP utilisés sur ces cultures :

- pour les adultes et les enfants séparément ;
- selon la période considérée (période de traitement et de non-traitement des vignes) ;
- avec et sans ajustement sur la classe d'âges, le sexe et la distance entre le logement et les plus proches parcelles de vignes.

Les paramètres décrits sont la fréquence de détection et de quantification des différents biomarqueurs d'exposition aux PPP recherchés dans les échantillons biologiques, ainsi que la distribution de l'imprégnation (concentrations minimale et maximale, percentiles 10, 25, 50, 75, 90 et 95 et la moyenne géométrique avec intervalle de confiance à 95 %).

Des analyses en composantes principales sont également réalisées pour identifier les profils de substances les plus quantifiés ensemble.

Les analyses prennent en compte le plan d'échantillonnage (stratification et pondérations). Le package SURVEY de R est utilisé (fonctions SVYMEAN, SVYQUANTILE, SVYBY).

#### 7.2.1.2 Comparaison des niveaux d'imprégnations mesurés chez les riverains de vignes avec ceux observés chez les personnes vivant en zones non viticoles

Dans un premier temps l'imprégnation par les PPP utilisés sur les vignes est décrite pour les deux groupes de populations (zones viticoles et non viticoles), avec et sans ajustement sur la classe d'âges, le sexe et la distance entre le logement et les plus proches parcelles de vignes.

Les paramètres décrits sont la fréquence de détection et de quantification des différents biomarqueurs d'exposition aux PPP recherchés dans les échantillons biologiques, ainsi que la distribution de l'imprégnation (concentrations minimale et maximale, percentiles 10, 25, 50, 75, 90 et 95 et la moyenne géométrique avec intervalle de confiance à 95 %).

Des analyses en composantes principales sont également réalisées pour identifier les profils de substances les plus quantifiées ensemble.

Les niveaux d'imprégnations sont ensuite comparés par un modèle de régression en intégrant des variables explicatives d'intérêt et des variables d'ajustement (cf. 7.3).

Dans ce modèle :

- la variable dépendante est la concentration en biomarqueur utilisée en variable quantitative (continue) ;
- la variable explicative d'intérêt est la présence de vignes potentiellement traitées à proximité du logement. Plusieurs indicateurs sont testés afin de préciser la présence de vignes potentiellement traitées : la zone (viticole ou non viticole), la distance entre le logement et les parcelles de vignes, la densité de vignes dans différents rayons de distance autour du logement (0-100 m, 0-500 m, 0-1 000 m), la quantité de substance active probablement utilisée sur les vignes pendant le suivi des participants et la dispersion liée au vent vers le logement des participants (cf. 7.5) ;
- les variables d'ajustement sont les variables sociodémographiques et les facteurs d'exposition potentielle aux PPP non liés à la présence de vignes : alimentation générale, exposition professionnelle, usages de pesticide au domicile, etc.

Pour comparer l'imprégnation des participants de zones viticole et non viticole, les modèles suivants sont construits :

1. modèle 0 = Modèle avec l'ensemble des variables d'ajustement ;
2. modèle 1 = Modèle 0 + une variable explicative d'intérêt (zones viticoles / zones non viticoles, puis distance, densité, etc.).

Les variables du modèle 0 sont sélectionnées en utilisant la procédure de sélection donnée à la section 7.3.

Des interactions plausibles avec les variables explicatives d'intérêt liées à la présence de vignes (autoconsommation, activités réalisées à l'extérieur, budget-espace-temps, etc.) sont également définies a priori dans les modèles.

Les analyses prennent en compte le plan d'échantillonnage (stratification et pondérations). Le package SURVEY de R est utilisé :

- les fonctions SVYMEAN, SVYQUANTILE, SVYBY pour la description de l'imprégnation des riverains et non riverains ;
- la fonction SVYGLM pour l'étude de comparaison.

### *7.2.1.3 Identification des facteurs associés aux niveaux d'imprégnations des riverains de vignes en lien avec la présence de ces cultures*

Une recherche des facteurs associés aux niveaux d'imprégnations est réalisée spécifiquement chez les riverains de vignes en période de traitement des vignes afin d'identifier les facteurs liés à la présence de vignes ayant une influence sur les niveaux d'imprégnations mesurés (aération du logement, constat d'épandage, auto-consommation, etc.).

Des analyses multivariées par modèle linéaire généralisé sont réalisées avec :

- la concentration en biomarqueur comme variable dépendante mesurée pendant la période de traitement des vignes (variable quantitative) ;
- les variables sociodémographiques et les facteurs d'exposition potentielle aux PPP non liés à la présence de vignes (alimentation générale, exposition professionnelle, usages domestiques de pesticides, etc.) sont des variables d'ajustement dans le modèle ;
- les variables reflétant les expositions potentielles aux PPP liées à la présence de vignes sont les variables explicatives d'intérêt : la distance entre le logement et les parcelles de vignes, la densité de vignes dans différents rayons de distance autour du logement (0-100 m, 0-500 m, 0-1 000 m), la quantité de substance active probablement utilisée sur les vignes pendant le suivi des participants et la dispersion liée au vent vers le logement des participants (cf. 7.5).

Des interactions plausibles entre les variables explicatives d'intérêt et des variables pouvant moduler l'effet de ces variables explicatives sont introduites : budget-espace-temps des participants (temps passé à l'extérieur / intérieur du domicile), type d'activités réalisées près de vignes, etc.).

Des variables associées aux pratiques agricoles (types de matériel agricole, vignes cultivées en agriculture biologique [AB], etc.) sont également introduites en interaction avec les variables explicatives d'intérêt (cf. 7.5).

Des fonctions splines sont utilisées pour déterminer la forme de la relation entre les variables d'ajustement ou explicatives continues et la variable dépendante pour mieux capturer les relations non linéaires qui pourraient exister.

La sélection du modèle est réalisée selon la procédure donnée en section 7.3. Le package SURVEY de R peut être utilisé (fonction SVYGLM).

#### *7.2.1.4 Description de la variation des niveaux d'imprégnations entre les périodes hors traitement et traitement des vignes*

L'objectif est de comparer l'imprégnation des riverains de vignes sur deux périodes différentes : la période hors traitement des vignes (octobre 2021-février 2022) et la période de traitement des vignes (mars-août 2022). L'analyse est réalisée uniquement pour les participants ayant participé aux deux périodes d'enquête.

Cette analyse est réalisée en plusieurs étapes :

- 1) Une description de l'imprégnation par les PPP aux deux périodes de traitement et de non-traitement des vignes, ajustée ou non sur les caractéristiques individuelles des participants (âge, sexe, distance du logement par rapport aux vignes). Les paramètres décrits sont la fréquence de détection et de quantification des différents biomarqueurs d'exposition aux PPP recherchés dans les échantillons biologiques, ainsi que la distribution de l'imprégnation (concentrations minimale et maximale, percentiles 10, 25, 50, 75, 90 et 95 et la moyenne géométrique avec intervalle de confiance à 95 %). Cette description est complétée par des tests sur données appariées (tests paramétriques – ANOVA ou non paramétriques – test de Friedman) et par divers graphiques de comparaison (graphiques des différences individuelles, boxplots, histogrammes, QQplot, etc.). Des analyses en composantes principales sont également réalisées pour identifier les profils de substances les plus quantifiées ensemble selon la période d'étude.



- 2) La construction d'un modèle de régression permettant de faire des comparaisons des niveaux d'imprégnations ajustées sur les variables susceptibles d'évoluer entre les deux périodes (auto-consommation, temps passé à l'extérieur, etc.) et ainsi influencer l'imprégnation. Pour cette comparaison ajustée, les données sont des données exactement appariées). Pour étudier la variation de l'imprégnation entre les deux périodes, un modèle GLM (Generalized linear models) est utilisé avec :
- la concentration en biomarqueur comme variable dépendante (variable quantitative) ;
  - les variables d'exposition potentielle aux PPP liées à la présence de vignes (activités physiques près de vignes, auto-consommation, budget-espace-temps, etc.) et non liées à la présence de vignes (utilisation domestique de pesticides, exposition professionnelle aux pesticides, etc.) comme variables d'ajustement ;
  - la variable période comme variable explicative d'intérêt. La quantité de PPP probablement utilisée sur les vignes pendant le suivi des participants en période de traitement et de non-traitement, ainsi que la dispersion liée au vent vers le logement des participants sont également introduites comme variables explicatives d'intérêt.

Les modèles suivants sont construits :

1. modèle 0 = Modèle avec l'ensemble des variables d'ajustement ;
2. modèle 1 = Modèle 0 + variable explicative d'intérêt (période de traitement ou non-traitement des vignes, puis quantité de PPP probablement utilisée sur les vignes, etc.)

Des interactions entre la variable explicative d'intérêt et les variables caractérisant la présence de vignes (distance entre le logement et les parcelles, et la surface de vignes autour du logement) sont introduites afin d'étudier l'influence de la présence de vignes sur l'évolution temporelle des niveaux d'imprégnations.

Le package SURVEY de R est utilisé.

## 7.2.2 Analyses statistiques réalisées pour les mesures environnementales

En premier lieu, une description des caractéristiques sociodémographiques et socio-économiques des ménages concernés par les mesures de contamination dans le logement (poussières, air intérieur et aliments autoproduits) est effectuée pour les riverains de zones viticoles en période de traitement et hors période de traitement des vignes et pour les riverains de zones non viticoles en période de traitement.

Concernant les analyses statistiques, les variables explicatives d'intérêt et les variables d'ajustement sont sélectionnées en utilisant la procédure de sélection des variables présentée en partie 7.3.1 et listées en Annexe 14 : Liste des indicateurs construits pour l'analyse des données environnementales.

### 7.2.2.1 Poussières

Pour le volet poussières, les analyses sont réalisées en appliquant les poids de sondage des ménages.



#### 7.2.2.1.1 Décrire la contamination des échantillons de poussières

Une analyse descriptive de la contamination des poussières par les PPP utilisés sur les vignes est réalisée pour les 3 populations suivantes concernées par le prélèvement de poussières :

- les riverains de zones viticoles hors période de traitement ;
- les riverains de zones viticoles en période de traitement ;
- les riverains de zones non viticoles en période de traitement.

Pour chaque substance recherchée, les statistiques descriptives des concentrations sont calculées, telles que le minimum, maximum, les percentiles 10, 25, 50, 75, 90 et 95 et la moyenne. Une transformation logarithmique peut être appliquée si nécessaire afin de faciliter la visualisation des résultats. D'autre part, les fréquences de détection (FD) et les fréquences de quantification (FQ) sont calculées selon les formules suivantes :

- $FD (\%) : \text{nombre d'analyses détectées} / \text{nombre total d'analyses} \times 100$
- $FQ (\%) : \text{nombre d'analyses quantifiées} / \text{nombre total d'analyses} \times 100$

Le package SURVEY de R (fonctions SVYMEAN, SVYQUANTILE, SVYBY) peut être utilisé pour réaliser cette description, afin de tenir compte du plan de sondage et des pondérations des échantillons.

#### 7.2.2.1.2 Identifier les facteurs associés aux niveaux de contamination mesurés chez les riverains de vignes en période de traitement

L'objectif est de rechercher les facteurs associés aux niveaux de contamination des poussières mesurés chez les riverains de zones viticoles en lien avec la présence de ces cultures en période de traitement des vignes (dont la distance aux vignes).

Pour ce faire, un modèle de régression linéaire généralisé (GLM) (package SURVEY de R, fonction SVYGLM) est utilisé avec les variables suivantes :

- la variable dépendante est la concentration des substances dans les poussières ou une variable indicatrice de la quantification de la substance dans la matrice ;
- les variables explicatives d'intérêt sont celles reflétant les contaminations potentielles aux PPP liées à la présence de vignes ;
- les variables d'ajustement sont certaines variables sociodémographiques et les facteurs de contamination potentielle aux PPP non liés à la présence de vignes.

Ainsi, le modèle est construit en suivant les étapes suivantes :

1. tests univariés pour l'ensemble des variables candidates au modèle ;
2. sélection des variables en supprimant les variables colinéaires puis en appliquant une procédure de sélection pas à pas descendante selon le critère d'information d'Akaike (AIC) ;
3. modèle final = Modèle avec l'ensemble des variables d'ajustement et des variables explicatives d'intérêt retenues.

#### 7.2.2.1.3 Déterminer si les niveaux mesurés chez les riverains de zones viticoles sont plus élevés que chez les riverains de zones non viticoles

L'objectif est de comparer les niveaux de contamination des poussières entre les riverains de zones viticoles et les riverains de zones non viticoles en période de traitement.

Pour ce faire, un modèle de régression linéaire généralisé (GLM) (package SURVEY de R, fonction SVYGLM) est utilisé avec les variables suivantes :

- la variable dépendante est la concentration des substances dans les poussières ou une variable indicatrice de la quantification de la substance dans la matrice ;
- les variables explicatives d'intérêt sont celles reflétant les contaminations potentielles aux PPP liées à la présence de vignes (la zone viticole ou non viticole et les variables permettant de caractériser plus finement l'environnement viticole des riverains de vignes) ;
- les variables d'ajustement sont certaines variables sociodémographiques et les facteurs de contamination potentielle aux PPP non liés à la présence de vignes retenues à l'issue du DAG (Directed Acyclic Graphs).

Un modèle est construit pour chaque variable explicative d'intérêt testée en incluant les variables d'ajustement retenues.

#### 7.2.2.1.4 Décrire la variation saisonnière de la contamination des riverains de zones viticoles

L'objectif est de comparer la contamination des échantillons de poussières des ménages riverains de zones viticoles sur deux périodes différentes : la période de traitement (mars-août 2022) et de non-traitement (octobre 2021-février 2022) des vignes. Pour cette comparaison ajustée, les données sont traitées comme des données exactement appariées et répétées (effet cluster : même ménage sur deux périodes).

##### Analyse comparative

Une analyse inférentielle est d'abord réalisée afin de pouvoir comparer entre les deux périodes les niveaux de concentrations retrouvés dans les poussières collectées chez les riverains de zones viticoles. Pour ce faire, des tests sur données appariées sont utilisés, tels que le test de Student apparié, ou le test de Wilcoxon si les conditions de validité du test de Student ne sont pas satisfaites.

##### Modélisation avec données appariées

Un modèle de régression ajusté sur les variables susceptibles d'évoluer entre les deux périodes et d'influencer les niveaux de contamination est ensuite utilisé. Il peut s'agir d'un :

- modèle de régression linéaire généralisé (GLM) (package SURVEY de R ; fonction SVYGLM) ;
- modèle à équations d'estimation généralisées (GEE) (package GEEPACK de R ; fonction GEEGLM) ;
- modèle mixte (package NLME ou le package SVYLME de R).

Dans ces modèles :

- la variable dépendante est la concentration des substances dans les poussières ou une variable indicatrice de la quantification de la substance dans la matrice ;
- la variable explicative d'intérêt est la période ;
- les variables d'ajustement sont des facteurs de contamination potentielle aux PPP non liés à la présence de vignes. Il s'agit notamment des variables comportementales susceptibles d'évoluer entre les deux périodes ayant un impact significatif identifiées dans les précédents modèles.

Ainsi, le modèle est construit avec la variable explicative d'intérêt (période) en incluant les variables d'ajustement retenues.

#### *7.2.2.2 Air intérieur*

La démarche décrite pour le volet poussières (cf. paragraphe 7.2.2.1) est appliquée de façon identique au volet air intérieur.

#### *7.2.2.3 Aliments autoproduits*

Ce volet étant exploratoire, seule une analyse descriptive de la contamination des échantillons d'aliments autoproduits par les PPP utilisés sur les vignes est réalisée, en calculant les paramètres décrits au paragraphe 0.

#### *7.2.2.4 Air ambiant*

##### 7.2.2.4.1 Description de la contamination des échantillons d'air ambiant

L'analyse descriptive de la contamination des échantillons d'air ambiant par les PPP utilisés sur les vignes est réalisée en calculant les paramètres décrits au paragraphe 0. Comme les mesures sont faites sur des sites ayant été prélevés plusieurs fois au cours du temps, les données utilisées sont longitudinales. Des descriptions intégrant l'aspect temporel sont donc également présentées.

##### 7.2.2.4.2 Identifier les facteurs associés aux niveaux de contamination des échantillons d'air ambiant mesurés sur les sites en zones viticoles en période de traitement

L'objectif est de rechercher les facteurs associés aux niveaux de contamination des échantillons d'air ambiant des sites en zones viticoles en lien avec la présence de ces cultures en période de traitement (dont la distance aux vignes).

Des analyses de régression sont réalisées avec :

- la concentration des substances dans l'air ambiant comme variable dépendante ;
- les variables explicatives d'intérêt sont celles reflétant les contaminations potentielles aux PPP liées à la présence de vignes ;
- la variable d'ajustement est le bassin viticole.

La sélection du modèle est menée selon la procédure décrite en partie 7.3.

##### 7.2.2.4.3 Déterminer si les niveaux de contamination des échantillons d'air ambiant mesurés sur les sites en zones viticoles sont plus élevés que sur les sites en zones non viticoles

L'objectif est de comparer la contamination des échantillons d'air ambiant entre les sites en zones viticoles et les sites en zones non viticoles.

Pour cette comparaison, les données utilisées sont longitudinales car les prélèvements sur les sites ont été réalisés plusieurs fois au cours du temps. Pour étudier la variation de la contamination entre les deux types de zones, un modèle de régression bayésien à effets aléatoires est utilisé (package BRMS de R).

Dans ce modèle, sont utilisées :

- la concentration de substance comme variable dépendante ;
- le type de site comme variable explicative d'intérêt ;
- les variables d'ajustement susceptibles d'évoluer et d'influencer les niveaux de contamination.

#### 7.2.2.4.4 Décrire la variation saisonnière de la contamination de l'air ambiant des sites en zones viticoles

L'objectif est de comparer la contamination des échantillons d'air ambiant des sites en zones viticoles sur deux périodes différentes : la période de traitement (mars-août 2022) et de non-traitement (octobre 2021-février 2022) des vignes.

Pour cette comparaison, les données utilisées sont longitudinales car les prélèvements sur les sites ont été réalisés plusieurs fois au cours du temps. Pour étudier la variation de la contamination entre les deux périodes, le modèle utilisé est un modèle de régression bayésien à effets aléatoires (package BRMS de R).

Dans ce modèle, sont utilisées :

- la concentration de substance comme variable dépendante ;
- la période comme variable explicative d'intérêt ;
- les variables d'ajustement susceptibles d'évoluer entre les deux périodes et d'influencer les niveaux de contamination.

## 7.3 Procédure de construction des modèles statistiques

### 7.3.1 Sélection des variables à introduire dans les modèles

Au vu du caractère nouveau des substances analysées dans le cadre de l'étude et le nombre important d'indicateurs à tester, il est difficile de spécifier le modèle en se basant uniquement sur la littérature. La méthode suivante est donc prévue pour constituer les différents modèles répondant aux objectifs de l'étude.

#### 7.3.1.1 *Mesures d'imprégnations*

##### 1. La variable dépendante

Pour les mesures d'imprégnations, la variable dépendante est la concentration en biomarqueurs mesurée dans les échantillons biologiques.

Pour l'ensemble des modèles, lorsque cela sera nécessaire, une transformation logarithmique est réalisée. Par expérience, celle-ci est suffisante pour les biomarqueurs environnementaux qui ont une distribution asymétrique avec une queue de distribution à droite.

Un indicateur de la charge totale d'imprégnation aux biomarqueurs mesurés dans PestiRiv est également introduit comme variable dépendante dans les modèles d'analyses statistiques. La méthode de construction de cet indicateur est décrite dans la section 7.5.4.

## 2. Variables explicatives d'intérêt

L'identification des variables explicatives d'intérêt et des interactions pertinentes est réalisée en amont et sans aucune sélection. Ces variables sont incluses dans le modèle et les résultats sont présentés qu'ils soient statistiquement significatifs ou non.

Dans le cas où une variable explicative d'intérêt est disponible sous plusieurs formes :

- soit un modèle est présenté pour chacune de ces formes (indicateur spatialisé lié aux pratiques agricoles par exemple) ;
- soit, les différentes formes de la variable sont réparties dans des groupes homogènes de variables constitués a priori et avec l'algorithme de classification ascendante hiérarchique (package ClustOfVar) (ex : variables liées à l'auto-consommation).

La colinéarité est également testée entre ces variables.

## 3. Variables d'ajustement

La sélection des variables d'ajustement est réalisée en deux étapes indépendamment de la variable dépendante (imprégnation en biomarqueur ou contamination des milieux) à partir d'une liste pré-établie spécifique à chaque modèle :

- Étape 1 : une première sélection de variables est réalisée au vu de la littérature. Ces facteurs sont intégrés dans le modèle, quels que soient leurs degrés de significativité statistique ;
- Étape 2 : les variables d'ajustement restantes de la liste sont réparties dans des groupes de variables homogènes en utilisant l'algorithme de classification ascendante hiérarchique implémenté dans la fonction `hclustvar` du package `ClustOfVar`<sup>41</sup>. Cette fonction peut être utilisée pour des variables quantitatives, qualitatives ou un mélange des deux. L'homogénéité d'un groupe est donnée par la somme des carrés des corrélations linéaires (pour les variables quantitatives) et des rapports de corrélations (pour les variables qualitatives) à une variable synthétique résumant au mieux les variables du groupe.

À l'issue de cette étape de classification, chaque groupe homogène est représenté dans le modèle soit par :

- la variable synthétique qui optimise le critère d'homogénéité du groupe. Cette variable synthétique est la première composante principale de la méthode PCAMIX<sup>42</sup>, aussi appelée AFDM<sup>43</sup>, inclut l'ACP et l'ACM comme cas particuliers ;
- une seule variable du groupe dont la contribution à la création de la variable synthétique est la plus élevée, si la corrélation entre les différentes variables du groupe est forte ;
- deux variables, les moins corrélées entre elles dans le groupe, et dont les contributions à la création de la variable synthétique sont les plus élevées.

### 7.3.1.2 *Mesures environnementales*

#### 1. La variable dépendante

Pour les niveaux de contamination, la variable dépendante est la concentration des substances dans les poussières, l'air intérieur et l'air ambiant. Selon les cas, la variable dépendante est utilisée :

<sup>41</sup> <https://marie-chavent.perso.math.cnrs.fr/wp-content/uploads/2012/12/Poster-R2012-Lyser.pdf>

<sup>42</sup> Kiers, (1991), Simple structure in component analysis techniques for mixtures of qualitative and quantitative variables.

<sup>43</sup> Pagès J (2004), Analyse factorielle de données mixtes, Revue de statistique appliquée, 52(4) : 93-111.

- en tant que variable quantitative (continue) ;
- en tant que variable catégorielle : présence/absence de détection ou de quantification de la substance par exemple.

Pour l'ensemble des modèles, une transformation logarithmique est réalisée.

## 2. Variables explicatives d'intérêt

L'identification des variables explicatives d'intérêt et des interactions pertinentes est réalisée en amont. Ces variables sont incluses dans le modèle. Pour les variables retenues dans le modèle final, les résultats sont présentés qu'ils soient statistiquement significatifs ou non.

Dans le cas où une variable explicative d'intérêt est disponible sous plusieurs formes, un modèle est présenté pour chacune de ces formes (indicateur spatialisé lié aux pratiques agricoles par exemple).

## 3. Variables d'ajustement

Pour les mesures environnementales, une première sélection des variables d'ajustement est réalisée au vu de la littérature et de l'expertise des partenaires.

### 7.3.2 Validation du modèle

La validation du modèle se fait à partir des vérifications ci-dessous réalisées pour chaque modèle constitué :

- vérification de l'homoscédasticité : la méthode la plus couramment utilisée est la vérification graphique. Elle consiste à représenter les résidus (standardisés, studentisés...) en fonction des valeurs ajustées, des valeurs observées ou des valeurs des variables explicatives ;
- vérification de la normalité : les méthodes pour vérifier la normalité sont nombreuses, parmi celles-ci les méthodes graphiques (QQplot, PPplot, Histogramme, boxplot...) et des tests ( $\chi^2$ , Kolmogorov-Smirnov...) ;
- vérification de l'indépendance (non-corrélations des résidus) : en utilisant la méthode graphique ;
- vérification de la non-colinéarité des variables indépendantes : en analysant les valeurs du VIF (Variance Inflation Factor) pour l'ensemble des variables du modèle ;
- analyse de sensibilité : une analyse de sensibilité sera effectuée afin de tester la robustesse du modèle vis-à-vis des poids de sondage, des valeurs extrêmes de la variable dépendante et des variables explicatives.

Pour les analyses statistiques prévues pour répondre aux objectifs de PestiRiv, il est préférable de spécifier le modèle dès le départ afin d'éviter de multiplier les tests statistiques, ce qui a pour conséquence de fausser les intervalles de confiance des paramètres du modèle final retenu. En effet, l'estimation de ces intervalles de confiance ne tient pas compte de la variabilité due au nombre de tests statistiques réalisés lors du processus de sélection. Malgré les précautions prises, le nombre de tests reste conséquent. Il est donc recommandé de contrôler le risque de conclure à tort à la significativité d'un paramètre (risque alpha). Pour ce faire, l'une des procédures correctives est utilisée. Il peut s'agir de la procédure False Discovery Rate (FDR) ou de la procédure de Holm. Le choix de l'une ou l'autre de ces procédures repose sur la nature des données et la faisabilité de sa mise en œuvre.



## 7.4 Traitement des données manquantes et censurées

### 7.4.1 Traitement des données manquantes

Il s'agit des données pour lesquelles la non-réponse est partielle, c'est-à-dire qu'une partie des réponses aux questionnaires est manquante.

Un premier traitement de la non-réponse est réalisé pour la construction des indicateurs (cf. 7.5) lors de la construction des scores faisant appel à plusieurs variables dont certaines peuvent être partiellement manquantes (budget-espace-temps, consommations alimentaires, etc.). Ces imputations intermédiaires sont réalisées :

- par substitution par la valeur médiane, maximale, minimale ou par déduction pour les variables présentant très peu de données manquantes ;
- par méthodes d'imputation « hot deck » (métrique ou dernière observation reportée).

L'imputation finale des données manquantes des variables et indicateurs construits est réalisée par la méthode d'imputation par équations chaînées. Cette méthode très flexible permet à la fois d'imputer des variables quantitatives et qualitatives. Elle est implémentée avec le package MICE de R.

### 7.4.2 Traitement des données censurées

Il s'agit des concentrations de biomarqueurs / substances non détectées (si la concentration est inférieure à la limite de détection - LOD) ou détectées mais non quantifiées (si la concentration est comprise entre les limites de détection et de quantification - LOQ) dans les échantillons biologiques ou environnementaux.

#### Traitement des concentrations de biomarqueurs censurées

Pour les mesures d'imprégnations, l'imputation des concentrations de biomarqueurs censurées à gauche tient compte du niveau de censure :

- si la concentration est détectée mais non quantifiée ( $>LOD$  et  $<LOQ$ ), la valeur machine fournie par le laboratoire est utilisée ;
- si la concentration est non détectée ( $<LOD$ ), une imputation par une valeur comprise entre 0 et la LOD est réalisée par une méthode de régression.

Les analyses statistiques sont réalisées uniquement pour les substances dont le taux de censure est inférieur à 60 % (soit une fréquence de quantification - FQ  $> 40$  %). Les analyses statistiques réalisées à partir des substances ayant un taux de censure supérieur à 40 % (soit  $40\% < FQ < 60\%$ ) sont à interpréter avec prudence.

#### Traitement dans les matrices environnementales

Pour les analyses descriptives, les mesures de concentrations environnementales censurées à gauche sont gérées par le scénario de gestion dit « UB\_Machine » :

- si la concentration est comprise entre la LOD et la LOQ, utilisation de la valeur machine fournie par le laboratoire ;
- si la concentration est non détectée, utilisation de la valeur LOD.



Pour les modèles, les mesures de concentrations environnementales censurées à gauche sont gérées par un des 2 scénarii de gestion suivants :

- Un scénario dit « UB\_Machine » :
  - si la concentration est comprise entre la LOD et la LOQ, utilisation de la valeur machine fournie par le laboratoire ;
  - si la concentration est non détectée, utilisation de la valeur LOD.
- Utilisation d'un modèle de régression bayésien (package R : BRMS).

Pour les substances recherchées dans les matrices environnementales, seules les substances dont le taux de censure est inférieur à 60 % (soit  $FQ > 40\%$ ) pourront être utilisées dans les modélisations [20; 21]. Toutefois, les résultats statistiques issus de données avec un pourcentage de censure supérieur à 40 % (soit  $40\% < FQ < 60\%$ ) sont à considérer avec prudence.

## 7.5 Construction des indicateurs

### 7.5.1 Indicateurs issus des informations disponibles pour les participants et les ménages

Les informations recueillies dans les questionnaires adressés aux participants permettent de caractériser :

- les caractéristiques sociodémographiques des participants (âge, sexe, situation matrimoniale, revenus du foyer, situation professionnelle, niveau de diplôme, nombre de personnes dans le foyer) ;
- les sources d'exposition ou de contamination potentielles aux PPP **non liées à la présence de vignes** : alimentation générale, utilisation domestique de pesticides, utilisation professionnelle de pesticides, activités de loisirs (composition florale, usinage de bois traités, etc.), présence d'autres sources d'exposition autour du logement (autres cultures ou aménagements potentiellement exposants aux PPP) ;
- les facteurs pouvant influencer l'exposition aux PPP des participants ou la contamination des logements **liées à la présence de vignes** : auto-consommation, activités réalisées près de vignes, budget-espace-temps, comportements et habitudes au sein du ménage pouvant influencer la contamination du logement, caractéristiques du logement (ventilation, présence d'une clôture occultante, etc.).

Les informations issues des questionnaires sont organisées et parfois adaptées pour construire des indicateurs qui sont introduits en tant que variables explicatives d'intérêt ou variables d'ajustement dans les modèles statistiques. La majorité des indicateurs construits reflètent deux fenêtres temporelles : les 14 jours correspondant à la période de suivi des participants et les 3 mois précédant l'inclusion. Ainsi, l'interprétation des concentrations urinaires de biomarqueurs se base sur les indicateurs reflétant les 14 jours de suivi des participants, tandis que l'interprétation des mesures de biomarqueurs dans les cheveux se base sur les 3 derniers mois. L'interprétation des concentrations des échantillons environnementaux se base principalement sur les indicateurs reflétant les 14 jours de suivi.

Lorsque cela est possible et pertinent, les variables quantitatives sont traitées comme des variables continues (IMC, budget-espace-temps, etc.). Les modalités des variables catégorielles sont définies de manière à regrouper au sein d'une même classe les participants présentant les facteurs les plus à risque d'exposition en effectif suffisant (découpage aux percentiles 25 et 75 par exemple).

Les mêmes méthodes de construction des indicateurs sont appliquées pour les participants de zones viticoles et non viticoles et sont disponibles à la fois pour les adultes et les enfants. Pour les ménages avec enfant, les caractéristiques du ménage recueillies auprès de l'adulte (fréquence de nettoyage du logement, d'aération, etc.) sont appliquées pour l'enfant inclus.

Des informations concernant les caractéristiques sociodémographiques du ménage ont également été sélectionnées dans la base Fidéli<sup>44</sup> (revenu disponible, type de ménage fiscal, période de construction du logement, etc.). Par ailleurs, des informations de contexte local sont également prises en compte : grille communale de la commune de résidence (urbaine, rurale), type de matériel de pulvérisation utilisé dans la commune, part de la surface de vignes en agriculture biologique, etc.

La liste des indicateurs créés est précisée en Annexe 13 : Liste des indicateurs construits pour l'analyse des données d'imprégnations (exemple donné pour les variables construites pour les adultes pour l'analyse des données d'imprégnation urinaires) et en Annexe 14 : Liste des indicateurs construits pour l'analyse des données environnementales. Les méthodes de construction des différents indicateurs sont présentées en Annexe 15 : Construction des indicateurs.

### 7.5.2 Indicateurs spatialisés liés aux pratiques agricoles

Des indicateurs spatialisés liés aux pratiques agricoles sont également introduits dans les modèles statistiques. Ces indicateurs permettent d'intégrer plusieurs paramètres ayant une influence sur l'exposition aux PPP utilisés sur les vignes pour les personnes vivant près de ces cultures et la contamination des logements : la densité de parcelles viticoles dans des périmètres de différentes tailles, la probabilité de traitement des vignes selon la fenêtre temporelle considérée et l'orientation du vent. Les indicateurs sont calculés pour chaque logement de zones viticoles et au niveau des préleveurs d'air ambiant pour répondre aux objectifs de caractérisation de la contamination de l'environnement.

Les indicateurs spatialisés sont construits par étapes successives ce qui permet une implémentation incrémentielle dans les modèles et donc une analyse progressive de l'influence des différents paramètres sur l'imprégnation et la contamination des milieux. Les indicateurs sont ainsi déclinés en 3 niveaux, chaque niveau précisant l'exposition en intégrant de nouveaux paramètres (cf. Figure 14).

1/ Le premier niveau caractérise la surface de vignes à proximité du foyer du participant selon plusieurs distances. Pour ce faire, des périmètres sont construits selon trois distances : 0-100 m, 0-500 m et 0-1 000 m. Puis, pour chacun des périmètres, la densité de vignes est calculée à partir d'une couche exhaustive des parcelles de vignes. Cette couche géographique a été construite par l'ODR et est la résultante du croisement de plusieurs bases de données : le registre parcellaire graphique (RPG), la BD Topo et le casier viticole informatisé.

2/ Le deuxième niveau intègre des informations liées à la probabilité de traitements autour du logement des participants et la quantité de substances actives utilisées pendant la fenêtre temporelle considérée (14 jours pour la collecte urinaire, 7 jours pour la collecte d'air ambiant, etc.).

L'indicateur est élaboré à partir du croisement de données issues de la BNVD spatialisée et de données d'utilisation temporelles des substances actives pour l'année 2022 [22].

La BNVD spatialisée permet d'obtenir des quantités annuelles de substances actives (QSA) a priori utilisées en 2022 pour chaque parcelle située dans les périmètres autour des foyers enquêtés et des préleveurs d'air ambiant.

---

<sup>44</sup> Base des revenus fiscaux localisés de l'Insee ayant servi de base de sondage pour le tirage des adresses de l'enquête.

Les sources de données d'utilisation temporelle des substances actives sont les suivantes :

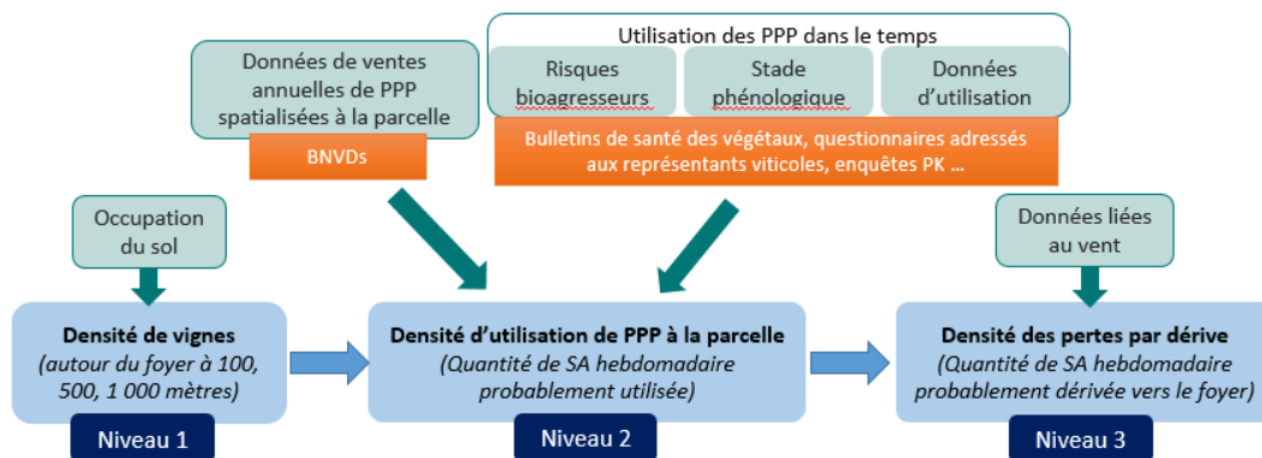
- bulletins de santé du végétal de 2022 dans les différentes régions viticoles pour renseigner les niveaux de risque des bioagresseurs ;
- questionnaires terrain et réseau ferme Dephy 2022 pour collecter les données d'utilisation des substances actives.

Le croisement de ces différentes informations et l'expertise du GT PestiRiv permettent de calculer un coefficient de ventilation hebdomadaire qui est ensuite appliqué aux QSA annuelles issues de la BNVD spatialisée et de construire ainsi un calendrier de traitement pour la période d'étude.

Ces informations étant renseignées à l'échelle du département, le coefficient de ventilation est calculé et est appliqué à toutes les parcelles d'un même département. Le résultat obtenu est donc une QSA hebdomadaire par parcelle et pour chaque substance active.

3/ Le troisième niveau caractérise la probabilité de dispersion atmosphérique des substances actives depuis les parcelles viticoles vers le logement des participants et les préleveurs d'air ambiant en considérant les paramètres de direction et de fréquence de vent susceptible d'influencer le devenir des PPP dans l'environnement.

Cet indicateur reprend les QSA hebdomadaires calculées au niveau 2 et les pondère par une fréquence en direction de vent hebdomadaire calculée pour 8 secteurs cardinaux.



**Figure 14 : Méthode générale de construction des indicateurs spatialisés d'exposition aux PPP utilisés sur les vignes. PestiRiv, France, 2021-2022**

La méthode de construction des indicateurs spatialisés et un exemple théorique illustrant les principales étapes sont détaillés présentés en Annexe 16 : Construction des indicateurs de contexte agricole.

Par ailleurs, la distance entre le foyer ou le préleveur d'air ambiant et la parcelle de vigne la plus proche est calculée et introduite dans les modèles statistiques en tant que variable explicative d'intérêt. La distance est ici définie comme la distance la plus courte entre les coordonnées (X ; Y) du foyer (boîte aux lettres) ou du préleveur d'air ambiant et le premier point de contour d'une parcelle de vigne.

Cet indicateur permet d'analyser une tendance de l'évolution de l'exposition en fonction de la distance. Toutefois, les incertitudes liées au géocodage des foyers (potentiellement hétérogène d'un foyer à l'autre) et à la précision du contour des parcelles de vigne ne permettent pas de caractériser finement d'éventuels seuils d'exposition (de l'ordre du mètre ou de la dizaine de mètres).

Le détail de la méthode de construction de cet indicateur est présenté en Annexe 16 : Construction des indicateurs de contexte agricole.

### 7.5.3 Paramètres contextuels liés à l'environnement des foyers

Des indicateurs contextuels permettent de compléter les indicateurs spatialisés liés aux pratiques agricoles. Ils introduisent des paramètres pouvant moduler l'impact de la présence de vignes pris en compte par l'indicateur spatialisé sur l'exposition des participants et la contamination des logements. Ces indicateurs contextuels concernent :

- la conduite du vignoble : agriculture biologique, biodynamie, HVE, etc. ;
- le matériel de pulvérisation ;
- la pluviométrie ;
- la présence de clôtures occultantes ;
- la présence d'aménagements pouvant recevoir des PPP (golfs, terrains de sport, parcs, voies ferrées, usines de production de pesticide) ;
- la fréquence de vents au-dessus de la limite réglementaire pour pouvoir réaliser le traitement (*i.e.* 19 km/h) ;
- le type de soufre utilisé (en poudre) – pris en compte pour les mesures environnementales uniquement ;
- la présence d'autres cultures que la vigne consommatrices de PPP (à la fois calculé pour les riverains et les non-riverains pour vérifier le critère de sélection).

Les indicateurs relatifs aux clôtures et à la présence d'aménagements pouvant recevoir des PPP sont élaborés à partir du questionnaire ménage et sont détaillés en Annexe 15 : Construction des indicateurs. L'élaboration des autres paramètres contextuels utilisés est détaillée en Annexe 16 : Construction des indicateurs de contexte agricole.

### 7.5.4 Concentrations biologiques et indice total de la charge d'imprégnation

Pour les mesures d'imprégnations, la concentration en biomarqueur mesurée dans les échantillons biologiques est utilisée en variable continue.

Pour l'ensemble des modèles, lorsque cela sera nécessaire, une transformation logarithmique est réalisée. Par expérience, celle-ci est suffisante pour les biomarqueurs environnementaux qui ont une distribution asymétrique avec une queue de distribution à droite.

Pour l'interprétation des résultats d'imprégnation, un indice total de la charge d'imprégnation est également construit pour prendre en compte la co-imprégnation des participants à plusieurs biomarqueurs de substances actives utilisées pour le traitement des vignes. Cet indice a pour objectifs :

- de faciliter une interprétation globale des résultats en complément d'une interprétation pour chaque biomarqueur, basée sur sa capacité à refléter de façon fiable l'exposition liée à la dispersion des PPP pulvérisés sur des parcelles de vignes ;

- de proposer un indicateur plus puissant pour mettre en évidence des différences d'imprégnation significatives. En effet, il se peut que biomarqueur par biomarqueur, les différences d'imprégnations soient trop faibles pour mettre en évidence un écart significatif entre les groupes de population de l'étude.

L'indice total est construit à partir d'une somme d'indices d'imprégnation attribués pour chaque biomarqueur pour refléter la contribution relative de chaque biomarqueur à la charge totale de l'imprégnation. Cet indice est donc une estimation relative de la charge totale de l'imprégnation aux substances mesurées et non pas une quantification de l'imprégnation cumulée. La méthode de construction de cet indice est présentée en Annexe 17 : Construction de l'indice total de la charge d'imprégnation.

## 8 DESCRIPTION DE LA POPULATION D'ÉTUDE

Le Tableau 17 présente les principales caractéristiques des adultes des zones viticoles et non viticoles en période de traitement des vignes. Les résultats présentés prennent en compte le plan de sondage de l'étude.

L'âge moyen des adultes des zones viticoles et non viticoles (51 ans) est identique entre les deux groupes (minimum 18 ans et maximum 79 ans). Les hommes sont moins représentés que les femmes dans les deux groupes de population (47 % en zones viticoles et 45 % en zones non viticoles).

En comparaison avec les adultes de zones non viticoles, les adultes de zones viticoles vivent plus souvent dans des communes peu denses (35 % versus 18 %) et sont davantage représentés dans les régions Grand Est et Nouvelle-Aquitaine.

Les niveaux de diplôme des adultes de zones viticoles et non viticoles sont globalement équivalents. Les adultes de zones viticoles sont plus nombreux à vivre en couple marié, pacsé ou en union libre que les adultes de zones non viticoles (66 % versus 49 %). Ainsi, les adultes de zones non viticoles vivent plus souvent dans des foyers composés d'un seul adulte. En revanche, le nombre d'enfants de 3 à 17 ans dans le foyer est globalement identique entre les deux groupes.

En zones viticoles, les adultes vivent majoritairement dans des logements individuels (maison, ferme) (79 %) et, à l'inverse, en zones non viticoles, les adultes vivent en majorité dans des logements collectifs (appartements ou autres logements collectifs) (69 %). Ainsi, les adultes de zones viticoles sont plus nombreux à posséder un jardin en comparaison avec les adultes de zones non viticoles (52 % versus 25 %).

Concernant les facteurs d'exposition aux pesticides autres que ceux liés à la présence de vignes, le pourcentage d'adultes ayant utilisé des pesticides au domicile pendant les 14 jours de suivi est similaire entre les deux groupes de population. En considérant les 3 derniers mois, les adultes de zones viticoles sont légèrement plus nombreux à déclarer avoir utilisé des pesticides au domicile en comparaison aux adultes de zones non viticoles (44 % vers 35 %). À titre de comparaison, le taux d'utilisation domestique de pesticides constaté dans le baromètre santé réalisé pendant la même période est de 50 %, soit un taux légèrement supérieur [23]. Par ailleurs, les adultes de zones viticoles sont plus nombreux à travailler dans le secteur agricole que les adultes de zones non viticoles (6,6 % versus 1,3 %), ce qui peut augmenter leur risque potentiel d'exposition aux PPP utilisés sur les cultures. Toutefois, le nombre d'adultes concernés est très faible dans les deux groupes de populations.

La distance entre le logement des adultes de zones viticoles et les plus proches parcelles de vignes est comprise entre 0 mètre et 662 mètres. Les adultes de zones non viticoles vivent tous à plus de 1 000 mètres de vignes. Dans les deux populations, près de 95 % des adultes vivent à moins de 1 hectare d'autres cultures que la vigne dans un périmètre de 1 000 mètres autour de leur logement.



**Tableau 17 : Description des caractéristiques des adultes des zones viticoles et non viticoles (résultats pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022**

Variable	Adultes de zones viticoles		Adultes de zones non viticoles	
	n	% (IC%)	n	% (IC%)
<b>Sexe du participant tiré au sort</b>				
1. Masculin	590	46,83 (43,31 - 50,34)	190	45,15 (38,86 - 51,44)
2. Féminin	694	53,17 (49,66 - 56,69)	244	54,85 (48,56 - 61,14)
<b>Classe d'âges du participant tiré au sort</b>				
1. 18-34 ans	125	16,89 (14,06 - 19,72)	41	16,52 (11,39 - 21,64)
2. 35-39 ans	137	7,97 (6,24 - 9,69)	52	7,33 (4,79 - 9,87)
3. 40-49 ans	400	20,71 (18,29 - 23,13)	130	21,42 (17,08 - 25,77)
4. 50-59 ans	287	19,56 (16,85 - 22,28)	98	19,09 (14,35 - 23,83)
5. 60-69 ans	212	19,89 (17,19 - 22,59)	67	17,98 (13,06 - 22,90)
6. 70-79 ans	123	14,98 (12,36 - 17,60)	46	17,66 (12,49 - 22,84)
<b>Région du lieu de résidence</b>				
1. Auvergne-Rhône-Alpes	81	5,14 (4,22 - 6,06)	14	5,97 (3,21 - 8,74)
2. Bourgogne-Franche-Comté	104	6,13 (5,19 - 7,07)	35	17,03 (13,61 - 20,45)
3. Grand Est	277	20,83 (19,59 - 22,07)	99	13,64 (11,77 - 15,51)
4. Nouvelle-Aquitaine	455	53,10 (51,70 - 54,49)	143	34,64 (32,38 - 36,89)
5. Occitanie	194	5,56 (4,94 - 6,18)	84	13,36 (11,73 - 14,99)
6. Provence-Alpes-Côte d'Azur	173	9,25 (8,33 - 10,16)	59	15,35 (13,63 - 17,07)
<b>Degré de densité de la commune<sup>45</sup></b>				
1. Très dense	230	27,17 (24,31 - 30,03)	103	35,07 (29,61 - 40,52)
2. Dense	416	36,03 (32,97 - 39,09)	155	44,21 (38,52 - 49,90)
3. Peu dense	613	35,84 (33,40 - 38,27)	141	18,21 (15,15 - 21,27)
4. Très peu dense	25	0,97 (0,49 - 1,44)	35	2,52 (1,73 - 3,31)
<b>Diplôme le plus élevé</b>				
1. Pas de scolarité à CAP / BEP	295	27,91 (24,74 - 31,08)	125	31,29 (25,55 - 37,02)
2. Bac général/Bac techno, diplôme équivalent	229	17,01 (14,38 - 19,64)	84	16,56 (11,95 - 21,17)
3. 1er cycle	474	36,63 (33,24 - 40,02)	113	24,66 (19,33 - 29,99)
4. 2e cycle / 3e cycle	286	18,45 (15,93 - 20,96)	112	27,49 (21,90 - 33,08)
<b>Situation matrimoniale actuelle</b>				
1. Marié(e)/Pacsé(e)/en union libre	936	65,93 (62,55 - 69,31)	261	49,43 (43,16 - 55,70)
2. Veuf(ve)/Divorcé(e)	189	15,59 (13,05 - 18,14)	78	20,77 (15,54 - 26,01)
3. Célibataire	159	18,48 (15,56 - 21,40)	95	29,79 (23,68 - 35,90)
<b>Nombre de personnes dans le ménage</b>				
1. 1 personne dans le foyer	236	24,63 (21,61 - 27,64)	108	37,03 (30,99 - 43,07)
2. 2 personnes dans le foyer	342	33,72 (30,47 - 36,97)	114	31,43 (25,48 - 37,38)
3. 3 personnes dans le foyer	275	17,09 (14,55 - 19,63)	75	12,46 (8,90 - 16,02)
4. 4 personnes dans le foyer	335	19,57 (17,32 - 21,82)	100	13,95 (10,52 - 17,37)
5. 5 personnes ou plus dans le foyer	96	4,99 (3,79 - 6,19)	37	5,13 (3,23 - 7,02)
<b>Nombre d'enfants de 3 à 17 ans</b>				
1. 1 enfant dans le foyer	317	17,53 (15,34 - 19,71)	115	16,33 (12,99 - 19,66)
2. 2 enfants dans le foyer	282	13,65 (11,86 - 15,43)	76	9,50 (7,15 - 11,84)
3. 3 enfants ou plus dans foyer	65	2,96 (2,09 - 3,82)	33	3,45 (2,36 - 4,54)
4. Pas d'enfant dans le foyer	620	65,87 (63,87 - 67,88)	210	70,73 (67,79 - 73,67)

<sup>45</sup> Grille Insee 2022



Variable	Adultes de zones viticoles		Adultes de zones non viticoles	
	n	% (IC%)	n	% (IC%)
<b>Type de logement : maison individuelle ou logement collectif</b>				
1. Logement individuel	1 103	79,25 (76,43 - 82,08)	234	30,95 (25,93 - 35,97)
2. Logement collectif	181	20,75 (17,92 - 23,57)	200	69,05 (64,03 - 74,07)
<b>Présence d'un jardin dans le logement</b>				
0. Non	573	47,58 (44,14 - 51,02)	261	74,73 (69,83 - 79,62)
1. Oui	711	52,42 (48,98 - 55,86)	173	25,27 (20,38 - 30,17)
<b>Utilisation de pesticides au domicile au cours des 3 derniers mois</b>				
0. Non	704	55,97 (52,49 - 59,45)	257	65,30 (59,47 - 71,14)
1. Oui	580	44,03 (40,55 - 47,51)	177	34,70 (28,86 - 40,53)
<b>Utilisation de pesticides au domicile au cours des 14 jours de suivi</b>				
0. Non	1 052	81,33 (78,57 - 84,08)	358	84,05 (79,75 - 88,34)
1. Oui	232	18,67 (15,92 - 21,43)	76	15,95 (11,66 - 20,25)
<b>Activité professionnelle en lien avec le secteur agricole</b>				
1. Oui	91	6,55 (4,89 - 8,22)	8	1,26 (-0,29 - 2,81)
2. Non	1 135	87,16 (84,79 - 89,53)	406	93,39 (90,27 - 96,51)
3. Non concerné (pas d'activité)	58	6,29 (4,48 - 8,10)	20	5,34 (2,58 - 8,11)
<b>Distance entre le logement et la plus proche parcelle de vignes</b>				
1. Entre 0 et 50 mètres	403	27,36 (25,03 - 29,70)	0	0,00 (0,00 - 0,00)
2. Entre 51 et 100 mètres	238	16,41 (14,05 - 18,77)	0	0,00 (0,00 - 0,00)
3. Entre 101 et 250 mètres	382	29,63 (26,77 - 32,50)	0	0,00 (0,00 - 0,00)
4. Entre 251 et 700 mètres	261	26,59 (23,77 - 29,41)	0	0,00 (0,00 - 0,00)
5. Hors zones viticoles	0	0,00 (0,00 - 0,00)	434	100,00 (100,00 - 100,00)
<b>Présence d'autres cultures que la vigne dans un périmètre de 1 000 mètres autour du logement</b>				
1. Aucune culture	748	60,30 (57,28 - 63,33)	348	80,00 (75,50 - 84,49)
2. Moins de 1 ha	408	32,95 (29,98 - 35,92)	67	15,66 (11,54 - 19,79)
3. 1 ha ou plus	128	6,75 (5,22 - 8,28)	19	4,34 (2,04 - 6,63)

Le Tableau 18 présente les principales caractéristiques des enfants des zones viticoles et non viticoles ayant participé à PestiRiv lors de la période de traitement des vignes. Les résultats présentés pour les enfants ne sont pas pondérés (cf. 7.1).

L'âge moyen des enfants inclus dans l'étude (11 ans) est identique entre les deux groupes (zones viticoles et non viticoles) et il y a quasiment autant de garçons que de filles dans chaque groupe.

Les enfants inclus dans PestiRiv vivent majoritairement dans des logements individuels (maison, ferme) ; ils sont 91 % en zones viticoles et 62 % en zones non viticoles. Les enfants inclus en zones viticoles sont plus nombreux à habiter dans un logement avec jardin que les enfants de zones non viticoles (64 % à versus 48 %). Les caractéristiques des référents des ménages des enfants inclus à l'étude sont globalement similaires (diplôme le plus élevé, situation matrimoniale).

Concernant les facteurs d'exposition aux pesticides autres que ceux liés à la présence de vignes, le pourcentage d'enfants vivant dans des domiciles dans lesquels des pesticides ont été utilisés pendant les 14 jours de suivi est similaire entre les deux groupes de population (16 % et 17 %). De même, le pourcentage d'enfants vivant dans des foyers dans lesquels des membres déclarent avoir utilisé des pesticides dans le cadre professionnel est proche entre les deux groupes (9 % et 11 %).

**Tableau 18 : Description des caractéristiques des enfants des zones viticoles et non viticoles ayant participé à PestiRiv (résultats non pondérés). PestiRiv, France, 2021-2022**

Variable	Enfants de zones viticoles		Enfants de zones non viticoles	
	n	% (IC%)	n	% (IC%)
<b>Sexe du participant tiré au sort</b>				
1. Masculin	246	51,57 (47,08 - 56,06)	67	44,37 (36,42 - 52,32)
2. Féminin	231	48,43 (43,94 - 52,92)	84	55,63 (47,68 - 63,58)
<b>Classe d'âges du participant tiré au sort</b>				
1. 3-6 ans	77	16,14 (12,84 - 19,45)	24	15,89 (10,04 - 21,75)
2. 6-10 ans	165	34,59 (30,32 - 38,86)	46	30,46 (23,10 - 37,83)
3. 11-15 ans	132	27,67 (23,65 - 31,69)	44	29,14 (21,87 - 36,41)
4. 15-17 ans	103	21,59 (17,90 - 25,29)	37	24,50 (17,62 - 31,39)
<b>Diplôme le plus élevé du référent du ménage</b>				
1. Pas de scolarité à CAP / BEP	74	15,51 (12,26 - 18,77)	27	17,88 (11,75 - 24,01)
2. Bac général/Bac techno, diplôme équivalent	68	14,26 (11,11 - 17,40)	33	21,85 (15,24 - 28,47)
3. 1 <sup>er</sup> cycle	189	39,62 (35,23 - 44,02)	47	31,13 (23,72 - 38,54)
4. 2 <sup>e</sup> cycle / 3 <sup>e</sup> cycle	146	30,61 (26,47 - 34,75)	44	29,14 (21,87 - 36,41)
<b>Situation matrimoniale actuelle du référent du ménage</b>				
1. Marié(e)/Pacsé(e)/en union libre	430	90,15 (87,47 - 92,82)	120	79,47 (73,01 - 85,93)
2. Veuf(ve)/Divorcé(e)	25	5,24 (3,24 - 7,24)	12	7,95 (3,62 - 12,28)
3. Célibataire	22	4,61 (2,73 - 6,50)	19	12,58 (7,28 - 17,89)
<b>Type de logement : maison individuelle ou logement collectif</b>				
1. Logement individuel	432	90,57 (87,94 - 93,19)	93	61,59 (53,81 - 69,37)
2. Logement collectif	45	9,43 (6,81 - 12,06)	58	38,41 (30,63 - 46,19)
<b>Présence d'un jardin dans le logement</b>				
0. Non	172	36,06 (31,75 - 40,37)	79	52,32 (44,32 - 60,31)
1. Oui	305	63,94 (59,63 - 68,25)	72	47,68 (39,69 - 55,68)
<b>Utilisation de pesticides au cours des 14 jours de suivi</b>				
0. Non	403	84,49 (81,23 - 87,74)	125	82,78 (76,74 - 88,82)
1. Oui	74	15,51 (12,26 - 18,77)	26	17,22 (11,18 - 23,26)
<b>Utilisation professionnelle de pesticides par les membres du foyer au cours des 3 derniers mois</b>				
1. Oui	46	9,64 (6,99 - 12,30)	17	11,26 (6,20 - 16,32)
2. Non	431	90,36 (87,70 - 93,01)	134	88,74 (83,68 - 93,80)

## 9 LIMITES ET INCERTITUDES

Afin de pouvoir interpréter les conclusions de l'étude PestiRiv, il est indispensable d'identifier et d'analyser les limites et incertitudes associées à la démarche mise en œuvre. Les limites et incertitudes considérées ici sont celles pouvant impacter la réponse aux objectifs de l'étude. Elles sont liées à la fois au périmètre et à la mise en œuvre de l'étude.

### 9.1 Limites et incertitudes liées au terrain de l'étude

#### 9.1.1 Limite liée à la période d'étude

Le suivi de la contamination des milieux et de l'imprégnation des riverains tout au long des périodes de traitement et de non-traitement des vignes a pour objectif de limiter l'impact de conditions exceptionnelles ponctuelles ayant une influence sur le traitement des vignes (conditions météorologiques, développement de maladies, etc.). Toutefois, ce suivi s'est déroulé sur une seule année, entre octobre 2021 et septembre 2022. La description de la contamination des milieux et de l'imprégnation des participants de zones viticoles et non viticoles concerne donc cette période spécifique et peut différer des niveaux potentiels sur d'autres années.

#### 9.1.2 Limite liée à la répartition spatiale

Certains bassins viticoles ne sont pas intégrés à l'étude (par exemple, le Corse, Val de Loire, Cognac) car ils ne respectent pas les critères de sélection des sites, à savoir les zones de viticultures doivent être hors influence d'autres cultures. Néanmoins, la typologie des sites permet de couvrir des contextes de pratiques agricoles contrastés.

Une approche multisites a été retenue car elle permet de limiter l'impact de potentielles fluctuations locales par l'analyse sur l'ensemble des sites répartis dans les différents bassins viticoles français sélectionnés.

Pour le volet air ambiant, les données sont collectées sur un nombre limité de sites mais sont répétées dans le temps sur la période d'enquête (données longitudinales).

#### 9.1.3 Incertitudes liées au nombre d'inclusions

Au cours du terrain de l'étude, 1 946 adultes et 742 enfants ont été inclus, ce qui a permis de recueillir 3 484 échantillons d'urines, 1 890 échantillons de cheveux, 790 échantillons de poussières, 333 échantillons d'air intérieur et 110 échantillons de fruits / légumes du jardin.

La participation est toutefois contrastée selon les cibles (zones viticoles *versus* zones non viticoles ; adultes *versus* enfants).

En zones viticoles, le nombre total d'adultes inclus en période de traitement ou en période hors traitement des vignes représente 94 % de l'objectif d'inclusions (cf. Tableau 19). Parmi eux, 579 adultes ont participé aux deux périodes de l'enquête, soit 77 % de l'objectif visé. Toutefois, le taux d'atteinte de l'objectif d'inclusions est plus faible pour les personnes vivant en zones non viticoles (58 %) car les enquêteurs d'Ipsos ont eu plus de difficultés à les joindre et à les convaincre de participer.

Pour les enfants, 74 % de l'objectif d'inclusions en zones viticoles a été atteint (591 enfants inclus au total), avec 232 enfants ayant participé aux deux périodes de l'enquête, soit 62 % de

l'objectif visé. En zones non viticoles, le taux d'atteinte de l'objectif en termes d'inclusions est plus faible avec 43 % de l'objectif d'inclusions pour les enfants.

**Tableau 19 : Nombre d'inclusions d'adultes et d'enfants visés et atteints à l'issue du terrain de l'étude PestiRiv, et pourcentage d'atteinte aux objectifs. PestiRiv, France, 2021-2022**

Population		Périodes d'enquête	Effectif visé	Effectif atteint	Objectif (%)
Adultes	Zones viticoles	Inclusions en période hors traitement	850	801	94
		Inclusions en période de traitement	750	710	95
		Participants aux deux périodes	750	579	77
	Zones non viticoles	Inclusions en période de traitement	750	435	58
Enfants	Zones viticoles	Inclusions en période hors traitement	425	339	80
		Inclusions en période de traitement	375	252	67
		Participants aux deux périodes	375	232	62
	Zones non viticoles	Inclusions en période de traitement	350	151	43

Pour le recueil de poussières, environ 95 % et 94 % de l'objectif sont atteints pour les foyers situés en zones viticoles respectivement en période hors traitement et en période de traitement. Ces chiffres sont cohérents (voire légèrement supérieurs) avec les pourcentages d'inclusion d'adultes observés pour cette population aux deux périodes d'enquête. De la même façon, environ 58 % de l'objectif est atteint pour le recueil de poussières chez les foyers situés en zones non viticoles, ce qui s'explique par le pourcentage d'inclusion d'adultes observé pour cette population.

Pour l'air intérieur, des difficultés de mise en œuvre supplémentaires spécifiques à ce recueil expliquent que seulement environ 70 % et 45 % des objectifs sont atteints respectivement pour les foyers situés en zones viticoles en période hors traitement et les foyers situés en zones non viticoles en période de traitement. À noter toutefois que pour les foyers situés en zones viticoles en période de traitement, 100 % de l'objectif est atteint grâce à l'ajustement du plan d'échantillonnage (en considérant un taux de réalisation plus réaliste).

Pour les fruits et légumes du jardin, l'objectif est atteint (110 échantillons collectés, contre 100 échantillons attendus au minimum).

Pour l'air ambiant, les objectifs fixés sont atteints avec un taux de réalisation de 100 % en zones viticoles en période hors traitement, 98 % en zones viticoles en période de traitement et 97 % en zones non viticoles en période de traitement, la campagne de mesures étant indépendante des enquêtes réalisées auprès des participants.

### **Impact sur l'interprétation des mesures d'imprégnations :**

Le calcul de puissance réalisé a priori pour estimer le nombre de participants nécessaires (cf. protocole de l'étude [16]) a été actualisé pour prendre en compte l'effectif réel des participants inclus à l'étude. L'analyse de l'impact lié au déficit de participations, en particulier en zones non viticoles, sur la capacité à répondre aux objectifs de l'étude montre que :

- la comparaison des niveaux d'imprégnations moyens mesurés chez les adultes de zones viticoles et de zones non viticoles permet de mettre en évidence un écart compris entre 30 % et 35 %, contre 25 % initialement souhaités ;
- la description des niveaux d'imprégnations des adultes de zones viticoles est très faiblement impactée par le déficit d'inclusions. La précision de la moyenne géométrique sera suffisante, avec une incertitude estimée autour de 10 %.

Pour les enfants de zones viticoles, il est également possible de décrire les niveaux d'imprégnations moyens avec une précision suffisante (incertitude d'environ 10 %). Toutefois, la comparaison des niveaux d'imprégnations moyens entre les enfants de zones viticoles et non viticoles permet de mettre en évidence un écart de l'ordre de 35 %, contre un écart de 25 % initialement souhaité. Au-delà de la perte de puissance pour mettre en évidence une différence d'imprégnation entre les enfants de zones viticoles et non viticoles, le faible effectif d'enfants inclus en zones non viticoles n'a pas permis de calculer de pondérations pour ce groupe de population. Ainsi, il n'est pas possible de corriger les biais éventuels dans ce groupe et les comparaisons entre les enfants de zones viticoles et non viticoles représentent uniquement les enfants inclus dans PestiRiv.

Par ailleurs, l'effectif de 579 adultes et de 232 enfants ayant participé aux deux périodes de l'étude permet de montrer un écart moyen de l'ordre de 30 % entre les niveaux d'imprégnations mesurés en période de traitement et de non-traitement, contre un écart de 25 % initialement souhaité.

### **Impact sur l'interprétation des mesures environnementales :**

Contrairement au volet imprégnation, les effectifs retenus pour les volets environnementaux ne sont pas établis à partir de calculs de puissance. En effet, les contraintes logistiques spécifiques à chacune des matrices environnementales et les contraintes budgétaires influent directement la stratégie de sous-échantillonnage mise en œuvre et les effectifs retenus.

Toutefois, tout comme le volet imprégnation, le déficit d'échantillons de poussières et d'air intérieur collectés impacte nécessairement :

- la précision de la moyenne géométrique qui permet de décrire le niveau de contamination de ces matrices ;
- le pourcentage associé à l'écart entre les niveaux de contamination des foyers de zones viticoles et de zones non viticoles qui permet de mettre en évidence une différence significative entre les deux populations.

À noter que pour les fruits et légumes du jardin, seule une analyse descriptive des concentrations est réalisée. Ce volet est en effet exploratoire car les données de contamination de ce type d'échantillons sont inexistantes dans la littérature.

Pour l'air ambiant, aucun impact sur l'exploitation des résultats est identifié compte tenu du faible écart du nombre de prélèvements réalisés par rapport aux objectifs visés. Le nombre de sites avec mesures étant toutefois relativement faible, l'objectif des mesures d'air ambiant est bien de couvrir des situations contrastées et non d'être représentatif de toutes les situations possibles.

## **9.2 Limites et incertitudes liées aux mesures d'imprégnations et de contamination**

Les limites et incertitudes en lien avec les mesures d'imprégnations et de contaminations sont principalement liées :

- au choix des substances recherchées ;
- aux modalités de prélèvement des échantillons collectés ;
- aux performances analytiques dépendantes des substances.

### 9.2.1 Limite liée au choix des substances recherchées

La démarche d'identification des biomarqueurs pertinents à mesurer dans PestiRiv est un processus long qui a nécessité des tests d'analyse *ad hoc* et des développements analytiques [18; 19]. Il en est de même pour l'identification des substances mesurées dans les matrices environnementales. Afin de pouvoir mener cette démarche en amont du terrain de l'étude, il a été nécessaire d'identifier très tôt les substances prioritaires à rechercher dans PestiRiv. C'est pourquoi, la sélection des substances prioritaires a été réalisée dès 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. 4.6).

Dans un contexte où l'utilisation des PPP en viticulture évolue rapidement, le niveau de priorité de certaines substances a évolué entre la phase de sélection et le terrain de l'étude. En particulier, certaines substances actives priorisées ont changé de statut réglementaire entre 2018 et 2022 (cf. Annexe 7 : Fonction, statuts réglementaires européens et usages en France des substances actives). Ainsi, l'autorisation d'utilisation en viticulture n'a pas été renouvelée pendant cette période pour 7 substances actives sur les 58 priorisées (bêta-cyfluthine, carbétamide, chlorpyrifos-méthyl, quinoxifène, mancozèbe, thiaméthoxame, triadiménol).

Ces modifications d'usage sont en partie considérées grâce à l'indicateur spatialisé lié aux pratiques agricoles qui intègre les quantités de substances actives (QSA) *a priori* utilisées pendant le terrain de l'étude, d'après les données de vente de PPP en 2022 (cf. 7.5.2). La prise en compte des QSA utilisées en 2022 permet ainsi de mieux interpréter les niveaux d'imprégnations biologiques et de contaminations environnementales mesurés pour ces substances. Elles pourraient par exemple avoir un impact sur les concentrations mesurées dans les urines pour le 4-F-3-PBA et l'ETU, métabolites respectifs de la bêta-cyfluthine et du mancozèbe interdits en viticulture en 2021 [24; 25]. L'impact de cette limite est néanmoins réduit pour ces cas particuliers, l'exposition aux pyréthrinoides étant caractérisée par d'autres métabolites mesurés dans PestiRiv (3-PBA, cis et trans-DCCA, cis-DBCA) et l'ETU étant également un métabolite du métirame, toujours utilisé en viticulture.

Parmi les 58 substances priorisées, la sélection des substances effectivement analysées pour chaque matrice dépend de la faisabilité des méthodes de prélèvement et d'analyses (pour les mesures environnementales, cf. Annexe 6 : Sélection des substances mesurées dans les matrices environnementales).

### 9.2.2 Limites et incertitudes liées aux modalités de prélèvement des échantillons collectés

La méthode de collecte des échantillons biologiques et environnementaux peut être source de limites et d'incertitudes. En effet, dans PestiRiv, les échantillons sont recueillis par le participant lui-même (urines, poussières), par un enquêteur d'Ipsos (cheveux, aliments autoproduits) ou par un opérateur mandaté (air intérieur, air ambiant). Le risque de mauvaise manipulation des échantillons est limité par la formation des opérateurs mandatés et des enquêteurs d'Ipsos, et par la transmission de consignes aux participants. Il existe toutefois une incertitude quant à l'application des consignes transmises, en particulier pour les recueils réalisés par les participants eux-mêmes.

Concernant les échantillons d'urines, les 7 échantillons ont été collectés de façon répétée pendant les deux semaines de suivi et conservés par le participant lui-même dans son congélateur pendant cette période. Il existe un risque d'oubli du recueil des 1<sup>ères</sup> urines du matin et de mauvaise conservation des échantillons au congélateur. Parmi l'ensemble des participants, seuls 0,5 % des adultes ont déclaré avoir oublié au moins une fois de mettre un



échantillon d'urine immédiatement au congélateur après le recueil et 7,7 % avoir oublié au moins une fois de recueillir les 1<sup>res</sup> urines du matin. Cette proportion est légèrement plus élevée chez les enfants avec respectivement 1,4 % d'oubli de mettre un échantillon immédiatement au congélateur et 13,5 % d'oubli de recueillir les 1<sup>res</sup> urines du matin. Toutefois, ces taux sont surestimés car, parmi ces participants, certains ont alors décidé de reporter leur recueil d'urines au jour suivant afin de respecter les consignes transmises. Il est difficile d'estimer l'impact de ces oublis ponctuels sur la qualité des échantillons d'urines car les informations recueillies auprès des participants sont limitées (pas d'information sur le délai entre la collecte et la mise au congélateur par exemple) et les échantillons d'urines mesurés sont constitués à partir d'un regroupement des 7 échantillons collectés par le participant pendant la période de suivi. Un seul oubli pendant la période de suivi a donc potentiellement un impact limité sur la qualité globale de l'échantillon d'urines constitué des 7 recueils réalisés pendant les 14 jours de suivi. Cet impact est toutefois plus important pour les biomarqueurs dont la demi-vie d'élimination est de quelques heures (glyphosate et tébuconazole par exemple).

La collecte des échantillons de cheveux présente la limite de ne pouvoir être réalisée chez l'ensemble des participants (recueil de 3 cm de cheveux minimum), en particulier chez les hommes (cf. 5.2.1). Par ailleurs, il est difficile de contrôler avant la préparation de l'échantillon la masse de cheveux collectée par les enquêteurs. Ainsi, près de 30 % des échantillons collectés ne présentent pas la masse de cheveux suffisante pour réaliser les analyses, ce qui limite la portée de l'interprétation des résultats de mesures dans les cheveux.

Il existe d'autres sources d'incertitudes liées à la qualité des échantillons biologiques, en particulier les conditions de stockage des échantillons et les méthodes de prétraitement des échantillons. Les conditions de stockage doivent permettre d'éviter une altération des biomarqueurs recherchés dans les échantillons collectés. Dans PestiRiv, les recommandations usuelles de conservation des urines (congélation à -20 °C ou à -80 °C) et des cheveux (conservation à l'abri de la lumière et à température ambiante) ont été appliquées. Toutefois, si la stabilité des biomarqueurs urinaires est garantie par un maintien de la congélation [26; 27], l'impact des conditions de conservation des échantillons de cheveux sur les biomarqueurs mesurés est encore mal connu [28]. De même, il n'existe pas de méthode normalisée de lavage des cheveux avant dosage car les mécanismes d'incorporation des composés déposés sur les cheveux et le niveau d'extraction de ces composés lors d'un lavage sont mal connus [28]. En l'absence de méthode normalisée et en se basant sur les études précédentes [29; 30], il a été décidé de ne pas réaliser de lavage des cheveux avant dosage dans PestiRiv.

Au regard de ces éléments, la qualité des échantillons d'urines peut être jugée satisfaisante pour garantir la qualité des analyses biologiques réalisées. Toutefois, les limites rencontrées pour le recueil des échantillons de cheveux et les incertitudes existantes concernant les conditions de stockage et de prétraitement incitent à considérer l'interprétation des analyses de cheveux à titre exploratoire.

Concernant les échantillons de poussières, les incertitudes portent sur les éléments suivants :

- le respect des consignes de passage de l'aspirateur par le participant pendant la période d'enquête (passage de l'aspirateur au moins une fois, pas d'aspirations de poussières accidentelles) ;
- les modalités de recueil de conditionnement des échantillons de poussières ;
- le temps de séjour de la poussière dans le logement ;
- le comportement des substances lors du stockage et du transport des échantillons.

Concernant les échantillons d'air intérieur et d'air ambiant, les incertitudes portent sur les éléments suivants :



- le bon fonctionnement du matériel de prélèvement (pas d'interruption, vérification du débit, réalisation et contrôle des blancs de terrain, etc.) ;
- le respect des consignes pour la préparation des cartouches, le conditionnement des échantillons et le transport des échantillons (température et délai).

Concernant les échantillons d'aliments autoproduits, les incertitudes portent sur les éléments suivants :

- la présence d'aliments à maturité et en quantité suffisante ;
- le respect des consignes pour la collecte, le conditionnement et le transport des échantillons.

Pour les matrices environnementales, la qualité des échantillons à l'étape de prélèvement a été vérifiée selon les critères de validation présentés à l'Annexe 8 : Méthodes de traitement et d'analyse des Échantillons environ-nementaux. Le bilan est détaillé dans le Tome 1.

### 9.2.3 Limites et incertitudes liées aux méthodes analytiques

Les méthodes mises en place par les laboratoires, les résultats transmis et les contrôles qualité associés ont été expertisés par Santé publique France et l'Anses, en lien avec leurs partenaires (OQAI/CSTB, LCSQA/Ineris). Cette expertise a permis de valider les résultats de dosages transmis par les laboratoires. De la même façon, pour les matrices environnementales, le bilan est détaillé dans le Tome 1.

Toutefois, des limites et incertitudes restent inhérentes aux dosages des échantillons :

- l'absence d'une substance dans les échantillons biologiques ou environnementaux collectés ne signifie pas nécessairement qu'une personne n'y a pas été exposée. Il est possible que l'exposition soit très faible ou que la substance chimique ait été en partie éliminée de l'organisme ou de l'environnement avant le recueil, et que la technologie soit incapable d'en détecter une aussi faible quantité. Concernant les échantillons urinaires, cette limite est augmentée par la constitution d'échantillons poolés pouvant conduire à une possible dilution de la concentration en cas de forte hétérogénéité des concentrations journalières. Si les limites analytiques ne sont pas suffisamment basses, la substance peut ne pas être détectée dans l'échantillon poolé, alors qu'elle aurait pu l'être dans certains échantillons bruts ;
- toute mesure est affectée d'une incertitude, il est donc impossible de déterminer avec une précision absolue la concentration d'une substance dans les échantillons. Cette incertitude est estimée à partir des contrôles de qualité réalisés dans chaque série de dosages et dont les résultats sont transmis par les laboratoires (cf. 6). Ces incertitudes peuvent conduire à une surestimation ou une sous-estimation des niveaux d'imprégnations / contaminations mesurés. Les résultats d'imprégnation présentant une incertitude supérieure à 40 % sont à considérer avec précautions. Pour les matrices environnementales, tous les résultats sont présentés quelle que soit la valeur de l'incertitude d'analyse (cf. 6.2) ;
- par ailleurs, même si des développements analytiques ont été réalisés, il n'est pas toujours possible d'identifier et d'analyser les substances actives ou les marqueurs biologiques spécifiques d'une substance active donnée. C'est pourquoi, certaines substances n'ont pas pu être analysées dans les échantillons biologiques et/ou environnementaux ; les analyses étant alors complémentaires les unes aux autres.

## 9.3 Limites et incertitudes liées aux facteurs explicatifs d'exposition et de contamination des milieux

Outre les mesures d'imprégnations et de contaminations, les résultats de l'étude dépendent également de la qualité des réponses aux questionnaires soumis aux participants et de la disponibilité des informations permettant de décrire les facteurs explicatifs d'exposition et de contamination des milieux liés à la présence de vignes (localisation des parcelles, traitements des vignes, conduite de vignes, données météorologiques, etc.).

Les limites et incertitudes relatives aux facteurs d'exposition et de contamination des milieux sont liées :

- au recueil d'informations par questionnaires auprès des participants ;
- 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.) ;
- à la méthode de construction des indicateurs d'exposition et de contamination des milieux.

### 9.3.1 Incertitudes liées au recueil par questionnaires

Les déclarations formulées par les participants peuvent être sources d'incertitudes en raison de biais de mémoire potentiels et d'absence de réponses à certaines questions (non-réponse partielle). Le pourcentage de données manquantes dépend du type de questionnaire et de la complexité des questions posées : il est généralement inférieur à 5 % pour les questions posées en face-à-face et peut atteindre plus de 20 % pour certaines questions des auto-questionnaires (consommations alimentaires, budget-espace-temps, etc.). Les données partiellement manquantes sont imputées (cf. 7.4) ce qui peut introduire une incertitude autour des valeurs imputées, quelle que soit la méthode. Pour limiter cette incertitude, les variables comprenant plus de 25 % de données manquantes ne sont pas utilisées dans l'étude.

### 9.3.2 Incertitudes liées à l'absence de données d'utilisation de PPP

Si les agriculteurs sont réglementairement tenus en France de disposer d'un registre phytosanitaire renseignant l'ensemble des interventions faites sur leurs parcelles (localisation, date, quantité et produit appliqué, etc.), ces registres ne sont pas disponibles pour les agences sanitaires et ne peuvent être utilisés dans le cadre d'études. En l'absence de ces données, il est nécessaire de développer d'autres méthodes pour estimer l'utilisation des PPP en agriculture dans les zones d'étude et pendant les périodes d'étude. Ces méthodes sont basées 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. Le sens et l'impact de ces incertitudes sont difficiles à estimer. C'est pourquoi plusieurs indicateurs spatialisés liés aux pratiques agricoles ont été construits afin d'affiner les résultats produits.

### 9.3.3 Incertitudes liées à la construction des indicateurs

Il est rarement possible d'utiliser les variables décrivant les facteurs d'exposition ou de contamination telles qu'elles sont recueillies dans les questionnaires ou les bases de données. Il est en effet souvent nécessaire de réduire le nombre de classes des variables pour disposer de suffisamment d'individus dans chaque classe ou de combiner plusieurs variables représentant un même type de facteur d'exposition ou de contamination des milieux afin de

limiter le nombre de variables à introduire dans les modèles statistiques. La construction de ces indicateurs peut conduire à une perte de précision de l'information recueillie et augmenter l'incertitude de l'impact d'un facteur d'exposition ou de contamination des milieux sur les concentrations biologiques ou environnementales mesurées. Dans ce cas, des analyses de sensibilité sont réalisées afin de permettre de tester différentes formes d'indicateurs et leur impact sur les estimations produites.

## 9.4 Incertitudes liées aux estimations statistiques

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. 7.1). Toutefois, ces estimations ne correspondent pas aux valeurs réelles de la population. L'ampleur des écarts à la valeur réelle est déterminée à partir de l'erreur type des estimations provenant des résultats de l'étude. Deux indicateurs permettent de représenter cette incertitude : le coefficient de variation (CV) et les intervalles de confiance (IC). Le CV s'exprime en pourcentage de l'estimation, plus il est élevé, plus l'incertitude entourant l'estimation est grande. L'intervalle de confiance est une fourchette de valeurs possibles encadrant l'estimation. Un intervalle de confiance étroit, plus proche de l'estimation, indique une plus faible variabilité de l'échantillonnage et une plus grande précision de l'estimation. À l'inverse, un intervalle de confiance plus large indique une plus grande variabilité de l'échantillonnage et une moindre précision de l'estimation. C'est la raison pour laquelle l'interprétation des résultats de l'étude doit être basée à la fois sur les estimations produites et leurs intervalles de confiance.

## 10 CONCLUSION

L'étude PestiRiv est la première étude de grande ampleur en France visant à mieux connaître et comprendre la contamination des milieux et l'imprégnation des personnes vivant en zones viticoles par les PPP pouvant être utilisés sur ces cultures.

Le terrain de l'étude PestiRiv s'est déroulé d'octobre 2021 à septembre 2022 pour couvrir à la fois la période pendant laquelle les traitements des vignes sont les plus fréquents, et celle pendant laquelle les traitements sont les moins fréquents. Au total, 1 946 adultes et 742 enfants ont participé à l'étude, ce qui a permis de recueillir 3 484 échantillons d'urines, 1 890 échantillons de cheveux, 790 échantillons de poussières, 333 échantillons d'air intérieur, 110 échantillons de fruits/légumes du jardin et 1 596 échantillons d'air ambiant.

Le taux d'atteinte de l'objectif en termes d'inclusions est de 94 % pour les adultes en zones viticoles en période de traitement ou en période hors traitement. Ce taux est toutefois plus faible pour les enfants et les personnes vivant en zones non viticoles (74 % pour les enfants de zones viticoles et 58 % pour les adultes de zones non viticoles). Ces différences s'expliquent par les difficultés plus importantes à joindre les personnes vivant en zones non viticoles et à convaincre les enfants et leurs parents de participer à l'étude compte tenu de la complexité du protocole.

La description des caractéristiques des participants de l'étude montre que, au-delà du fait de vivre à proximité ou non de vignes, les participants de zones viticoles et non viticoles présentent des caractéristiques globalement similaires (âge, sexe, diplôme, etc.).

L'analyse des limites et des sources d'incertitudes de l'étude permet de caractériser leur impact potentiel sur la réponse aux objectifs de l'étude et de déterminer la façon de les prendre en compte dans l'interprétation des résultats de l'étude. La principale source d'incertitude de l'étude est a priori l'absence de données d'utilisation des PPP au cours de l'étude. Le nombre et la qualité des échantillons biologiques et environnementaux recueillis permettront de répondre aux objectifs de l'étude, dans la limite de l'amplitude des différences d'imprégnations observées entre la population de zones viticoles et non viticoles.

**Les résultats de l'étude PestiRiv sont présentés dans le Tome 1 (résultats relatifs aux contaminations environnementales) et le Tome 2 (résultats relatifs aux niveaux d'imprégnations biologiques). Ces résultats sont accompagnés 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.**

# BIBLIOGRAPHIE

1. Agreste. Chiffres & Données : Enquête Pratiques culturales en viticulture en 2019 : IFT et nombre de traitements. La statistique, l'évaluation et la prospective du Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2023.
2. Butault J-P, Delame N, Jacquet F, Zardet G. L'utilisation des pesticides en France : état des lieux et perspectives de réduction. Centre d'études et de prospective - Service de la statistique et de la prospective, 2011.
3. Deziel NC, Friesen MC, Hoppin JA, Hines CJ, Thomas K, Freeman LE. A review of nonoccupational pathways for pesticide exposure in women living in agricultural areas. *Environ Health Perspect.* 2015;123(6):515-24.
4. Bedos C, Cellier P, Calvet R, Barriuso E, Gabrielle B. Mass transfer of pesticides into the atmosphere by volatilization from soils and plants: Overview. <http://dxdoiorg/101051/agro:2001003>. 2002;22(Number 1):21-33.
5. Bedos C. Qualité de l'air et pesticides : du déterminisme des émissions à leur contribution à l'exposition des populations et des écosystèmes: Sorbonne Université; 2023.
6. Anses. Avis de l'Anses relatif à une demande d'appui scientifique pour réévaluer le dispositif réglementaire destiné à protéger les riverains des zones traitées avec des produits phytosanitaires (avis n° 2013-SA-0206). Maisons-Alfort: Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, 2014.
7. Anses. Étude Pesti'home - Enquête nationale sur les utilisations domestiques de pesticides. Maisons-Alfort: Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, 2019.
8. Anses. Campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air ambiant - Première interprétations sanitaires. Maisons-Alfort: Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, 2020.
9. Pecheux M, Fillol C, Gane J, Oleko A, Saoudi A, Zeghnoun A. Imprégnation de la population française par les herbicides. Programme national de biosurveillance, Esteban 2014-2016. Saint-Maurice: Santé publique France, 2021.
10. Chaperon L, Fillol C, Gane J, Oleko A, Rambaud L, Saoudi A, *et al.* Imprégnation de la population française par les pyréthrinoides. Programme national de biosurveillance, Esteban 2014-2016. Saint-Maurice: Santé publique France, 2021.
11. Marlière F. Résultats de la campagne nationale exploratoire de mesure des résidus de pesticides dans l'air ambiant (2018-2019). Ineris - Anses - Atmo France, 2019.
12. Atmo France. Base PhytAtmo. Fédération des Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air; 2024.
13. Chaix L. Campagne de mesure des produits phytosanitaires dans l'atmosphère - rapport intermédiaire AIRAQ. 2004.
14. Mamane A. Acute Sanitary effects of Pesticides exposure in rural areas : a study in a Northern Country : PhytoRiv : a Study in a Southern Country : PhytoNiger  
Effets sanitaires aigus de l'exposition aux pesticides en milieu rural : étude dans un pays du nord : étude PhytoRiv : étude dans un pays du sud : PhytoNiger: Université de Bordeaux; 2015.
15. Ben Brik E. Surveillance de l'exposition aux pesticides en viticulture par analyse de cheveux (Phytotif): Université de Bordeaux; 2017.

16. Santé publique France. PestiRiv : Étude d'exposition aux pesticides chez les riverains de zones viticoles et non viticoles. Protocole. Saint-Maurice: 2021.
17. Dereumeaux C, Szego E, Oleko A, Gane J, Saoudi A, Zeghnoun A, *et al.* PestiRiv : Étude d'exposition aux pesticides chez les riverains de zones viticoles et non-viticoles - Bilan de l'étude pilote. Saint-Maurice: Santé publique France, Anses, Octobre 2021.
18. Dereumeaux C, Mercier F, Soulard P, Hulin M, Oleko A, Pecheux M, *et al.* Identification of pesticides exposure biomarkers for residents living close to vineyards in France. *Environ Int.* 2022;159:107013.
19. Dereumeaux C. Recherche de biomarqueurs pour caractériser au mieux les expositions aux pesticides chez les riverains de zones viticoles: Thèse de doctorat Santé publique - épidémiologie Paris 12 2021; 2021.
20. Authority EFS. Management of left-censored data in dietary exposure assessment of chemical substances. *EFSA Journal.* 2010;8(3):1557.
21. Tekindal MA, Erdoğan BD, Yavuz Y. Evaluating Left-Censored Data Through Substitution, Parametric, Semi-parametric, and Nonparametric Methods: A Simulation Study. *Interdiscip Sci.* 2017;9(1867-1462 (Electronic)):153-72.
22. Lungarska A, Poméon T, Ramalanjaona L, Lision O, Cantelaube P, Lardot B. Spatialization of phytopharmaceutical products' purchases data at the scale of the agricultural plot in France / La BNVDs : spatialisation à l'échelle de la parcelle agricole des données d'achats des produits phytopharmaceutiques en France. *Environnement, Risques & Santé.* 2023;22(S1):19-26.
23. Mathieu A, Soullier N. Sentiment d'information et perception des risques environnementaux – Deuxième volet. Résultats du Baromètre de Santé publique France 2021. Saint-Maurice: Santé publique France, 2023.
24. Commission européenne. Règlement d'exécution (UE) 2020/2087 de la Commission du 14 décembre 2020 portant sur le non-renouvellement de l'approbation de la substance active « mancozèbe », conformément au règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, et modifiant l'annexe du règlement d'exécution (UE) no 540/2011 de la Commission 2020.
25. Commission européenne. Règlement d'exécution (UE) 2020/892 de la Commission du 29 juin 2020 concernant le non-renouvellement de l'approbation de la substance active « bêta-cyfluthrine », conformément au règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, et modifiant l'annexe du règlement d'exécution (UE) no 540/2011 de la Commission. 2020.
26. Gika HG, Theodoridis GA, Wilson ID. Liquid chromatography and ultra-performance liquid chromatography–mass spectrometry fingerprinting of human urine: Sample stability under different handling and storage conditions for metabolomics studies. *J Chromatogr A.* 2008;1189(1):314-22.
27. Klimowska A, Wynendaele E, Wielgomas B. Quantification and stability assessment of urinary phenolic and acidic biomarkers of non-persistent chemicals using the SPE-GC/MS/MS method. *Anal Bioanal Chem.* 2023;415(12):2227-38.
28. Lallmahomed A, Mercier F, Costet N, Fillol C, Bonvallot N, Le Bot B. Characterization of organic contaminants in hair for biomonitoring purposes. *Environ Int.* 2024;183:108419.
29. Alves A, Kucharska A, Erratico C, Xu F, Den Hond E, Koppen G, *et al.* Human biomonitoring of emerging pollutants through non-invasive matrices: state of the art and future potential. *Anal Bioanal Chem.* 2014;406(17):4063-88.



30. Kucharska A, Covaci A, Vanermen G, Voorspoels S. Non-invasive biomonitoring for PFRs and PBDEs: New insights in analysis of human hair externally exposed to selected flame retardants. *Sci Total Environ.* 2015;505:1062-71.
31. Blanchard O, Glorennec P, Mercier F, Bonvallot N, Chevrier C, Ramalho O, *et al.* Semivolatile organic compounds in indoor air and settled dust in 30 French dwellings. *Environ Sci Technol.* 2014;48(7):3959-69.
32. Raffy G, Mercier F, Blanchard O, Derbez M, Dassonville C, Bonvallot N, *et al.* Semi-volatile organic compounds in the air and dust of 30 French schools: a pilot study. *Indoor Air.* 2017;27(1):114-27.
33. Mercier F, Gilles E, Saramito G, Glorennec P, Le Bot B. A multi-residue method for the simultaneous analysis in indoor dust of several classes of semi-volatile organic compounds by pressurized liquid extraction and gas chromatography/tandem mass spectrometry. *J Chromatogr A.* 2014;1336:101-11.
34. Anses. Exposition aux poussières sédimentées dans les environnements intérieurs, Rapport d'expertise collective. Maisons-Alfort: Anses, 2019.
35. Saurat D, Raffy G, Bonvallot N, Monfort C, Fardel O, Glorennec P, *et al.* Determination of glyphosate and AMPA in indoor settled dust by hydrophilic interaction liquid chromatography with tandem mass spectrometry and implications for human exposure. *J Hazard Mater.* 2023;446:130654.
36. Le Bot B, Gilles E, Durand S, Glorennec P. Bioaccessible and quasi-total metals in soil and indoor dust. *European Journal of Mineralogy.* 2010;Volume 22 Number 5 651 - 7.
37. Chatellier C. Tests d'une méthode d'analyse LC/MS/MS du glyphosate et ses métabolites sans dérivation et extension au fosétyl-al. LCSQA, 2020.
38. Lungarska A, Lecaé T, Poméon T, Cantelaube P, Lardot B. Construction d'un parcellaire viticole et spatialisation de la BNV-D. INRAE - US ODR, 2024 2024-07-04. Report No.
39. Pécheux M, Saoudi A, Zeghnoun A, Oleko A, Fillol C. Assessment of multi-chemical exposure using human biomonitoring data from the French Esteban study using exposure load method. *Int J Hyg Environ Health.* 2022;246.
40. Willey JB, Pollock T, Thomson EM, Liang CL, Maquiling A, Walker M, *et al.* Exposure Load: Using biomonitoring data to quantify multi-chemical exposure burden in a population. *Int J Hyg Environ Health.* 2021;234.
41. Sprong RC, van den Brand AD, van Donkersgoed G, Blaznik U, Christodoulou D, Crepet A, *et al.* Combined chronic dietary exposure to four nephrotoxic metals exceeds tolerable intake levels in the adult population of 10 European countries. *Food additives & contaminants Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment.* 2023;40(12):1568-88.
42. Crépet A, Vasseur P, Jean J, Badot P-M, Nessler F, Vernoux J-P, *et al.* Integrating Selection and Risk Assessment of Chemical Mixtures: A Novel Approach Applied to a Breast Milk Survey. *Environ Health Perspect.* 2022;130(3):035001.
43. Wolff MS, Engel SM, Engel SM, Berkowitz GS, Berkowitz GS, Ye X, Ye X, Silva MJ, Silva MJ, Zhu C, Zhu C, Wetmur J, *et al.* Prenatal phenol and phthalate exposures and birth outcomes. *Environ Health Perspect.* 2008;116(8):1092-7(0091-6765 (Print)).
44. Ntantu Nkinsa P, Fisher M, Muckle G, Guay M, Arbuckle TE, Fraser WD, *et al.* Childhood exposure to pyrethroids and neurodevelopment in Canadian preschoolers. *NeuroToxicology.* 2023;99:120-8.



45. Efsa Scientific Committee, More SJ, Bampidis V, Benford D, Bennekou SH, Bragard C, *et al.* Guidance on harmonised methodologies for human health, animal health and ecological risk assessment of combined exposure to multiple chemicals. EFSA Journal. 2019;17(3):e05634.
46. Larocca B, Coates L, Hedelin G, Malard S, Sponne I. Guide d'utilisation de MiXie France – Mise à jour 2024. Paris: INRS, 2024.
47. Rambaud L, Saoudi A, Zeghnoun A, Dereumeaux C, Fillol C. Élaboration de valeurs de référence d'exposition à partir de données de biosurveillance. Saint-Maurice: Santé publique France, 2017.

# ANNEXE 1 : COMPOSITIONS DES COLLECTIFS D'EXPERTS EXTERNES MOBILISÉS PAR SANTÉ PUBLIQUE FRANCE ET L'ANSES DANS LE CADRE DE PESTIRIV

## Conseils scientifiques de Santé publique France

Le protocole de l'étude a été développé et validé avec le conseil scientifique (CS) « Riverains de cultures, pesticides et santé », piloté par Santé publique France entre septembre 2017 et mai 2022. Ce conseil scientifique était composé de 9 personnes qualifiées et désignées à la suite d'un appel à candidatures. Ce conseil scientifique a été remplacé en 2022 par le conseil scientifique (CS) du programme national de biosurveillance qui a pour objectif de valider l'interprétation des résultats d'imprégnation. Ce CS est composé de 15 personnes qualifiées et désignées à la suite d'un appel à candidatures réalisé en 2021 par Santé publique France. Il se réunit trois à quatre fois par an. Les compositions des deux CS sont précisées dans le Tableau 20.

**Tableau 20 : Composition des Conseils scientifiques pilotés par Santé publique France. PestiRiv, France, 2021-2022**

Nom	Organisme
<b>Conseil scientifique « Riverains de cultures, pesticides et santé »</b>	
Ghislaine Bouvier (présidente du CS)	Équipe Epicene, U1219 Bordeaux Population Health Inserm – Isped – Institut du thermalisme, Université de Bordeaux
Isabelle Albert	Inrae UMR Mathématiques et Informatique appliquées MIA-Paris
Karen Chardon	Périnatalité et risques toxiques (Peritox), (EA 4285-UMI 01 Ineris), Université de Picardie Jules Verne (UPJV)
Béatrice Fervers	Centre Léon Bérard Lyon
Jean-Noël Jouzel	CNRS Sciences Po CSO Centre de sociologie des organisations
David Makowski	Inrae Unité Agronomie Paris Grignon
Maurice Millet	Institut de chimie et procédés pour l'énergie, l'environnement et la santé (ICPEES UMR 7515), Physico-Chimie de l'atmosphère, Université de Strasbourg / CNRS
Annie Robert	Head of EPID Research Division, IREC – UC Louvain in Brussels

Nom	Organisme
<b>Conseil scientifique du programme national de biosurveillance</b>	
Jean Ulrich Mullot	Pharmacien spécialisé en santé-environnement, chef de bureau au sein du Service de santé des armées
Ghislaine Bouvier	Maître de conférences + chercheur à l'Isped
Ludwine Casteleyn	Ancien professeur + médecin du travail
Marie-Christine Boutron	Directeur de recherche à l'Inserm
Harry Archimede	Président du centre Inrae Antilles Guyane
Philippe Quenel	Professeur honoraire de l'EHESP (École des hautes études en santé publique)
Maurice Millet	Professeur à la faculté de Chimie de l'université de Strasbourg
Nolwenn Noisel	Professeure adjointe, Département de santé environnementale et santé au travail, École de santé publique, Université de Montréal, Montréal, Canada.
Luc Multigner	Responsable de l'équipe 3ERD de l'Irset
Amélie Crepet	Évaluateur de risques, Anses
Annie Saint Amand	Chef de section de la BS nationale à Santé Canada
Nicolas Venisse	Praticien hospitalier (PH) au Laboratoire de toxicologie et pharmacocinétique, CHU Poitiers + chercheur au CIC Inserm 1402, Pr R. Robert (axe HEDEX, Health – Endocrine Disruptors –Exposome, Pr Migeot), CHU de Poitiers
Sandrine Charles	Professeur des universités, Université Claude Bernard Lyon
Karen Chardon	Professeur des universités section 69 (Neurosciences), Institut d'ingénierie de la santé (2iS), Université de Picardie Jules Verne Laboratoire de recherches : Périnatalité et Risques Toxiques (Peritox) (UMR_I 01)
Aude Leduc	Insee

### *Groupes d'experts de l'Anses*

Deux groupes d'experts sur les mesures environnementales et les pratiques agricoles, coordonnés par l'Anses et dont les compositions figurent dans le Tableau 21, ont apporté leur appui pendant la phase d'élaboration du protocole (2018 à 2021), puis pendant la phase d'exploitation des résultats (2023 à mi-2025).

**Tableau 21: Composition des groupes d'experts et de travail pilotés par l'Anses. PestiRiv, France, 2021-2022**

Nom	Organisme	Mandature(s)
<b>Groupe d'experts mobilisé sur l'élaboration du protocole pour les mesures environnementales et les pratiques agricoles</b>		
Carole Bedos	Inrae – UMR Ecosys / Pôle Eco&Phy	2018 à 2021
Mathilde Carra	Inrae – UMR Itap	2019
Laurent Delière	Inrae – UMR Santé & Agroécologie du vignoble	2019 à 2021
Cyril Feidt	Université de Lorraine – UR Animal & Fonctionnalités des produits animaux	2019 à 2020
Maurice Millet	Institut de Chimie et procédés pour l'énergie, l'environnement et la santé (ICPEES UMR 7515), Physico-Chimie de l'atmosphère, Université de Strasbourg / CNRS	2018 à 2021
Bernadette Ruelle	Inrae – UMR Itap	2018
<b>Groupe de travail mobilisé sur les mesures environnementales et les pratiques agricoles pendant la phase d'exploitation</b>		
Carole Bedos	Chargée de recherche Inrae – UMR Ecosys / Pôle Eco&Phy	2023-2025
Laurent Delière	Ingénieur de recherche Inrae – UMR Santé & Agroécologie du Vignoble	2023-2025
Raphaëlle Teyssere	Chercheuse postdoctorante au CHU de Bordeaux (Équipe Epicene – Centre Inserm U 1219) et au Centre de recherche en santé des populations (BPH) de Bordeaux Chercheuse postdoctorante à l'Institut national de recherche scientifique, Laval, Québec	2023-2025
Ingrid Ruthy	Attachée, Institut scientifique de service public (Issep) – Direction des risques chroniques – Cellule environnement santé	2023-2025
Philippe Glorennec	Enseignant-Chercheur, École des hautes études en santé publique (EHESP) - UMR 1085 Institut de recherche sur la santé, l'environnement et le travail (Irset), Rennes	2023-2025
Marine Lambert	Chargée de projets Anses – Laboratoire de sécurité des aliments – Unité Pesticides et biotoxines marines	2023-2025
Anne Mérot	Chercheuse Inrae - UMR ABSys - Agrosystèmes biodiversifiés	2023-2025

### Comités d'experts

La production de l'avis final de l'étude PestiRiv, porté conjointement par Santé publique France et l'Anses, s'appuie sur l'examen des résultats de l'étude par les comités d'experts de Santé publique France (CE Santé environnement travail « CE SET ») et de l'Anses (Comité d'experts spécialisés Évaluation des risques liés aux milieux aériens « CES Air »). Ces comités d'experts sont constitués d'experts pluridisciplinaires indépendants qui formulent des avis et recommandations au sens de la charte de l'expertise sanitaire en répondant à certaines exigences réglementaires.

Chacun des deux comités d'experts exprime un avis collectif sur les conclusions de l'étude et les recommandations à tirer sur les champs couverts par l'enquête, et selon les périmètres respectifs des comités d'experts.

La composition des deux comités d'experts est détaillée dans le Tableau 22.

**Tableau 22 : Composition des comités d'experts de Santé publique France et de l'Anses. PestiRiv, France, 2021-2022**

Nom	Organisme
<b>Comité d'experts Santé environnement travail</b>	
BARUL Christine	Chargée de recherche en épidémiologie Inserm-U1085-Irset, Pointe-à-Pitre
BEAUNE Xavier	Ingénieur Hygiène et Sécurité Santé au Travail 72, La Flèche
BOELS David	Praticien hospitalier toxicologue clinicien Service de santé publique, CHU de Nantes
CALVEZ Marcel	Professeur émérite de sociologie Université Rennes 2 et chercheur à ESO-Rennes, UMR 6590 CNRS
DEMATTEI Christophe	Ingénieur biostatisticien/méthodologie Laboratoire de Biostatistiques, épidémiologie clinique, Santé publique, Innovation et Méthodologie (Bespim), CHU Nîmes
DEWITTE Jean-Dominique	Professeur émérite en santé travail, Université de Bretagne Occidentale
DUCA Radu	Responsable de service d'hygiène du milieu et surveillance biologique Laboratoire national de santé du Luxembourg
GLORENNEC Philippe	Enseignant chercheur École des hautes études en santé publique (EHESP) - UMR 1085 Institut de recherche sur la santé, l'environnement et le travail (Irset), Rennes
LERAY Fabrice	Ingénieur conseil Caisse d'Assurance retraite et de santé au travail (Carsat) Pays de la Loire
MANCINI Francesca	Chargée de recherche Inserm U1018, Villejuif
MARANO Francelyne	Professeure émérite d'université Université Paris Cité
MERCKEL Olivier	Chef d'unité scientifique Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), Maisons-Alfort
PREVOT-CARPENTIER Muriel	Enseignant-chercheur Laboratoire Paragraphe-C3U EA 349, Université Paris 8 Vincennes - Saint-Denis
RUIZ CASTELL Maria	Chercheuse Socio-economic and Environmental, Health and Health Systems (Care group), Institut de la santé du Luxembourg
SIMOS Jean	Responsable du Groupe de recherche en santé environnement, Institut de santé globale, Genève

---

**Comité d'experts spécialisés Évaluation des risques liés aux milieux aériens**

---

MANDIN Corinne	Responsable du laboratoire d'épidémiologie Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection
LERAY Fabrice	Ingénieur-conseil Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail Pays de la Loire
ACHARD Sophie	Maître de conférences Faculté de pharmacie, Université Paris Cité
ANDRÉ Michel	Directeur de recherche émérite Université Gustave Eiffel
CASSADOU Sylvie	Médecin épidémiologiste retraitée Observatoire régional de santé Occitanie
COATES Laureline	Conseiller médical en santé au travail Institut national de recherche et de sécurité
DURIF Marc	Directeur exécutif Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air
GUIGON Elodie	Maître de conférences Ecole pratique des hautes études
HULO Sébastien	Professeur des universités - Praticien hospitalier Centre hospitalier universitaire de Lille, Université de Lille
JACQUEMIN Bénédicte	Directrice de recherche Institut national de la santé et de la recherche médicale, Institut de recherche sur la santé, l'environnement et le travail
LABORDE-CASTEROT Hervé	Praticien hospitalier Assistance publique-Hôpitaux de Paris Hôpital Fernand Widal, Centre antipoison et de toxicovigilance de Paris
LAMBRE Claude	Retraité Institut national de la santé et de la recherche médicale
LARBRE Juliette	Cheffe de service Service des Laboratoires de santé environnementale, Mairie de Paris
LE BOT Barbara	Professeur des Universités École des hautes études en santé publique, Université de Rennes, Institut de recherche sur la santé, l'environnement et le travail, Unité mixte de recherche 1085
LEROYER Christophe	Professeur des universités et praticien hospitalier Centre hospitalier universitaire de Brest, Université de Bretagne Occidentale
NADIF Rachel	Responsable d'équipe, chargée de recherche Institut national de la santé et de la recherche médicale, Centre de recherche en épidémiologie et santé des populations U1018
Anne OPPLIGER	Retraîtée Département santé au travail et environnement, Unisanté, Lausanne
POURCHEZ Jérémie	Directeur de recherche École nationale supérieure des mines de Saint-Etienne, Département « Activité biologique des particules inhalées », Inserm Sainbiose U1059
PRAUD Delphine	Chercheuse en épidémiologie environnementale Centre Léon Bérard à Lyon
SAADE Anastasia	Médecin chercheur Centre hospitalier universitaire de Rennes, Université de Rennes, Institut de recherche en santé, Environnement et Travail
SMARGIASSI Audrey	Professeur titulaire et chercheuse Université de Montréal et Institut national de santé publique du québec

---

## ANNEXE 2 : MÉTHODE MISE EN ŒUVRE POUR CARTOGRAPHIER LES ZONES ÉLIGIBLES POUR L'IMPLANTATION DES PRÉLEVEURS D'AIR AMBIANT DES SITES EN ZONES VITICOLES

L'objectif est de cartographier les zones éligibles pour l'implantation des préleveurs pour les sites riverains de zones viticoles sélectionnés pour les mesures d'air ambiant. Ces zones sont définies de façon à ne pas être sous l'influence directe d'une parcelle en particulier et ne pas être dans des conditions trop spécifiques d'une parcelle.

La méthode mise en œuvre comprend les étapes suivantes :

1. découpage de la zone d'emprise du site riverain<sup>46</sup> en carrés de taille de 10 m<sup>2</sup> ;
2. exclusion des parcelles de vignes et autres parcelles de type prairies et landes afin de ne pas placer les préleveurs directement sur les parcelles traitées ;
3. détermination d'une zone tampon d'intérêt autour de chaque parcelle de vigne, comprise à une **distance minimale A** et une **distance maximale B** (en mètres) ;<sup>47</sup>
4. détermination de la zone tampon globale pour l'ensemble des parcelles, en excluant tout carré de 10 m<sup>2</sup> en dehors de la zone tampon d'intérêt d'au moins une parcelle ;
5. détermination de la zone éligible pour l'implantation des capteurs, en incluant tout carré de la zone tampon globale ayant un **pourcentage de surface viticole supérieur à un seuil C dans un rayon D** autour du centre du carré.

La Figure 15 illustre les étapes de la démarche et la Figure 16<sup>48</sup> précise les critères de sélection.

Après plusieurs tests, la combinaison (**A = 30 m, B = 70 m, C = 20 % et D = 200 m**) a été retenue afin de maximiser les chances pour les AASQA de trouver sur le terrain des sites d'implantation.

Pour chaque site riverain de zones viticoles, les cartes interactives de type « leaflet » représentant les zones éligibles pour l'implantation des préleveurs sont générées et transmises au format HTML à chaque AASQA concernée.

Les limites méthodologiques associées à ce travail sont résumées ci-dessous :

- la taille de la grille fixée à 10 m<sup>2</sup> de façon arbitraire ;
- la précision des méthodes cartographiques utilisées ;
- la localisation des ménages riverains de zones viticoles tirés au sort est inconnue au moment du déploiement de la méthode. Ainsi, la distance entre le site d'implantation retenu et les foyers tirés au sort n'est pas connue et peut varier significativement ;
- la méthode ne tient pas compte à ce stade de la faisabilité pour les AASQA d'instrumenter au sein des zones éligibles.

---

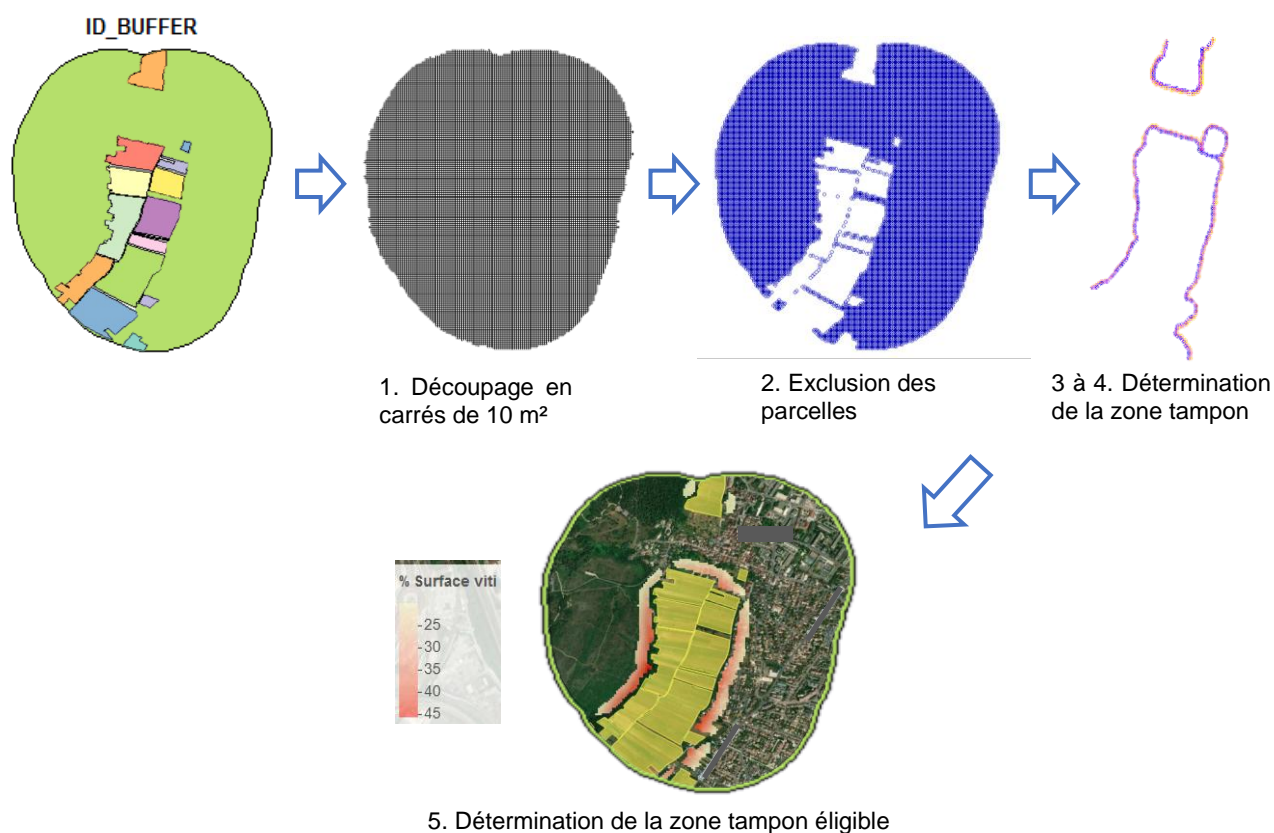
<sup>46</sup> Il s'agit de la zone éligible pour le tirage au sort ménages.

<sup>47</sup> Les critères A et B testés tiennent compte des objectifs et des limites de distance associées de campagnes de mesures dans l'air ambiant antérieures comme la CNEP ou le projet PROPPULPPP ([PROPULPPP - ISSeP](#)).

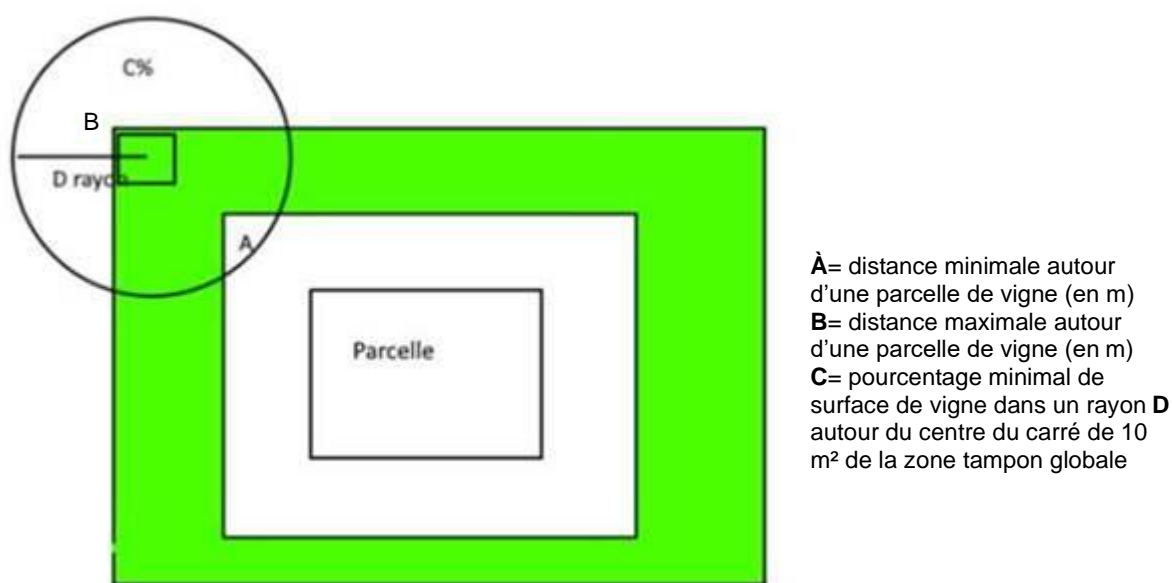
<sup>48</sup> La figure illustre le principe retenu pour les critères de sélection, sans toutefois respecter l'échelle de la combinaison retenue.



Finalement, le point d'implantation réel des préleveurs a pu s'écarter de la zone éligible théorique et ne pas respecter l'intervalle de distance à la première parcelle fixé initialement (entre 30 et 70 m).



**Figure 15 : Démarche de cartographie de la zone éligible pour l'implantation des préleveurs des sites en zones viticoles. PestiRiv, France, 2021-2022**



**Figure 16 : Critères pour la détermination de la zone éligible d'implantation des préleveurs. PestiRiv, France, 2021-2022**

# ANNEXE 3 : CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIEL DE PRÉLEVEMENT DES ÉCHANTILLONS ENVIRONNEMENTAUX

L'Annexe 3 décrit les caractéristiques du matériel de prélèvement utilisé pour recueillir les échantillons d'air ambiant, de poussières, d'air intérieur et d'aliments autoproduits.

## Air ambiant

Le Tableau 23 décrit pour chaque AASQA et pour chaque période (période hors traitement pour les sites en zones viticoles et période de traitement pour les sites en zones viticoles et non viticoles) le nombre de sites instrumentés et le matériel à mobiliser.

Une partie du matériel (préleveurs, cartouches et porte-filtres) a été mise à disposition par les AASQA. Le matériel manquant a été acheté par les AASQA et le LCSQA/Ineris en amont du démarrage de la campagne de mesures. À noter que des prêts entre les AASQA participantes et le LCSQA/Ineris ont également été mis en place afin de limiter au maximum l'achat de nouveau matériel.

Pour assurer le bon déroulé de la campagne de mesures (notamment les allers-retours des supports de prélèvement vierges et les échantillons entre le laboratoire d'analyse et les AASQA), 5 supports de prélèvement ont été mobilisés par préleveur (soit 5 cartouches pour le prélèvement P1 et 5 porte-filtres pour les prélèvements P3 et P4).

**Tableau 23 : Répartition par AASQA et par période du nombre de sites instrumentés et du matériel à mobiliser. PestiRiv, France, 2021-2022**

		Atmo BFC	Atmo ARA	Atmo Occitanie	Atmo Sud	Atmo GE	Atmo NA	TOTAL
	<b>Période de non traitement</b>							
<b>Sites</b>	<b>Nombre de sites en zones viticoles</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>7</b>
<b>Préleveurs</b>	Partisol P1	1	0	1	1	2	2	7
	Partisol P4	1	0	1	1	2	2	7
	Leckel P3	1	0	1	1	2	2	7
<b>Autres matériels</b>	Cartouches Partisol P1	5	0	5	5	10	10	35
	Porte-filtres Partisol P4	5	0	5	5	10	10	35
	Porte-filtres Leckel P3	5	0	5	5	10	10	35
	<b>Période de traitement</b>							
<b>Sites</b>	Nombre de sites en zones viticoles	1	1	3	3	5	3	16
	Nombre de sites en zones non viticoles	1	0	1	1	2	2	7
	<b>Nombre de sites</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>23</b>
<b>Préleveurs</b>	Nombre de Partisol P1	2	1	4	4	7	5	23
	Nombre de Partisol P4	2	0	2	2	4	4	14
	Nombre de Leckel P3	2	0	2	2	4	4	14
<b>Autres matériels</b>	Cartouches Partisol P1	10	5	20	20	35	25	115
	Porte-filtres Partisol P4	10	0	10	10	20	20	70
	Porte-filtres Leckel P3	10	0	10	10	20	20	70

Les caractéristiques des 3 types de prélèvements sont détaillées dans le Tableau 24.

**Tableau 24 : Caractéristiques du matériel de prélèvement d'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022**

	<b>P1</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
<b>Type de substances</b>	substances semi-volatiles	substances minérales (cuivre, soufre)	substances polaires (glyphosate, fosétyl-aluminium)
<b>Type de prélèvement</b>	hebdomadaire (7 jours = 168 heures)		
<b>Préleveur</b>	Partisol 2000 ou 2000i, Leckel LVS6	Leckel SEQ 47/50	Partisol 2000 ou 2000i
<b>Supports de prélèvement</b>	Mousse PUF et filtre quartz 47 mm disposés dans une cartouche Téflon	Filtre quartz 47 mm disposé dans un porte-filtre Leckel	Filtre quartz 47 mm disposé dans un porte-filtre Partisol
<b>Débit</b>	1 m <sup>3</sup> /h (volume prélevé : 168 m <sup>3</sup> )		
<b>Coupure granulométrique</b>	PM10		

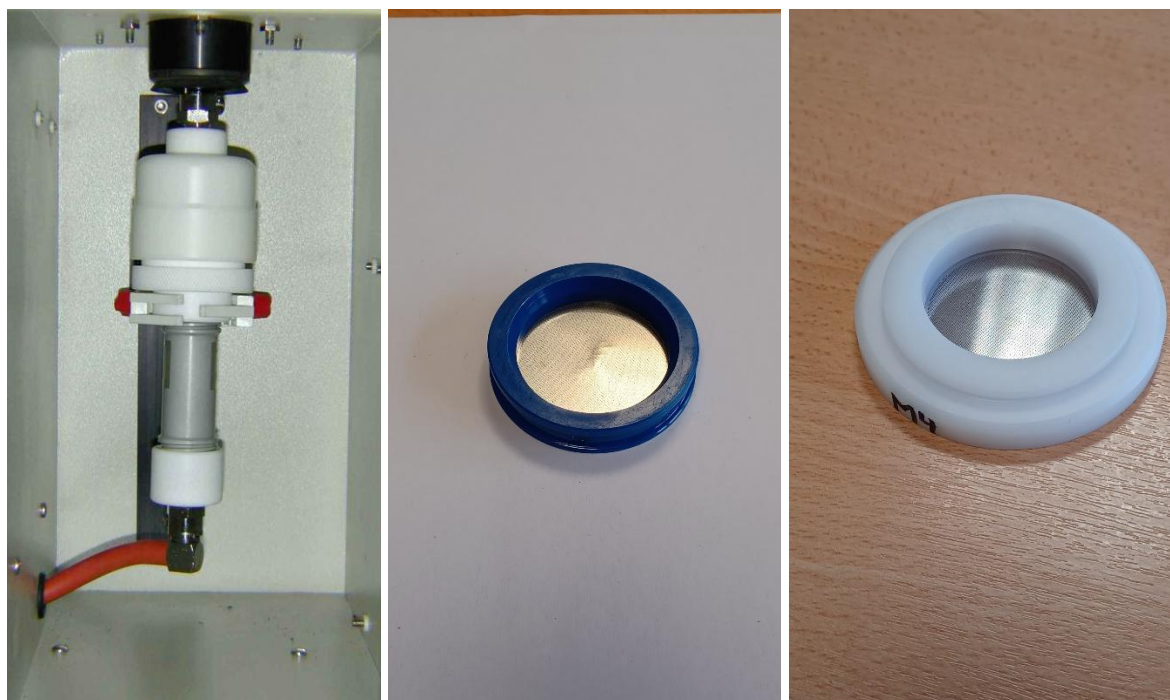
Les Figure 17, Figure 18 et Figure 19 présentent le matériel de prélèvement utilisé pour les mesures d'air ambiant (préleveurs, têtes de prélèvement et supports de piégeage).



**Figure 17 : Préleveurs Partisol 2000, Leckel LVS6 et Leckel SEQ 47/50 (de gauche à droite). PestiRiv, France, 2021-2022**



**Figure 18 : Têtes PM10 pour Partisol, Leckel LVS6 et Leckel SEQ 47/50. PestiRiv, France, 2021-2022**



**Figure 19 : Cartouches pour Partisol 2000, porte-filtre pour Partisol 2000 et porte-filtre pour Leckel. PestiRiv, France, 2021-2022**

À noter qu'un nettoyage de la tête de prélèvement doit être réalisé tous les trois mois. Les supports de filtres sont nettoyés après chaque utilisation. La vérification du débit en tête de ligne doit être effectuée tous les 3 mois. L'étalonnage du débit des préleveurs doit être réalisé si la dérive observée dépasse la tolérance de 5 %<sup>49</sup> et au minimum une fois/an à l'aide d'un volumètre ou débitmètre de référence.

<sup>49</sup> Tolérance définie selon les normes NF EN 15549, NF EN 12341 et XP CEN/TS 16645.



## *Poussières*

Pour rappel, la méthode de collecte des poussières repose sur l'utilisation de l'aspirateur principal présent au sein du ménage :

- **si le ménage utilise un aspirateur avec sac**, l'enquêteur Ipsos installe :
  - Un nouveau sac d'aspirateur fourni par le ménage (référence variable) ;
  - Ou un sac universel : il s'agit de sacs aspirateurs standards en papier (référence : Tristar SZ 2177).
- **si le ménage utilise un aspirateur sans sac**, l'enquêteur Ipsos vide le bac de l'aspirateur et nettoie les parois du bac pour enlever la poussière résiduelle avec une lingette dépolluante. Il s'agit de lingettes 100 % pur coton sans solvant, non humidifiées et non traitées (pour ne pas contaminer les poussières), disponibles au rayon bébé des supermarchés.  
Si le participant adulte déclare vider le bac de l'aspirateur sans sac au moins une fois sur la durée du suivi, l'enquêteur Ipsos lui fournit un sachet plastique aluminisé semi-opaque refermable (référence : Raja, SAZ1818, 45,7 x 45,7 cm) pour stocker les poussières au cours du suivi.

Le matériel supplémentaire également fourni aux enquêteurs Ipsos est le suivant :

- des gants nitriles non poudrés pour toute manipulation du matériel des occupants afin d'éviter les contaminations croisées ;
- des paires de ciseaux nécessaires lors de la mise en place du sac aspirateur standard pour découper et ajuster le carton du sac au système de fixation de l'aspirateur ;
- des cartons (31 x 22 x 15 cm) pour l'envoi des échantillons au laboratoire ;
- des rouleaux de scotch marron nécessaires au montage des colis.

## *Air intérieur*

Les préleveurs utilisés en air ambiant (en extérieur) ne sont pas compatibles pour les mesures dans les environnements intérieurs pour les raisons suivantes :

- le débit de prélèvements est souvent trop élevé : il peut entrer en compétition avec le renouvellement d'air et ainsi favoriser le transfert depuis les autres pièces, voire depuis l'extérieur. Avec un débit trop élevé, le prélèvement peut également jouer le rôle d'un épurateur en piégeant les substances et en appauvrissant artificiellement le milieu. Il y a donc un risque de perte de représentativité de la mesure ;
- la nuisance sonore provoquée par les préleveurs peut affecter le comportement des participants (refus des occupants, éloignement de la pièce instrumentée, déplacement ou interruption du prélèvement). Les préleveurs en air ambiant n'ont pas cette contrainte de bruit imposée par une utilisation en intérieur ;
- le volume même des préleveurs, relativement important et encombrant, est incompatible avec leur mise en place dans une pièce d'un logement et susceptible d'entraîner un refus de mise en œuvre.

Dans ces environnements intérieurs, un autre dispositif de prélèvement est donc déployé, constitué d'une pompe de prélèvement la plus silencieuse et la moins encombrante possible et d'un support de prélèvement de type cartouche URG. Ce dispositif permet de prélever les substances organiques « semi-volatiles ». Pour les autres substances, qui nécessitent des voies de prélèvement, d'extraction et d'analyse différentes, la mise en place de dispositifs supplémentaires dédiés dans les logements n'a pas été envisagée pour limiter la gêne pour les participants due au bruit et à l'encombrement qui pourrait modifier leurs habitudes.

Cela aurait également un impact financier car le temps passé par les techniciens, le besoin de matériel de prélèvement et le nombre d'analyses seraient plus importants.

Ainsi, les modèles de pompes utilisées ont été choisis pour limiter au maximum le bruit résiduel susceptible d'occasionner une gêne pour les participants (cf. **Tableau 25**). Il s'agit des pompes :

- deltanova GH18 (pompe de prêt fournie par le fabricant suite à des problèmes de mise à disposition des pompes RHX RB19) tout au long de la phase terrain ;
- RHX RB19 (pompes neuves) mises à disposition pour les lots 1 à 4 au cours de la période de traitement ;
- SDEC AM3000 pour les lots 5 et 6 qui ont utilisé leurs propres pompes, suite aux problèmes de disponibilités de pompes. Toutefois, ces pompes portables ne sont pas conçues pour limiter le bruit.

Les paramètres de fonctionnement de la pompe sont enregistrés lors du prélèvement.

**Tableau 25 : Caractéristiques des pompes de prélèvement d'air intérieur. PestiRiv, France, 2021-2022**

Marque	Deltanova	SDEC	RHX
Modèle	GH18G3	AM3000	RB19
Type	Pompe statique à membrane oscillante programmable à moteur externe	Pompe à débit régulé automatiquement par un microcontrôleur et un débitmètre massique	Pompe statique à membrane oscillante programmable à moteur externe
Étanchéité	complètement étanche	complètement étanche	complètement étanche
Enregistrement des données de fonctionnement	oui	Oui (données synthétiques)	oui
Gamme de débit	Jusqu'à 8,5 l/min (min 1,5 l/min)	2 à 9 l/min	Jusqu'à 8,5 l/min (min 1,5 l/min)
Température de fonctionnement	-10 °C à +40 °C	0 à 40 °C	-10 °C à +40 °C
Pression de fonctionnement	780 à 1 060 mbar (alt. 2 000 m)	850 à 1 050 hPa	780 à 1 060 mbar (alt. 2 000 m)
Poids	8,5 kg	9 kg	9,5 kg
Alimentation	Secteur 30 à 42 h sur batterie Li-Ion 24 V 550 Wh (chargement 8-12 h sur secteur)	Secteur Min 30 h sur batterie Li-ion 24 V – 21 Ah (temps de charge de 8 h)	Secteur 30 à 42 h sur 4 batteries Li-Fe (12,8 V, 389 Wh) (chargement 8-12 h sur secteur)

Le support de prélèvement utilisé est une cartouche URG (URG Corporation, Chapel Hill, NC, USA) constituée d'un corps en téflon PTFE et d'un tube en verre, d'une tête de prélèvement PM<sub>2,5</sub> et abritant un support en acier pour filtre quartz de 25 mm de diamètre et une mousse polyuréthane (PUF) (Figure 20). Ce prélèvement couvre donc les pesticides présents dans la phase gazeuse et/ou dans la phase particulaire (fraction PM<sub>2,5</sub>). Le volume de prélèvement est de 40 m<sup>3</sup> sur 7 jours avec un débit de 4 l/min en air intérieur. La durée de prélèvement sur 7 jours est privilégiée afin de collecter suffisamment de matière permettant d'atteindre les limites de détection et d'optimiser la couverture d'un épisode de traitement tout en limitant la gêne éventuelle liée à la nuisance sonore occasionnée par une pompe de prélèvement chez un particulier (aussi minime soit-elle).

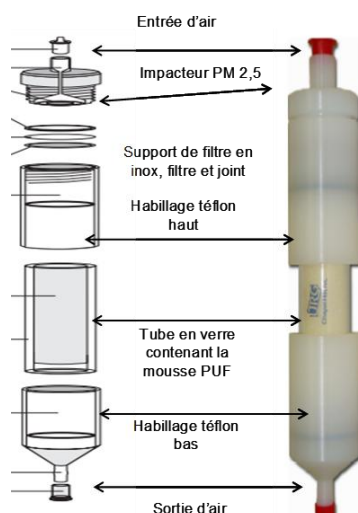


Le débit de prélèvement de la pompe est programmé par le prestataire lors de l'installation du matériel dans le logement. Le contrôle du débit ( $4 \pm 0,2$  l/min) est effectué lors de l'installation et lors de la désinstallation de la pompe par un débitmètre externe connecté à la pompe. L'écart de débit permet de vérifier la constance du débit lors du prélèvement. Les modèles de débitmètres massiques utilisés pour contrôler le débit des pompes avant et après prélèvement sont TSI 4143F et TSI 4146D.

Chaque prélèvement est accompagné d'une mesure de température et d'humidité relative en continu placée à proximité de la pompe de prélèvement branchée sur secteur chez le participant. Les modèles d'appareil de mesure de températures et d'humidité relative (THR) utilisés sont les suivants :

- Rotronic HL20 (sans écran) ;
- Rotronic HL20D (avec écran) ;
- Rotronic HL1D en période de traitement.

Les Figure 20, Figure 21 et Figure 22 présentent le matériel utilisé.



**Figure 20 : Cartouche URG avec tête de prélèvement PM2,5 (source : CSTB). PestiRiv, France, 2021-2022**



**Figure 21 : Cartouche de prélèvement URG fixée sur son support et intégrée au mât de prélèvement de la pompe à une hauteur de 1m50 (gauche), pompe Deltanova GH18 (centre gauche), pompe RHX RB19 (centre droit) et pompe AM3000 (droite). PestiRiv, France, 2021-2022**



**Figure 22 : Enregistreurs de température et d'humidité relative HL20 (gauche), HL20D (centre) et HL1D (droite). PestiRiv, France, 2021-2022.**

À noter que le matériel de prélèvement a été fourni par le CSTB aussi bien aux prestataires qu'au laboratoire (notamment pompes de prélèvement, appareil de mesures en continu de température et d'humidité relative (THR), cartouches URG, filtres quartz et mousses PUF, débitmètre de contrôle, autres consommables). Les équipes ITGA (lots 5 et 6) ont également mis à disposition leurs propres pompes tout au long de l'étude.

La répartition du matériel de prélèvement est faite selon le prestataire de prélèvement en fonction du volume d'interventions pressenti, notamment pour assurer les allers-retours des supports de prélèvement vierges et les échantillons entre le laboratoire d'analyse et les prestataires.

### *Aliments autoproduits*

Un kit comportant l'ensemble du matériel nécessaire à la collecte des aliments autoproduits par foyer a été fourni à chaque enquêteur chargé de la seconde visite à domicile des foyers répondant aux critères d'éligibilité et ayant accepté le recueil lors de la première visite.

Pour les prélèvements, le kit est composé de :

- une paire de gants en nitrile à usage unique ;
- un sac-poubelle afin de jeter la paire de gants usagés après prélèvement.

Les échantillons sont collectés avec le matériel disponible chez le participant (main, bêche, couteau, sécateur, etc.).

Le matériel nécessaire à l'emballage, l'étiquetage et le stockage des échantillons suite à leur collecte est également mis à disposition des enquêteurs dans le kit (sacs plastiques alimentaires,<sup>50</sup> carton, feuilles de calage, scotch, paire de ciseaux, planche d'étiquettes identifiant les échantillons, étiquettes identifiant le participant, étiquettes « fragile » pour le carton d'envoi, glacières et accumulateurs de froid).

<sup>50</sup> Les contaminations potentielles des aliments par le sachet et/ou du sachet par les aliments n'ont pas été étudiées.

# ANNEXE 4 : DESCRIPTION DES BASES DE DONNÉES EXISTANTES UTILISÉES POUR LA CONSTRUCTION DE L'INDICATEUR SPATIALISÉ LIÉ AUX PRATIQUES AGRICOLES

La construction de l'indicateur spatialisé a mobilisé plusieurs bases de données existantes accessibles publiquement ou par contractualisation. Ces bases de données sont :

## - La BNVD-spatialisée :

Le projet de BNVD-spatialisée est financé dans le cadre de l'axe 3 du plan Ecophyto II suite à la signature de la convention AFB-INRA (désormais OFB-INRAE) en 2016 et qui a pour objet : « mieux suivre spatialement l'usage des produits phytopharmaceutiques (PPP) en s'appuyant sur l'observatoire des ventes détaillé par code postal de l'utilisateur final du produit ».

La spatialisation des ventes de PPP de la BNVD a pour objectif d'estimer des quantités de substances actives par zone géographique à partir de données de ventes des PPP, fournies à l'échelle du code postal de l'acheteur déclaré auprès du distributeur. Cette spatialisation a pour objectif d'attribuer à chaque parcelle agricole une quantité d'usage estimé de substance active annuelle (QSA). L'Inrae/ODR est en charge de ce travail qui repose sur le calcul de coefficients de répartition des QSA par autorisation de mise sur le marché (AMM), par code postal et par occupation du sol.

La BNVD-spatialisée permet donc d'affiner les données de la BNVD en obtenant un proxy de l'utilisation et non plus uniquement des données de ventes supposées comme homogènes par code postal.

Cependant, les données de la BNVD-spatialisée sont basées sur des données de ventes annuelles et ne traduisent pas directement ce que les viticulteurs ont réellement appliqué comme PPP dans leurs parcelles l'année de l'achat des produits. En effet, un produit peut être acheté et stocké si les conditions climatiques et la pression parasitaire ne justifient pas son emploi. Dans ce cas, il sera utilisé les années suivantes. Des aubaines commerciales peuvent aussi conduire un exploitant à anticiper l'achat de produits. Par ailleurs, la BNVD-spatialisée ne fournit pas d'information quant à la date d'usage des produits au cours de l'année.

## - Le réseau Ferme Dephy :

Développé dans le cadre du plan EcoPhyto, le réseau Ferme DEPHY rassemble des exploitations agricoles engagées dans une utilisation raisonnée et économe des PPP. Ce dispositif existe depuis 2010 et couvre l'ensemble du territoire français. En 2022, le réseau regroupe 2 000 fermes volontaires, réparties localement en 180 collectifs spécialisés sur une filière agricole. La viticulture compte 36 groupes répartis sur les principaux bassins viticoles nationaux.

Le réseau vise à produire des références sur des systèmes agricoles économes en PPP et présente les performances des différents systèmes de cultures ainsi que leurs principales évolutions depuis leur entrée dans le réseau. Pour chaque exploitation du réseau, l'ensemble des interventions culturales sont renseignées en précisant la date, le type de matériel utilisé et les éventuels PPP appliqués (en précisant la dose utilisée). Ces informations sont stockées et mises en forme dans le système d'information Agrosyst d'Inrae, et sont utilisées pour construire les différents indicateurs de suivi.

## **- Le bulletin de santé du végétal (BSV) :**

L'objectif des BSV est de présenter localement un état sanitaire des cultures et une évaluation des risques phytosanitaires en fonction des périodes de sensibilité des cultures et des seuils de nuisibilité des ravageurs et maladies. Ils permettent également de suivre le développement des cultures avec le renseignement de l'évolution des stades phénologiques (échelle BBCH).

La réalisation d'un BSV fait généralement appel à trois sources d'information : des données d'observation, des données de modélisation et des données de suivis biologiques en laboratoire. Les BSV sont produits par un groupe d'experts à une fréquence hebdomadaire, à une échelle départementale ou pour une zone géographique infra-départementale. Ils sont mis à disposition de tous les acteurs sur les sites internet des Chambres départementales et régionales d'agriculture et des Draaf.

## **- L'enquête « pratiques culturales » en viticulture de 2019 :**

Le dispositif des enquêtes « Pratiques culturales » est piloté par le ministère en charge de l'agriculture, en particulier dans le cadre du plan Écophyto. Il a pour but de collecter des informations sur la conduite des itinéraires techniques des différents types de culture sur un échantillon représentatif de parcelles. Les informations de la culture enquêtée sont collectées pour une période qui démarre juste après la récolte de la culture précédente et qui se poursuit jusqu'à la récolte de la culture enquêtée.

Ces enquêtes sont menées sur chaque type de culture tous les cinq ans environ. Afin d'augmenter la fréquence de collecte, des enquêtes « phytosanitaires », moins détaillées, permettent de collecter des informations concernant uniquement les traitements phytosanitaires ainsi que la fertilisation. Celles-ci sont menées entre deux enquêtes « pratiques culturales ».

Ainsi, pour la viticulture, les deux dernières enquêtes disponibles sont : l'enquête intermédiaire phytosanitaire conduite pour la campagne 2016 (SSP 2020) et l'enquête pratiques culturales conduite pour la campagne 2019.

L'enquête pratique culturale en viticulture de 2019 porte sur les interventions culturales effectuées lors de la campagne 2018/2019 et abordent plusieurs autres thèmes comme le mode de conduite, les bilans de récoltes ou encore la typologie des parcelles viticoles.

Considérant que les données de l'enquête pratiques culturales sont issues d'un panel de viticulteurs pour une seule année d'enquête et que chaque année est spécifique en termes de conditions climatiques et donc de fait de pression parasitaire, les tendances observées pour les traitements phytopharmaceutiques ne seront pas forcément reproduites les années suivantes. Il faut donc faire attention aux extrapolations de ces données.

## **- Les arrêtés préfectoraux :**

Conformément à l'arrêté national du 27 avril 2021, la lutte contre la flavescence dorée (FD) est obligatoire sur tout le territoire national. La lutte contre son agent vecteur, la cicadelle *Scaphoideus titanus*, est réglementée :

- dans le vignoble, en présence de flavescence dorée, par arrêté préfectoral définissant des Zones délimitées et précisant les mesures de lutte à mettre en place ;
- en pépinières viticoles et vignes-mères de porte-greffes et de greffons.

Dans certaines zones délimitées, la lutte contre la cicadelle à FD est obligatoire. Les modalités de la lutte sont définies par arrêté préfectoral de région. Dans ces secteurs, la lutte porte sur

l'application d'insecticides homologués pour l'usage « cicadelle de la flavescence dorée » (un à trois traitements obligatoires) à des périodes définies.

Les arrêtés préfectoraux sont notamment publiés sur les sites internet des Draaf.

- **Le modèle CPF-AGRO :**

Les données météorologiques en lien avec le vent (intensité et direction) sont fournies par Météo-France. Elles sont issues du modèle CPF-AGRO et plus précisément de l'analyse du modèle APROFUS pour le vent moyen et les prévisions à échéance + 1 h et du modèle AROME pour les rafales et la direction du vent au pas de temps horaire.

# ANNEXE 5 : ORGANISMES AYANT PARTICIPÉ AUX ÉCHANGES AVEC LA PROFESSION VITICOLE

**Tableau 26 : Listes des organismes viticoles ayant participé aux réunions de présentation de PestiRiv. PestiRiv, France, 2021-2022**

Nom de l'organisme
Association des viticulteurs d'Alsace
Bureau interprofessionnel des Vins de Bourgogne
Cave coopérative des Hautes-Côtes (Côte-d'Or)
Cave coopérative des vigneron de Buxy (Saône-et-Loire)
Cave coopérative Terre secrète de Prissé (Saône-et-Loire)
Chambre d'agriculture de l'Aude
Chambre d'agriculture de la Marne
Chambre d'agriculture de Saône-et-Loire
Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône
Chambre d'agriculture des Pyrénées-Orientales
Chambre d'agriculture du Gard
Chambre d'agriculture du Var
Chambre d'agriculture du Vaucluse
Chambre d'agriculture de Côte-d'Or
Chambre d'agriculture du Rhône
Chambre d'agriculture de Dordogne
Chambre d'agriculture Gironde
Chambre interdépartementale d'agriculture Savoie Mont-Blanc
Chambre régionale d'agriculture d'Alsace
Chambre régionale d'agriculture d'Occitanie
Chambre régionale d'agriculture de PACA
Chambre régionale d'agriculture du Grand Est
Chambre régionale d'agriculture d'Auvergne-Rhône-Alpes
Chambre régionale d'agriculture de Bourgogne Franche-Comté
Comité interprofessionnel du Vin Champagne
Confédération des appellations et vigneron de Bourgogne
Conseil interprofessionnel des Vins d'Alsace
Conseil interprofessionnel des Vins de Provence
Conseil interprofessionnel des Vins du Languedoc
Conseil interprofessionnel des vins du Roussillon
Conseil interprofessionnel du Vin de Bordeaux
Coopération agricole d'Occitanie
Coopération agricole Grand Est
Fédération des Grands vins de Bordeaux
Fédération des vigneron indépendants Corse



Fédération des vignerons indépendants de Saône et Loire  
Fédération des vignerons indépendants du Var  
Fédération régionale des AOC du Sud-Est  
Fédération régionale des vignerons indépendants de Champagne  
Institut français de la vigne et du vin  
InterBeaujolais  
Interprofession des vins de Bergerac et de Duras  
Intervins Sud-Est  
Négoce agricole Centre Atlantique  
ODG Beaujolais et Beaujolais-Villages  
Syndicat de défense de l'appellation Lugny  
Syndicat vénéral des vignerons de la Champagne  
Syndicat régional des vins de Savoie  
Union des crus du Beaujolais  
Vignerons Bio Nouvelle-Aquitaine  
Vignerons coopérateurs du Var

---

# ANNEXE 6 : SÉLECTION DES SUBSTANCES MESURÉES DANS LES MATRICES ENVIRONNEMENTALES

La sélection des substances mesurées dans les 4 matrices environnementales (poussières, air ambiant, air intérieur et aliments autoproduits) a été réalisée à partir de la liste des substances prioritaires en tenant compte des contraintes logistiques, organisationnelles et budgétaires, des méthodes de prélèvements et d'analyses spécifiques à chaque matrice, ainsi que des capacités analytiques des laboratoires retenus.

## *Caractéristiques communes aux 4 matrices environnementales*

Pour les matrices environnementales, les méthodes d'analyse mises en œuvre sont non énantiosélectives, c'est-à-dire qu'il n'est pas possible d'analyser spécifiquement les isomères d'une substance donnée. Les substances suivantes sont concernées :

- cyperméthrine (sans distinction des isomères alpha- et zéta-cyperméthrine) ;
- métalaxyl (sans distinction du métalaxyl-m) ;
- cyfluthrine (sans distinction de la bêta-cyfluthrine) ;
- lambda-cyhalothrine (sans distinction de l'isomère gamma-cyhalothrine).

De même, la spéciation des formes chimiques des phosphonates n'est pas possible. C'est pourquoi le disodium phosphonate et le potassium phosphonate, produits de dégradation du fosétyl-aluminium, n'ont pas été recherchés.

De plus, le mancozèbe et le métiram, deux substances de la famille des dithiocarbamates, n'ont pas été analysés dans les échantillons de poussières, d'air intérieur et d'aliments autoproduits par manque de méthodes de prélèvement et/ou d'analyse maîtrisées. Pour l'air ambiant, suite à des développements analytiques, leurs mesures requièrent un prélèvement spécifique sur une courte durée (24 heures ou 48 heures) qu'il n'a pas été possible de déployer dans le cadre de PestiRiv. De plus, l'approbation du mancozèbe n'a pas été renouvelée [24].

Concernant les deux substances minérales (cuivre et soufre) :

- elles ont pu être analysées dans l'air ambiant grâce au déploiement d'un prélèvement spécifique ;
- le déploiement d'un prélèvement spécifique de l'air intérieur n'a pas été faisable au regard des contraintes logistiques ;
- pour l'analyse des poussières et des aliments autoproduits, les laboratoires retenus disposent d'une méthode d'analyse spécifique pour le cuivre, mais pas pour le soufre.

## *Poussières*

Dès 2019, l'Anses, avec l'appui du CSTB, a confié au Leres l'étude de faisabilité de la mesure dans les poussières des substances prioritaires PestiRiv, hormis 5 substances non étudiées (disodium phosphonate, potassium phosphonate, mancozèbe, métiram et soufre). L'évaluation de la faisabilité analytique des 53 substances restantes est fondée sur :

- la structure et les caractéristiques physico-chimiques des molécules ;

- l'existence d'accréditations COFRAC de laboratoires réalisant les analyses sur différentes matrices ;
- la littérature scientifique dans le domaine de l'analyse chimique.

Les substances sont classées selon les critères suivants :

- degré de développement de la méthode d'analyse au Leres :
  - catégorie 1 : molécule déjà analysée dans la matrice poussières ;
  - catégorie 2 : molécule déjà analysée dans la matrice eau, nécessitant l'adaptation de la méthode d'extraction ;
  - catégorie 3 : molécule non analysée au Leres, nécessitant le développement complet de la méthode (extraction et analyse).
- méthode d'analyse pertinente : GC-MS/MS, LC-MS/MS en phase inverse et en phase normale (HILIC), ICP-MS/MS
- nature de la substance : « semi-volatiles » (SV), thermosensibles et/ou non volatiles (TNV), polaires (pol), cuivre.

Il ressort le classement suivant :

- 6 substances en catégorie 1, dont 5 SV (cyperméthrine, alpha-cyperméthrine et zéta-cyperméthrine, bêta-cyfluthrine, deltaméthrine) et le cuivre ;
- 21 substances en catégorie 2, dont 5 SV, 14 TNV, 2 pol ;
- 26 substances en catégorie 3, dont 9 SV et 17 TNV.

Trois substances ne peuvent être analysées :

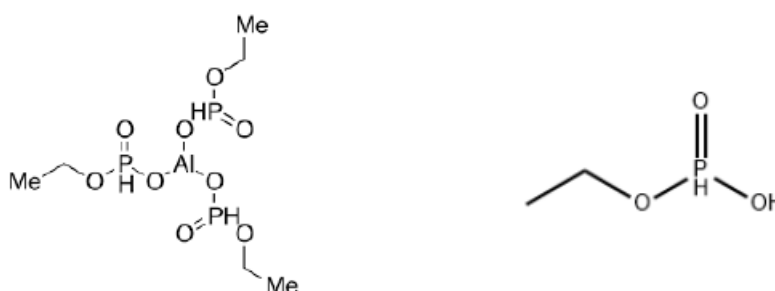
- 2 substances TNV (indoxacarbe et zoxamide) n'ont pas satisfait les conditions de validation en matrice poussière (signaux instables selon la nature de la poussière) ;
- Les pyréthrine, constituées d'un mélange complexe de plusieurs molécules, ne peuvent pas être analysées dans le cadre d'une analyse multi-résidus classique.

Au final, les travaux de développement menés par le Leres permettent de proposer des méthodes d'extraction et d'analyse validées pour 48 substances réparties selon 4 filières analytiques permettant de couvrir 50 substances de la liste priorisée (cf. Tableau 27).

**Tableau 27 : Filières d'extraction et d'analyse mises au point par le Leres pour l'analyse des substances dans les poussières tamisées. PestiRiv, France, 2021-2022**

Nom de la filière et nombre de substances de la liste socle	Méthode d'extraction	Nombre de substances analysées	Méthode d'analyse
Filière 1 – Substances semi-volatiles (18)	Extraction au micro-ondes dans un mélange de solvants organiques	15 <sup>51</sup>	GC-MS/MS
Filière 2 – Substances thermosensibles (29)	Extraction aux micro-ondes dans un mélange de solvants organiques	29	LC-MS/MS
Filière 3 – Substances polaires (2 - glyphosate et fosétyl-aluminium)	Extraction dans solvant par agitation/incubation	2 (glyphosate et fosétyl-aluminium)	LC-MS/MS
Filière 4 (1 – cuivre)	Cuivre acido-soluble : Minéralisation au four graphite Cuivre : Minéralisation au four graphite puis au micro-ondes	2 (cuivre acido-soluble et cuivre total)	ICP-MS
<b>TOTAL</b>		<b>48</b>	

À noter que le sel de fosétyl-aluminium est d'intérêt dans le cadre de l'étude PestiRiv en tant que substance active (n° CAS 39148-24-8). Toutefois, le complexe organométallique se dissocie après mise en solution en milieu aqueux en 3 molécules de fosétyl (ou acide éthylphosphonique ou éthyl phosphite - n° CAS 15845-66-6) (cf. Figure 23). Le fosétyl-aluminium est utilisé comme standard analytique par le Leres mais avec un dosage effectif du fosétyl. Le résultat est exprimé en fosétyl-aluminium afin d'éviter toute confusion. Ce choix se justifie par le fait que d'autres sources potentielles de fosétyl (hors fosétyl-aluminium) sont considérées comme négligeables dans le cadre de cette étude.<sup>52</sup>



**Figure 23 : Structure du fosétyl-aluminium (à gauche) et du fosétyl (à droite). PestiRiv, France, 2021-2022**

### Air ambiant

L'Anses a confié au LCSQA/Ineris l'étude de faisabilité des mesures dans l'air ambiant des 58 substances prioritaires PestiRiv. Suite à cela, des développements analytiques ont été menés pour 19 substances :

- 9 substances pour tester l'efficacité de piégeage (acrinathrine, flumioxazine, mépanipirim, métalaxyl-m, métrafénone, pyraclostrobine, pyréthrinés, thiaméthoxam, zoxamide), les méthodes d'extraction et d'analyse étant connues et validées ;
- 10 substances pour mettre au point des méthodes d'extraction et d'analyse et tester l'efficacité de piégeage (ametoctrazine, amisulbrom, chlorantraniliprole, fluopicolide, fluxapyroxad, fosétyl-aluminium, indoxacarb, iprovalicarb, mancozèbe, métiram).

<sup>51</sup> La différence entre le nombre de substances analysées et le nombre de substances de la liste priorisée provient des isomères des pyréthrinés qui ne peuvent être analysés spécifiquement.

<sup>52</sup> Pour le fosétyl-aluminium, le parti a donc été pris de remplacer le n° CAS 15845-66-6 (initialement retenu dans la liste de priorisation, mais associé au fosétyl) par le n° CAS 39148-24-8 (effectivement associé au fosétyl-aluminium).

Suite aux développements analytiques, différentes filières peuvent être envisagées pour 54 substances<sup>53</sup> de la liste priorisée (cf. Tableau 28). Chaque filière se caractérise par :

- la méthode de prélèvement définie selon :
  - le type de préleveur et la durée de prélèvement :
    - préleveur haut débit (30 m<sup>3</sup>/h) type Digitel DA80 sur 24 h ou 48 h ;
    - préleveur bas débit (1 m<sup>3</sup>/h) type Partisol ou Leckel sur 7 jours.
  - les supports de prélèvement : filtre quartz, mousse polyuréthane (PUF)
- la méthode d'extraction ou de minéralisation ;
- la méthode d'analyse.

Les arguments retenus pour sélectionner les filières d'intérêt sont :

- de favoriser une durée de prélèvement sur 7 jours car cette durée est jugée pertinente au regard de la durée d'enquête globale chez le participant ;
- d'optimiser les contraintes logistiques et les coûts ;
- de favoriser les filières permettant de fournir des résultats pour un maximum de substances et/ou pour les substances dont les attentes sociétales sont fortes.

Ainsi, trois filières avec une méthode de prélèvement sur 7 jours sont finalement retenues :

- filière P1 : substances dites « semi-volatiles » ;
- filière P3 : substances minérales (cuivre et soufre) ;
- filière P4 : substances polaires (glyphosate et fosétyl-aluminium).

À noter que pour la filière P2, la méthode de prélèvement étant compatible avec celle du P1, les substances de cette filière sont intégrées à l'appel d'offres pour laisser aux laboratoires la possibilité d'appliquer des méthodes d'extraction et d'analyse communes aux deux filières. Ainsi, une liste de 47 substances a été intégrée à l'appel d'offres, correspondant aux substances des filières P1, P2, P3 et P4.

---

<sup>53</sup> Le disodium phosphonate et le potassium phosphonate n'ont pas fait l'objet de développements analytiques. D'autre part, l'azoxystrobine et les pyrèthrines ne sont pas piégées *via* les méthodes de prélèvement testées qui sont utilisées pour mesurer les pesticides dans l'air ambiant.

**Tableau 28 : Filières de prélèvement et d'analyse des substances recherchées dans l'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022**

Nombre de substances prioritisées et nom de la filière		Nombre de substances <u>prélevées</u>	Méthode de prélèvement (préleveur, durée et supports de prélèvement)	Méthode d'extraction	Méthode d'analyse
Substances semi-volatiles (41)	P1	36	<b>Partisol (7 jours) – Filtre quartz + mousse PUF</b>	Extraction accélérée par solvant (ASE), dichlorométhane	GC-MS/MS ou LC-MS/MS
	P1bis	40	DA80 (24 h ou 48 h) – Filtre quartz + mousse PUF		
Substances spécifiques <sup>54</sup> (7)	P2	7	<b>Partisol (7 jours) – Filtre quartz</b>	Ultrasons, méthanol	GC-MS/MS ou LC-MS/MS
	P2bis	7	DA80 (24 h ou 48 h) – Filtre quartz		
Substances minérales - cuivre et soufre (2)	P3	2	<b>Partisol (7 jours) ou Leckel (7 jours) ou DA80 (24 h ou 48 h) – Filtre quartz</b>	Minéralisation	ICP-MS/MS (cuivre) ICP-OES (soufre)
Substances polaires - glyphosate et fosétyl-aluminium (2)	P4	2	<b>Partisol (7 jours) ou DA80 (24 h ou 48 h) – Filtre quartz</b>	Eau	LC-MS/MS
Dithiocarbamates - métiram et mancozèbe (2)	P5	2 (EBD <sup>55</sup> et EU <sup>56</sup> )	EBD uniquement : DA80 (24 h ou 48 h) – Filtre quartz	1/ EU : eau 2/ EBD : dérivation puis extraction à l'eau	LC-MS/MS

Légende :

	Filière retenue
	Filière à adapter par le laboratoire (à voir faisabilité d'adapter la méthode d'extraction)

Le laboratoire retenu lancesco propose l'analyse de 39 substances (cf. Tableau 11).

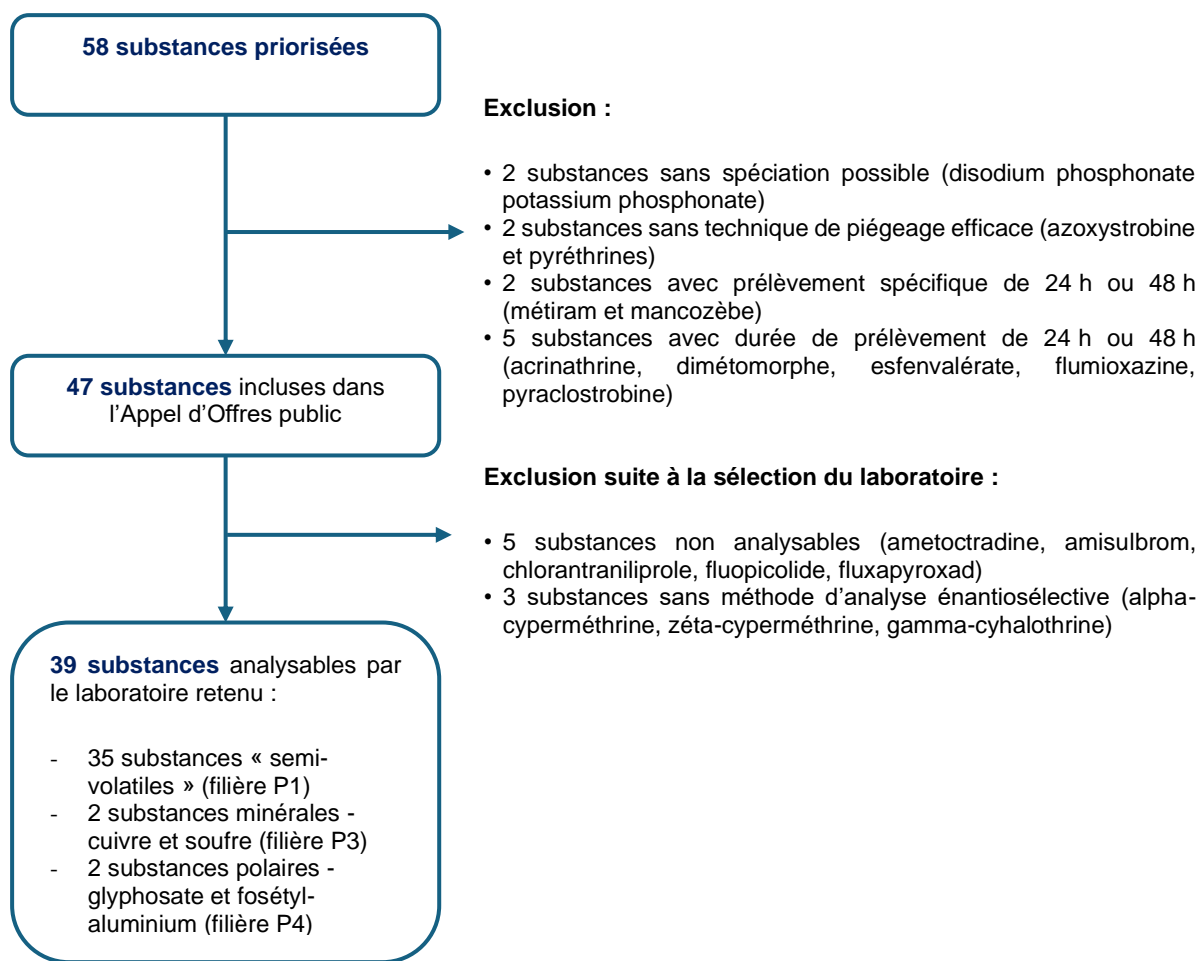
Le logigramme présenté sur la Figure 24 décrit la démarche de sélection des substances mesurées dans l'air ambiant.

<sup>54</sup> ametoctradine, amisulbrom, chlorantraniliprole, fluopicolide, fluxapyroxad, indoxacarb, iprovalicarb.

<sup>55</sup> EBD : éthylène bis-dithiocarbamate, produit de dégradation des dithiocarbamates.

<sup>56</sup> EU : éthylène urée, produit de dégradation de l'EBD.





**Figure 24 : Bilan des substances recherchées dans l'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022**

### *Air intérieur*

Comme présenté au paragraphe 4.5.4.3, une seule filière de prélèvement d'air intérieur a été déployée. La filière retenue est donc celle qui permet de maximiser le nombre de substances prélevées et analysables par le laboratoire. Il s'agit des substances « semi-volatiles ».

Ainsi, parmi les 58 substances de la liste priorisée, 8 substances n'ont pas été retenues a priori :

- 2 substances sans spéciation possible (disodium phosphonate potassium phosphonate) ;
- 6 substances nécessitant des prélèvements spécifiques dédiés (cuivre, soufre, glyphosate, fosétyl-aluminium, mancozèbe, métiram).

Pour les 50 substances restantes, l'Anses a confié au CSTB le développement et la validation des méthodes de mesures (prélèvement, extraction et analyse) compatibles avec les conditions des environnements intérieurs. Comme peu de données étaient disponibles dans la littérature, le CSTB s'est basé sur les travaux menés par LCSQA/Ineris relatifs aux développements de mesures dans l'air ambiant pour PestiRiv et sur des tests spécifiques d'efficacité de piégeage sur cartouches URG mieux adaptées aux environnements intérieurs et impliquant plusieurs laboratoires d'analyse.

Les tests ont permis de valider les méthodes de prélèvement, d'extraction et d'analyse pour la mesure de la plupart des pesticides dans l'air intérieur. Toutefois, ils ont mis en évidence de faibles performances pour 7 substances et une substance n'a pas pu être intégrée aux tests :

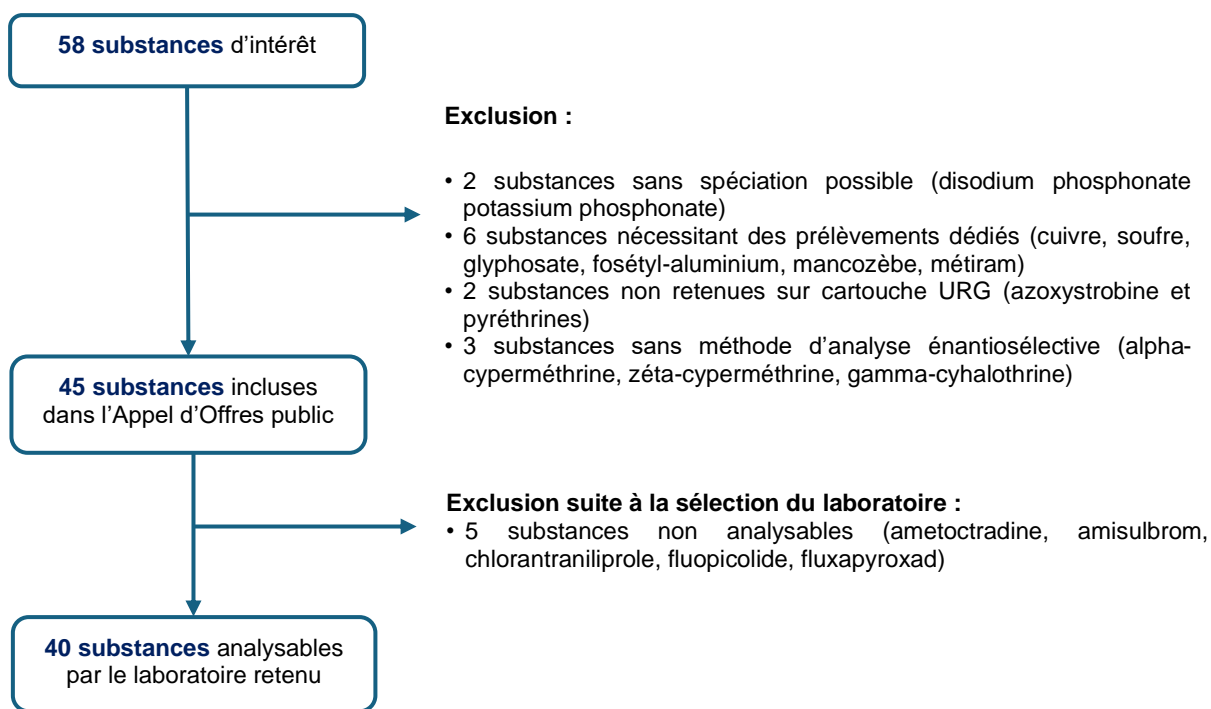
- 2 substances ne sont pas piégées sur la cartouche URG (azoxystrobine et pyréthrinés) ;
- 5 substances ont une analyse jugée peu robuste donnant un résultat à titre indicatif (présence/absence) :
  - 3 substances présentent une efficacité de piégeage inférieure à 25 % (flumioxazine, fenhexamide et napropamide) ;
  - 2 substances présentent une forte variabilité du rendement d'extraction avec une incertitude supérieure à 100 % sur des supports adaptés à des préleveurs en air ambiant (cymoxanil et spiromamine). Les tests d'efficacité de piégeage n'ont pas montré de fortes variabilités.
- 1 substance n'a pas été évaluée faute de méthode d'analyse disponible au moment des tests (esfenvalérate). À noter que les méthodes d'extraction et d'analyse de l'esfenvalérate ont été développées par l'Anesco au moment du marché public, donc après les tests.

Dans le cadre de l'appel d'offres pour l'analyse des prélèvements d'air intérieur, une liste de 45 substances a donc été établie. Cette liste :

- exclut notamment les 3 substances nécessitant une méthode d'analyse énantiosélective (alpha-cyperméthrine, zéta-cyperméthrine, gamma-cyhalothrine) ;
- intègre les 5 substances dont les résultats ne peuvent être qu'indicatifs (cymoxanil, flumioxazine, fenhexamide et napropamide, spiromamine) ainsi que l'esfenvalérate dont l'efficacité de piégeage n'a pas pu être établie dans le cadre des développements analytiques.

Cinq substances de la liste ont été écartées par le laboratoire retenu (l'Anesco) faute de méthode d'analyse validée. Le laboratoire propose donc l'analyse de 40 substances (cf. Tableau 13), dont l'esfenvalérate pour lequel l'efficacité de piégeage reste à établir.

Le logigramme présenté sur la Figure 25 décrit la démarche de sélection des substances mesurées dans l'air intérieur.

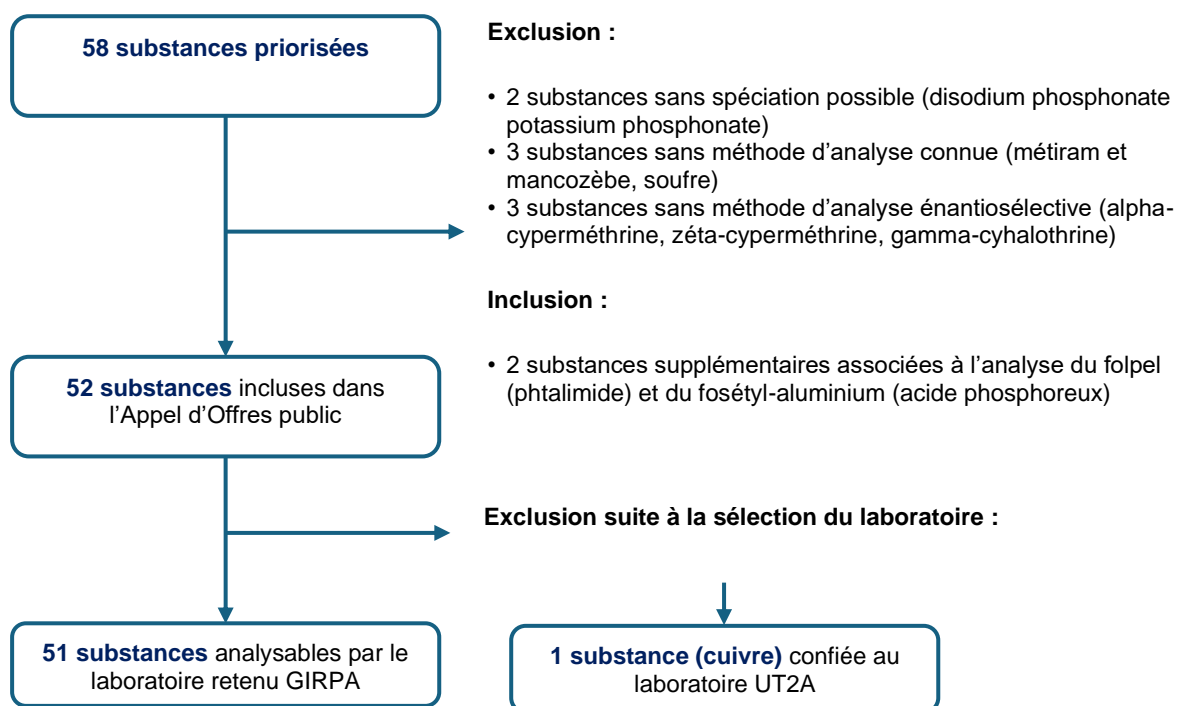


**Figure 25 : Bilan des substances recherchées dans l'air intérieur. PestiRiv, France, 2021-2022**

### *Aliments autoproduits*

Dans le cadre de l'appel d'offres pour l'analyse des prélèvements d'aliments autoproduits, une liste de 52 substances a été établie. Seul le cuivre a été écarté par le laboratoire retenu (GIRPA) faute de méthode d'analyse validée. Le GIRPA propose donc l'analyse de 51 substances, l'analyse du cuivre ayant été confiée au laboratoire UT2A (cf. Tableau 14).

Le logigramme présenté sur la Figure 26 décrit la démarche de sélection des 52 substances mesurées dans les aliments autoproduits.



**Figure 26 : Bilan des substances recherchées dans les aliments autoproduits. PestiRiv, France, 2021-2022**

# ANNEXE 7 : FONCTION, STATUTS RÉGLEMENTAIRES EUROPÉENS ET USAGES EN FRANCE DES SUBSTANCES ACTIVES

Le Tableau 29 décrit pour les 58 substances actives priorisées dans le cadre de PestiRiv :

- la fonction de la substance active (insecticide, fongicide, herbicide) ;
- les statuts réglementaires européens (EU) ainsi que les usages autorisés en France en tant que PPP, biocides et médicaments vétérinaires.

Pour rappel, cette priorisation a été réalisée en 2018, sur la base des substances actives autorisées en viticulture en 2017.

## Bilan PPP :

Parmi les 58 substances actives priorisées avant le terrain de l'étude, 13 substances étaient non autorisées au niveau européen en 2022. Parmi les 13 substances non autorisées, 8 ont tout de même pu être utilisées en tenant compte du délai de grâce d'utilisation. Ainsi, la bêta-cyfluthine, le chlorpyrifos-méthyl, le quinoxifène, le thiaméthoxame et le triadiménol sont les 5 substances qui n'ont pas pu être utilisées car interdites. Par ailleurs, 2 substances étaient autorisées en France, hors viticulture : carbétamide et mancozèbe. Ainsi, 51 substances ont pu être utilisées sur les vignes.

À noter que parmi les 51 substances qui ont pu être utilisées en viticulture :

- 6 substances peuvent être utilisées dans des produits de biocontrôle<sup>57</sup> (deltaméthrine<sup>58</sup>, esfenvalérate<sup>58</sup>, phosphonate de disodium, phosphonate de potassium, pyréthrinés, soufre) - dont 3 substances qui peuvent être utilisées par les particuliers dans des produits ayant la mention « Emploi autorisé dans les jardins » (EAJ) (phosphonate de potassium, pyréthrinés, soufre) ;
- 4 substances peuvent être utilisées dans des produits autorisés en agriculture biologique (cuivre, deltaméthrine<sup>58</sup>, pyréthrinés, soufre).

Aucune dérogation 120 jours n'a été accordée pendant la phase terrain pour une substance parmi les 58 priorisées pour un bioagresseur d'intérêt pour la vigne.

Enfin, parmi les 58 substances actives priorisées, 17, 34 et 7 substances ont respectivement une fonction insecticide, fongicide et herbicide.

## Bilan Biocide :

Douze substances sur les 58 substances actives priorisées étaient autorisées au niveau européen pour un usage biocide pendant la durée d'enquête, dont la totalité avec des usages autorisés en France. Le Tableau 30 détaille les types d'usages biocides (TP).

---

<sup>57</sup> Les listes des produits de biocontrôle autorisés en France d'octobre 2021 et septembre 2022 ont été utilisées pour réaliser ce bilan. La dernière liste actualisée est disponible ici : [Quels sont les produits de biocontrôle ? | Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire](#)

<sup>58</sup> Substance active contenue dans un piège sans contact avec l'environnement extérieur.

À noter que pour chaque couple SA / TP, la catégorie d'utilisateur autorisée est précisée : professionnels et/ou grand public.

Bilan Médicaments vétérinaires :

8 substances sur les 58 substances actives priorisées avaient des usages autorisés en France pendant la durée d'enquête sur des animaux d'élevage et/ou sur des animaux domestiques.

À noter toutefois qu'il n'a pas été possible de préciser les conditions d'utilisation qui peuvent impacter l'imprégnation et/ou la contamination des milieux : utilisation directe par un professionnel ou par un particulier avec ou sans ordonnance.



**Tableau 29 : Fonction, statuts réglementaires européens et usages en France des substances actives priorisées. PestiRiv, France, 2021-2022**

			Statuts et usages autorisés en France - <u>octobre 2021 à septembre 2022</u>				
Nom SA	N° CAS	Fonction	Statut EU phytopharmaceutique (source : EU pesticide database)	Groupes de cultures sur lesquels la SA est autorisée en France (source : Ephy Anses)	Bioagresseurs visés en vigne	Statut EU et usages biocides (TP) en France (source : Echa, BioCID)	Statut EU et usages médicaments vétérinaires en France (source : Echa, IRCP)
acrinathrine	101 007-06-1	insecticide	NA Fin utilisation : 31/12/2022	vigne	acariens, cicadelles, thrips	NA	NA
alpha- cyperméthrine	67375-30-8	insecticide	NA Fin utilisation : 07/12/2022	cultures légumières, porte-graine, grandes cultures, traitements généraux, vigne	coléoptères phytophages, tordeuses de la grappe, chenilles phytophages, cicadelles	A TP18 <sup>(1)</sup>	NA
amétoctradine	865318-97-4	fongicide	A	cultures légumières, porte-graine, vigne	mildiou, black rot	NA	NA
amisulbrom	348635-87-0	fongicide	A	cultures légumières, vigne	mildiou, black rot, rougeot parasitaire	NA	NA
azoxystrobine	131860-33-8	fongicide	A	cultures ornementales, cultures légumières, cultures tropicales, grandes cultures, zones non agricoles, PPAMC, vigne	excoriose, mildiou, oïdium, black rot	A TP07 <sup>(2)</sup> ;TP09 <sup>(2)</sup> ;TP10 <sup>(2)</sup>	NA
béta-cyfluthrine	68359-37-5	insecticide	NA Fin utilisation : 20/07/2021	/	chenilles phytophages, cicadelles, coléoptères phytophages, tordeuses de la grappe	A TP18 <sup>(1)</sup>	NA
boscalid	188425-85-6	fongicide	A	cultures fruitières et arboriculture, cultures ornementales, cultures légumières, grandes cultures, PPAMC*, vigne	esca et black dead arm, oïdium, pourriture grise, black rot, eutypiose	NA	NA
carbétamide	16118-49-3	herbicide	NA Fin utilisation : 31/05/2022	cultures légumières, porte-graine, grandes cultures, PPAMC*	/	NA	NA
chlorantraniliprole	500008-45-7	insecticide	A	cultures fruitières et arboriculture, cultures légumières, vigne	tordeuses de la grappe	NA	NA
chlorpyrifos- méthyl	5598-13-0	insecticide	NA Fin utilisation : 16/04/2020	/	/	NA	NA

Statuts et usages autorisés en France - <u>octobre 2021 à septembre 2022</u>							
Nom SA	N° CAS	Fonction	Statut EU phytopharmaceutique (source : EU pesticide database)	Groupes de cultures sur lesquels la SA est autorisée en France (source : Ephy Anses)	Bioagresseurs visés en vigne	Statut EU et usages biocides (TP) en France (source : Echa, BioCID)	Statut EU et usages médicaments vétérinaires en France (source : Echa, IRCP)
cuiivre	7440-50-8	fongicide	A	cultures fruitières et arboriculture, cultures légumières, cultures ornementales, PPAMC*, porte-graine, grandes cultures, vigne	bactérioses, black rot, excoriose, mildiou	A TP02 <sup>(1)</sup> ;TP05 <sup>(1)</sup> ;TP08 <sup>(2)</sup> ;TP11 <sup>(1)</sup> ;TP21 <sup>(1)</sup>	A Bovins
cyazofamide	120116-88-3	fongicide	A	cultures légumières, cultures ornementales, grandes cultures, vigne	mildiou	NA	NA
cymoxanil	57966-95-7	fongicide	A	cultures légumières, grandes cultures, vigne	black rot, excoriose, mildiou, rougeot parasitaire	NA	NA
cyperméthrine	52315-07-8	insecticide	A	cultures légumières, cultures fruitières et arboriculture, forêt, grandes cultures, cultures ornementales, zones non agricoles, traitements généraux, vigne	cicadelles, tordeuses de la grappe, ravageurs du sol	A TP02 <sup>(1)</sup> ;TP03 <sup>(1)</sup> ;TP08 <sup>(1)</sup> ;TP18 <sup>(1)</sup>	A Ovins ; bovins
cyprodinil	121552-61-2	fongicide	A	cultures légumières, cultures fruitières et arboriculture, cultures ornementales, grandes cultures, porte graine, zones non agricoles, traitements généraux, vigne	champignons producteurs d'ochratoxine a, pourriture grise	NA	NA
deltaméthrine	52918-63-5	insecticide	A	cultures légumières, cultures fruitières et arboriculture, grandes cultures, PPAMC*, cultures tropicales, traitements généraux, vigne	chenilles phytophages, cicadelles, coléoptères phytophages, mouches, thrips, tordeuses de la grappe, ravageurs du sol	A TP03 <sup>(2)</sup> ;TP18 <sup>(1)</sup> ;TP19 <sup>(1)</sup>	A Chiens ; ovins ; bovins
difénoconazole	119446-68-3	fongicide	A	cultures légumières, cultures fruitières et arboriculture, cultures ornementales, grandes cultures, PPAMC*, cultures tropicales, zones non agricoles, porte graine, vigne	black rot, oïdium, rougeot parasitaire	NA	NA
dimétomorphe	110488-70-5	fongicide	A	cultures légumières, cultures ornementales, PPAMC*, porte-graine, vigne	black rot, mildiou	NA	NA

			Statuts et usages autorisés en France - <u>octobre 2021 à septembre 2022</u>				
Nom SA	N° CAS	Fonction	Statut EU phytopharmaceutique (source : EU pesticide database)	Groupes de cultures sur lesquels la SA est autorisée en France (source : Ephy Anses)	Bioagresseurs visés en vigne	Statut EU et usages biocides (TP) en France (source : Echa, BioCID)	Statut EU et usages médicaments vétérinaires en France (source : Echa, IRCP)
esfenvalérate	66230-04-4	insecticide	A	cultures légumières, cultures fruitières et arboriculture, grandes cultures, porte-graine, vigne	chenilles phytophages, cicadelles, coléoptères phytophages	NA	NA
étofenprox	80844-07-1	insecticide	A	cultures ornementales, grandes cultures, porte-graine, vigne	tordeuses de la grappe, cicadelles	A TP18 <sup>(1)</sup>	NA
fenhexamide	126833-17-8	fongicide	A	cultures légumières, cultures fruitières et arboriculture, porte-graine, vigne	pourriture grise	NA	NA
flumioxazine	103361-09-7	herbicide	A	cultures fruitières et arboriculture, vigne	désherbage	NA	NA
fluopicolide	239110-15-7	fongicide	A	cultures légumières, grandes cultures, vigne	mildiou	NA	NA
fluopyrame	658066-35-4	fongicide	A	grandes cultures, cultures tropicales, cultures légumières, cultures ornementales, grandes cultures, zones non agricoles, cultures fruitières et arboriculture, porte graine, vigne	black rot, oïdium	NA	NA
fluxapyroxade	907204-31-3	fongicide	A	grandes cultures, cultures légumières, grandes cultures, zones non agricoles, cultures tropicales, cultures fruitières et arboriculture, porte graine, vigne	oïdium	NA	NA
folpel	133-07-3	fongicide	A	grandes cultures, vigne	black rot, excoïrose, mildiou, oïdium, rougeot parasitaire	A TP09 <sup>(2)</sup>	NA
fosétyl-aluminium	15845-66-6	fongicide	A	cultures légumières, grandes cultures, zones non agricoles, cultures tropicales, cultures ornementales, cultures fruitières et arboriculture, PPAMC*, vigne	black rot, excoïrose, mildiou, rougeot parasitaire	NA	NA

			Statuts et usages autorisés en France - <u>octobre 2021 à septembre 2022</u>				
Nom SA	N° CAS	Fonction	Statut EU phytopharmaceutique (source : EU pesticide database)	Groupes de cultures sur lesquels la SA est autorisée en France (source : Ephy Anses)	Bioagresseurs visés en vigne	Statut EU et usages biocides (TP) en France (source : Echa, BioCID)	Statut EU et usages médicaments vétérinaires en France (source : Echa, IRCP)
gamma- cyhalothrine	76703-62-3	insecticide	A Fin utilisation en France : 08/07/2022	cultures légumières, grandes cultures, porte-graine, vigne	cicadelles	NA	NA
glyphosate	1071-83-6	herbicide	A	cultures ornementales, cultures tropicales, grandes cultures, forêt, zones non agricoles, porte-graine, traitements généraux, vigne	désherbage	NA	NA
indoxacarbe	173584-44-6	insecticide	NA Fin utilisation : 19/09/2022	cultures fruitières et arboriculture, cultures légumières, porte-graine, grandes cultures, vigne	chenilles phytophages, cicadelles, tordeuses de la grappe	A TP18 <sup>(1)</sup>	A Chats ; chiens
iprovalicarbe	140923-17-7	fongicide	A	vigne	mildiou	NA	NA
krésoxim-méthyl	143390-89-0	fongicide	A	cultures ornementales, grandes cultures, cultures fruitières et arboriculture, cultures légumières, vigne	black rot, oïdium, rougeot parasitaire	NA	NA
lambda- cyhalothrine	91465-08-6	insecticide	A	cultures ornementales, grandes cultures, cultures fruitières et arboriculture, cultures légumières, PPAMC*, porte-graine, vigne	ravageurs du sol, acariens, tordeuses de la grappe, coléoptères phytophages, chenilles phytophages, cicadelles, mouches, thrips	A TP18 <sup>(1)</sup>	NA
mancozèbe	8018-01-7	fongicide	NA Fin utilisation : 04/01/2022	grandes cultures, porte-graine, cultures fruitières et arboriculture, cultures légumières, cultures ornementales, PPAMC	excoriose, mildiou, black rot, rougeot parasitaire, bactérioses	NA	NA
mépanipyrime	110235-47-7	fongicide	A	cultures légumières, vigne	pourriture grise	NA	NA
métalaxyl-M	70630-17-0	fongicide	A	cultures ornementales, grandes cultures, cultures légumières, PPAMC*, porte-graine, vigne	mildiou, black rot	NA	NA
métirame	9006-42-2	fongicide	A	cultures légumières, vigne	excoriose, mildiou, black rot, rougeot parasitaire, bactérioses	NA	NA

			Statuts et usages autorisés en France - <u>octobre 2021 à septembre 2022</u>				
Nom SA	N° CAS	Fonction	Statut EU phytopharmaceutique (source : EU pesticide database)	Groupes de cultures sur lesquels la SA est autorisée en France (source : Ephy Anses)	Bioagresseurs visés en vigne	Statut EU et usages biocides (TP) en France (source : Echa, BioCID)	Statut EU et usages médicaments vétérinaires en France (source : Echa, IRCP)
métrafénone	220899-03-6	fongicide	A	cultures ornementales, grandes cultures, cultures légumières, vigne	oïdium	NA	NA
myclobutanil	88671-89-0	fongicide	NA Fin utilisation : 31/05/2022	cultures fruitières et arboriculture, cultures légumières, cultures ornementales, vigne	oïdium, black rot	NA	NA
napropamide	15299-99-7	herbicide	A	grandes cultures, cultures fruitières et arboriculture, cultures légumières, PPAMC*, porte-graine, vigne	désherbage	NA	NA
oryzalin	19044-88-3	herbicide	NA Fin utilisation : 31/05/2022	cultures fruitières et arboriculture, cultures légumières, cultures tropicales, zones non agricoles, vigne	désherbage	NA	NA
pendiméthaline	40487-42-1	herbicide	A	grandes cultures, cultures tropicales, cultures fruitières et arboriculture, cultures légumières, cultures ornementales, porte-graine, PPAMC*, vigne	désherbage	NA	NA
phosphonate disodium	de 13708-85-5	fongicide	A	vigne	mildiou	NA	A Chiens ; bovins
phosphonate potassium	de 7778-77-0	fongicide	A	grandes cultures, cultures tropicales, cultures fruitières et arboriculture, cultures légumières, cultures ornementales, vigne	excoriose, mildiou, black rot	NA	A Bovins
propyzamide	23950-58-5	herbicide	A	grandes cultures, cultures légumières, cultures ornementales, PPAMC*, porte-graine, vigne	désherbage	NA	NA

			Statuts et usages autorisés en France - <u>octobre 2021 à septembre 2022</u>				
Nom SA	N° CAS	Fonction	Statut EU phytopharmaceutique (source : EU pesticide database)	Groupes de cultures sur lesquels la SA est autorisée en France (source : Ephy Anses)	Bioagresseurs visés en vigne	Statut EU et usages biocides (TP) en France (source : Echa, BioCID)	Statut EU et usages médicaments vétérinaires en France (source : Echa, IRCP)
pyraclostrobine	175013-18-0	fongicide	A	grandes cultures, cultures fruitières et arboriculture, cultures légumières, cultures ornementales, zones non agricoles, PPAMC*, porte graine, vigne	excoriose, esca et black dead arm, mildiou, oïdium, black rot, rougeot parasitaire, eutypiose	NA	NA
pyréthrines	8003-34-7	insecticide	A	cultures ornementales, cultures légumières, PPAMC*, porte-graine, vigne	cicadelles	NA	NA
pyriméthanil	53112-28-0	fongicide	A	grandes cultures, cultures fruitières et arboriculture, cultures légumières, cultures ornementales, PPAMC*, porte-graine, vigne	champignons producteurs d'ochratoxine a, pourriture grise	NA	NA
quinoxifène	124495-18-7	fongicide	NA Fin utilisation : 27/03/2020	/	/	NA	NA
soufre	7704-34-9	insecticide	A	grandes cultures, cultures fruitières et arboriculture, cultures tropicales, cultures légumières, cultures ornementales, PPAMC*, porte graine, vigne	acariens, erinose, excoriose, mildiou, oïdium	NA	A Chats ; chiens
spiroxamine	118134-30-8	fongicide	A	grandes cultures, porte-graine, vigne	oïdium	NA	NA
tau-fluvalinate	102851-06-9	insecticide	A	grandes cultures, cultures fruitières et arboriculture, cultures légumières, cultures ornementales, PPAMC*, porte-graine, vigne	acariens, cicadelles, thrips	NA	A Abeilles (contre le <i>Varroa destructor</i> )
tébuconazole	107534-96-3	fongicide	A	grandes cultures, cultures fruitières et arboriculture, cultures légumières, cultures ornementales, zones non agricoles, porte graine, vigne	oïdium, black rot, rougeot parasitaire	A TP07 <sup>(1)</sup> ;TP08 <sup>(1)</sup> ;TP10 <sup>(1)</sup>	NA

Statuts et usages autorisés en France - <u>octobre 2021 à septembre 2022</u>							
Nom SA	N° CAS	Fonction	Statut EU phytopharmaceutique (source : EU pesticide database)	Groupes de cultures sur lesquels la SA est autorisée en France (source : Ephy Anses)	Bioagresseurs visés en vigne	Statut EU et usages biocides (TP) en France (source : Echa, BioCID)	Statut EU et usages médicaments vétérinaires en France (source : Echa, IRCP)
thiaméthoxame	153719-23-4	insecticide	NA Fin utilisation : 19/12/2018	/	/	A TP18 <sup>(1)</sup>	NA
triadiménol	55219-65-3	fongicide	NA Fin autorisation : 31/08/2019	/	/	NA	NA
trifloxystrobine	141517-21-7	fongicide	A	grandes cultures, cultures tropicales, cultures fruitières et arboriculture, cultures légumières, cultures ornementales, zones non agricoles, porte graine, vigne	excoriose, oïdium, black rot, rougeot parasitaire	NA	NA
zéta-cyperméthrine	97955-44-7	insecticide	NA Fin utilisation : 01/12/2021	grandes cultures, cultures légumières, vigne	tordeuses de la grappe, cicadelles	NA	NA
zoxamide	156052-68-5	fongicide	A	cultures légumières, vigne	mildiou, black rot, rougeot parasitaire	NA	NA

À : Autorisé ; NA : non autorisé

(1) Catégorie d'utilisateurs : Professionnels/Grand public

(2) Catégorie d'utilisateurs : Professionnels

\*PPAMC : Plantes à parfum, aromatiques, médicinales et condimentaires



**Tableau 30 : Types de produits biocides associés aux substances actives prioritées. PestiRiv, France, 2021-2022**

<b>Types de produits biocides (TP)</b>	
TP2	Désinfectants et produits algicides non destinés à l'application directe sur des êtres humains ou des animaux
TP3	Hygiène vétérinaire
TP5	Eau potable
TP7	Produits de protection pour les pellicules
TP8	Produits de protection du bois
TP9	Produits de protection des fibres, du cuir, du caoutchouc et des matériaux polymérisés
TP10	Produits de protection des matériaux de construction
TP11	Produits de protection des liquides utilisés dans les systèmes de refroidissement et de fabrication
TP18	Insecticides, acaricides et produits utilisés pour lutter contre les autres arthropodes
TP19	Répulsifs et appâts
TP21	Produits antisalissure

# ANNEXE 8 : MÉTHODES DE TRAITEMENT ET D'ANALYSE DES ÉCHANTILLONS ENVIRONNEMENTAUX

L'Annexe 8 décrit les méthodes de traitement et d'analyse des échantillons de poussières, d'air ambiant, d'air intérieur et d'aliments autoproduits.

## *Poussières*

Le choix de la fraction de tamisage et les méthodes de traitement et d'analyses mises en œuvre par filière pour les échantillons de poussières sont décrits ci-dessous.

### - **Tamisage et choix de la fraction de tamisage**

L'analyse des composés chimiques des poussières nécessite une étape préalable de tamisage pour séparer la poussière utile à l'analyse (fraction tamisée, celle qui colle aux doigts et expose les personnes) de la poussière grossière incluant les divers débris aspirés.

Les précédentes analyses de composés semi-volatils, dont les pesticides, réalisées par le Leres dans le cadre du programme ECOS [31], de la campagne pilote écoles de l'OQAI [32], ou de l'enquête Plomb-Habitat [33] ont été effectuées sur des échantillons de poussières tamisées à 100  $\mu\text{m}$ . L'Anses recommande toutefois dans un rapport d'expertise collective sur l'exposition aux poussières sédimentées dans les environnements intérieurs de tamiser à 250  $\mu\text{m}$  [34]. D'après ce rapport :

- un tamisage à 250  $\mu\text{m}$  permet de renseigner la contamination de l'endroit où la poussière a été collectée. À noter qu'il est utilisé pour les échantillons de sols ;
- un tamisage à 100  $\mu\text{m}$  permet de ne conserver que la fraction qui colle aux mains et qui présente donc des risques d'être ingérée (par contact main bouche).

Le choix du tamisage dépend donc des objectifs : décrire la contamination ou l'exposition. Pour rappel, les objectifs formulés initialement pour l'étude PestiRiv mentionnaient principalement l'étude de l'exposition des riverains de zones viticoles. Les objectifs ont toutefois été affinés a posteriori du terrain pour se concentrer dans un premier temps sur la contamination des matrices environnementales.

Lors de la campagne pilote PestiRiv, un tamisage à 250  $\mu\text{m}$  a été réalisé puis une sous-fraction a été tamisée à 100  $\mu\text{m}$ . Des essais de comparaison d'analyse de pesticides sur 22 échantillons de poussières<sup>59</sup> sur des fractions tamisées à 250  $\mu\text{m}$  et à 100  $\mu\text{m}$  ont été réalisés dans le cadre du projet PestiDust.<sup>60</sup> Un test non paramétrique de Wilcoxon des rangs signés a été utilisé pour tenir compte de l'appariement des échantillons entre eux. Le test prend en compte le signe et le niveau de différence au sein de chaque paire. Parmi les 118 substances analysées, 22 présentent des différences statistiquement significatives, dont 14 substances recherchées dans le cadre de PestiRiv : cyperméthrine, lambda-cyhalothrine, tébuconazole, amétoctradine, boscalide, difénoconazole, diméthomorphe, fluopyram, métalaxyle, métrafénone, propyzamide, fosétyl-aluminium, cuivre et cuivre acido-soluble. Pour une même substance, les écarts relatifs observés sont en grande majorité positifs, c'est-à-dire avec une

<sup>59</sup> 12 échantillons issus de la campagne pilote PestiRiv et 10 échantillons issus de la campagne pilote de la Campagne nationale Logements 2.

<sup>60</sup> PestiDust : Étude de faisabilité pour la mesure de substances phytopharmaceutiques dans des échantillons de poussière

concentration plus élevée dans la fraction tamisée à 100 µm que dans celle tamisée à 250 µm. Néanmoins, ces écarts relatifs restent généralement faibles (écarts ≤ 50 % dans plus de trois-quarts des échantillons pour une même substance), mis à part pour le fosétyl-aluminium et le cuivre (75<sup>e</sup> centile des écarts : 77 % et 52 % respectivement). En l'état actuel des connaissances, le tamisage à 100 µm 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'être ingérées.

Compte tenu des éléments ci-dessus, il a été décidé de tamiser les échantillons à 100 µm pour la campagne nationale PestiRiv.

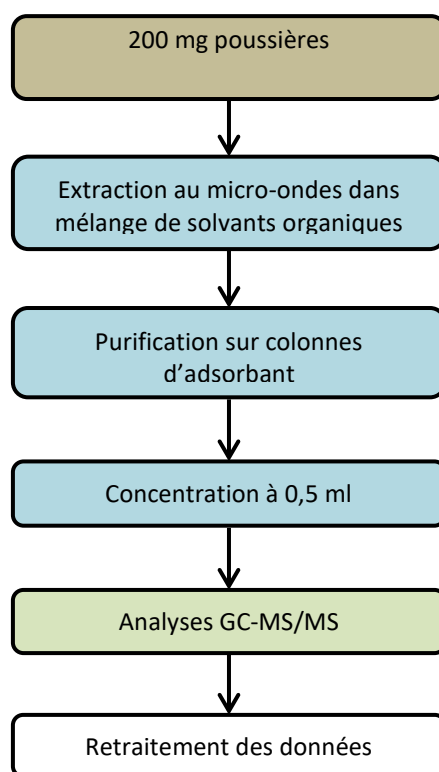
- **Méthodes d'extraction et d'analyse de substances dites « semi-volatiles » (filière 1)**

La méthode de traitement pour la filière 1 est présentée en Figure 27.

La prise d'essai de 200 mg de poussières tamisées à 100 µm est placée dans le tube en verre d'un réacteur micro-ondes, dans lequel sont ajoutés un mélange de solvants organiques et la solution d'étalons internes. Le tube de verre est ensuite placé dans son réacteur pour une extraction aux micro-ondes.

Après refroidissement à température ambiante, les extraits sont purifiés sur des colonnes d'adsorbant pour retenir les molécules les plus polaires.

L'extrait est enfin concentré à un volume de 0,5 ml grâce à un léger flux d'azote et stocké au congélateur jusqu'à analyse sur un système GC-MS/MS. Chaque séquence d'analyse d'échantillons comprend une gamme de calibration, des blancs analytiques et des contrôles qualités.



**Figure 27 : Méthode d'analyse des substances dites « semi-volatiles » de la filière 1 pour les échantillons de poussières [Source : Leres]. PestiRiv, France, 2021-2022**

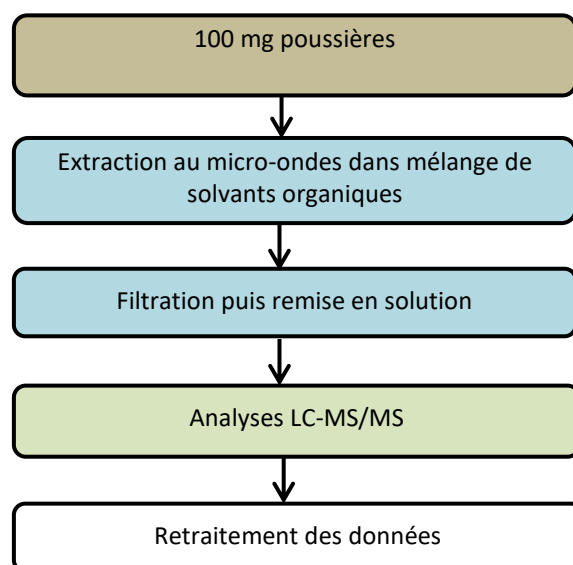
- **Méthodes d'extraction et d'analyse de substances dites « thermosensibles et/ou non-volatiles » (filière 2)**

La méthode de traitement pour la filière 2 est présentée en Figure 28.

La prise d'essai de 100 mg de poussières tamisées à 100 µm est placée dans le tube en verre d'un réacteur micro-onde, dans lequel sont ajoutés un mélange de solvants organiques et la solution d'étalons internes. Le tube de verre est ensuite placé dans son réacteur pour une extraction aux micro-ondes.

Après refroidissement à température ambiante, les extraits sont filtrés puis remis en solution dans la phase mobile.

Les analyses sont effectuées sur un système LC-MS/MS. Chaque séquence d'analyse d'échantillons comprend une gamme de calibration à 11 niveaux de concentrations différents, des blancs analytiques et des points de contrôles.



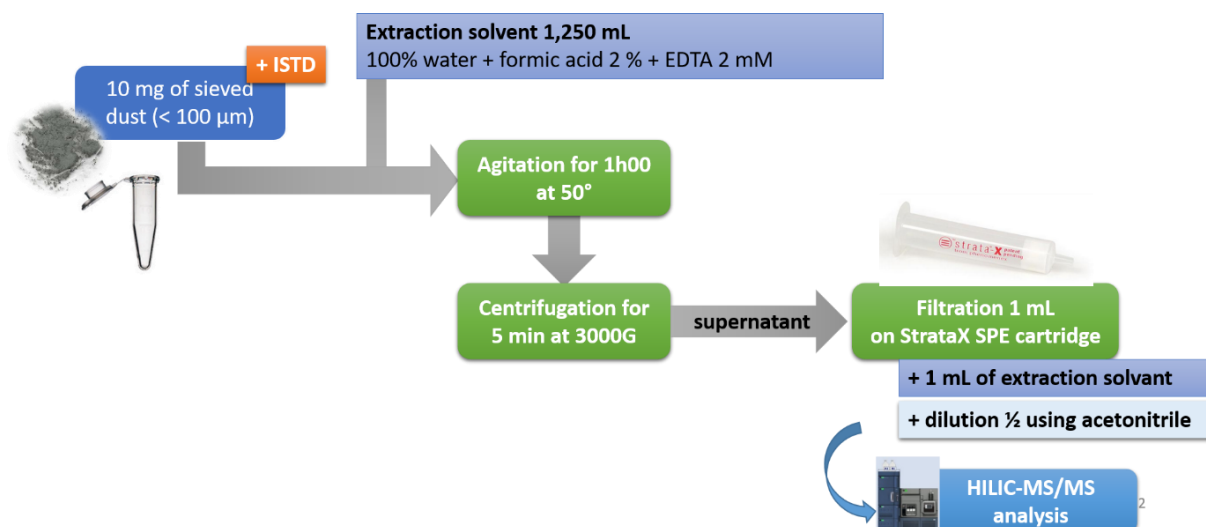
**Figure 28 : Méthode d'analyse des substances des substances dites « thermosensibles et/ou non-volatiles » de la filière 2 pour les échantillons de poussières [Source : Leres]. PestiRiv, France, 2021-2022**

- **Méthodes d'extraction et d'analyse de substances polaires (filière 3) [35]**

La méthode de traitement pour la filière 3 est présentée en Figure 29.

La prise d'essai de 10 mg de poussières tamisées à 100 µm est placée dans un tube Eppendorf, dans lequel sont ajoutés la solution d'étalons internes, puis le solvant d'extraction composé d'eau ultra-pure (EUP) acidifiée avec 2 % d'acide formique (AF) et contenant de l'acide éthylènediamine tétraacétique (EDTA) à une concentration de 2 mm pour dissocier les complexes formés entre le glyphosate et les cations métalliques. Après 1 heure d'agitation à 50 °C dans l'agitateur-incubateur, les tubes sont centrifugés puis le surnageant est filtré sur une cartouche Strata X préalablement conditionnée. Une dilution au demi avec de l'acétonitrile est ensuite réalisée pour optimiser les conditions chromatographiques.

Les analyses sont effectuées sur un système HILIC-MS/MS en phase normale.



**Figure 29 : Méthode d'analyse des substances polaires de la filière 3 pour les échantillons de poussières [Source : Leres]. PestiRiv, France, 2021-2022**

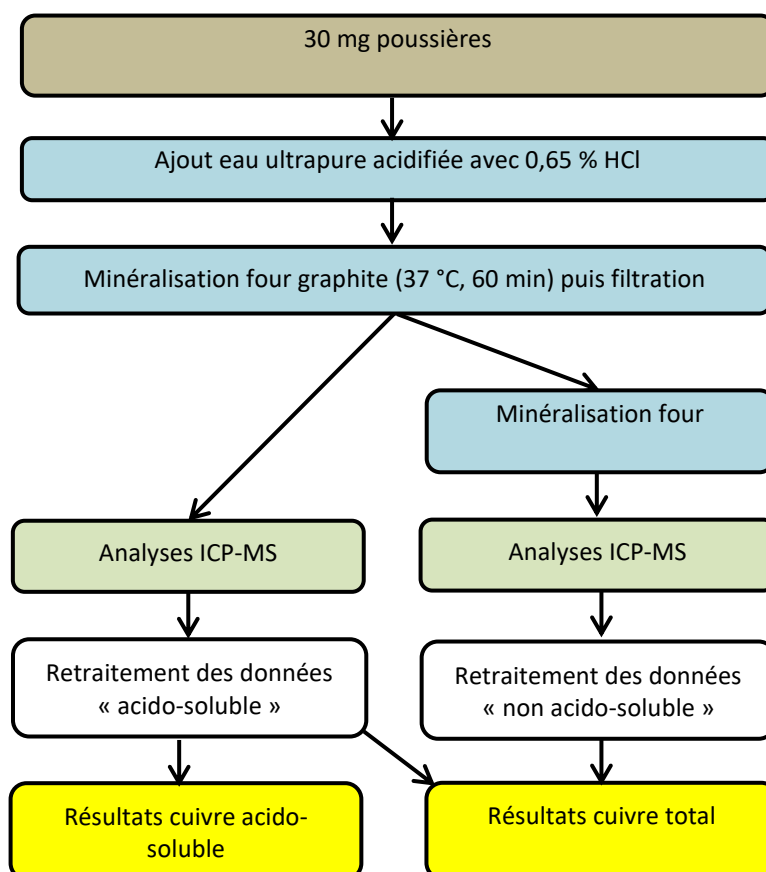
#### - Méthodes de minéralisation et d'analyse du cuivre (filière 4) [36]

Les méthodes de traitement du cuivre acido-soluble et du cuivre total sont présentées en Figure 30.

La prise d'essai de 30 mg de poussières tamisées à 100 μm est placée dans un tube en polypropylène, dans lequel est ajoutée de l'eau ultrapure acidifiée avec 0,65 % d'acide chlorhydrique (HCl).

Après une première minéralisation au four graphite à 37 °C pendant une heure, l'échantillon est filtré puis la concentration acido-soluble en cuivre est analysée par ionisation dans une torche à couplage inductif couplée à la spectrométrie de masse (ICP-MS) en mode hélium avec un ajout en ligne de l'étalon interne (Germanium).

La poussière récupérée sur le filtre est ensuite minéralisée au four micro-ondes, puis analysée par ICP-MS/MS pour mesurer le cuivre « non acido-soluble ». L'addition des deux concentrations mesurées permet de calculer la concentration totale en cuivre de l'échantillon. Chaque séquence d'analyse d'échantillons comprend une gamme de calibration, des blancs analytiques et des contrôles qualités à différents niveaux de concentrations.



**Figure 30 : Méthode d'analyse du cuivre de la filière 4 pour les échantillons de poussières**  
 [Source : Leres]. PestiRiv, France, 2021-2022

#### - Priorisation des filières analytiques

Chaque filière analytique nécessite une masse précise de poussières tamisées. Des consignes de priorisation des filières analytiques sont établies selon la masse de poussières tamisées analysables (cf. Tableau 31).

**Tableau 31 : Filières analytiques à prioriser selon la masse de poussières tamisées analysables disponibles. PestiRiv, France, 2021-2022**

Masse de poussières tamisées analysables disponible [en mg]	Filière 1	Filière 2	Filière 3	Filière 4
Molécules	semi-volatiles	thermosensibles et/ou non volatiles	polaires	cuivre
Prise d'essai : Masse de poussières tamisées requise par filière [en mg]	200	100	25 <sup>61</sup>	30
<25				
[25 – 55[			✓	
[55 – 100[			✓	✓
[100 – 125[		✓		
[125 – 155[		✓	✓	
[155 – 200[		✓	✓	✓
[200 – 225[	✓			
[225 – 255[	✓		✓	
[255 – 300[	✓		✓	✓
[300 – 325[	✓	✓		
[325 – 355[	✓	✓	✓	
>355	✓	✓	✓	✓

**- Caractéristiques et performances des méthodes d'analyse dans les poussières**

Les performances analytiques sont présentées par filière dans les tableaux ci-dessous.

**Tableau 32 : Gamme dynamique de la méthode d'analyse dans les poussières des substances dites « semi-volatiles » (filière 1). PestiRiv, France, 2021-2022**

Nom de la substance active	N° CAS	Gamme dynamique de la méthode (ng/g)
acrinathrine	101 007-06-1	50-5 000
chlorpyrifos-méthyl	5598-13-0	5-500
cyfluthrine	68359-37-5	12,5-1 250
cyperméthrine	52315-07-8	25-2 500
deltaméthrine	52918-63-5	25-2 500
esfenvalérate	66230-04-4	12,5-1250
étofenprox	80844-07-1	12,5-1 250
flumioxazine	103361-09-7	25-2 500
folpel	133-07-3	125-5 000
lambda-cyhalothrine	91465-08-6	12,5-1 250
napropamide	15299-99-7	12,5-1 250
pendiméthaline	40487-42-1	12,5-1 250
quinoxifène	124495-18-7	12,5-1 250
tau-fluvalinate	102851-06-9	25-2 500
tébuconazole	107534-96-3	5-500

<sup>61</sup> Au moment de la priorisation des filières, la prise d'essai pour la filière 3 annoncée par le LERES était de 25 mg (elle a ensuite été ajustée à 10 mg).



**Tableau 33 : Gamme dynamique de la méthode d'analyse dans les poussières des substances dites « thermosensibles ou non volatiles » (filière 2). PestiRiv, France, 2021-2022**

Nom de la substance active	N° CAS	Gamme dynamique de la méthode (ng/g)
ametoctradine	865318-97-4	1,00-500
amisulbrom	348635-87-0	313-15625
azoxystrobine	131860-33-8	0,200-100
boscalid	188425-85-6	2,50-125
carbétamide	16118-49-3	0,500-250
chlorantraniliprole	500008-45-7	6,25-313
cyazofamide	120116-88-3	1,00-500
cymoxanil	57966-95-7	2,50-125
cyprodinil	121552-61-2	2,50-125
difénoconazole	119446-68-3	0,500-250
dimétomorphe	110488-70-5	0,500-250
fenhexamide	126833-17-8	6,25-313
fluopicolide	239110-15-7	6,25-313
fluopyrame	658066-35-4	6,25-313
fluxapyroxade	907204-31-3	2,50-125
iprovalicarb	140923-17-7	6,25-313
krésoxim-méthyl	143390-89-0	1,25-625
mépanipyrime	110235-47-7	6,25-313
métalaxyl-m	70630-17-0	2,50-125
métrafénone	220899-03-6	2,50-125
myclobutanil	88671-89-0	1,25-625
oryzalin	19044-88-3	12,5-625
propyzamide	23950-58-5	2,50-125
pyraclostrobine	175013-18-0	12,5-625
pyriméthanil	53112-28-0	2,50-125
spiroxamine	118134-30-8	5,00-250
thiaméthoxame	153719-23-4	2,50-125
triadiménol	55219-65-3	12,5-625
trifloxystrobine	141517-21-7	31,3-15625

**Tableau 34 : Caractéristiques et performances de l'extraction et de l'analyse dans les poussières des substances polaires (filière 3). PestiRiv, France, 2021-2022**

Nom de la substance active	N° CAS	Étalon interne utilisé	Rendement d'extraction absolu [en %] en matrice poussière ( <u>rendement de l'analogue marqué</u> )	Rendement d'extraction absolu [en %] sans matrice ( <u>rendement de la substance native</u> )	Rendement d'extraction relatif sur les points de contrôle sans matrice - Niveau LOQ	Coefficient de variation (CV) sur les points de contrôle sans matrice - Niveau LOQ	Rendement d'extraction relatif sur les points de contrôle sans matrice - Niveau milieu de gamme	Coefficient de variation (CV) sur les points de contrôle sans matrice - Niveau milieu de gamme	Gamme dynamique de la méthode (conc. en ng/g)	Coefficient de corrélation des gammes de calibration
fosétyl-aluminium	39148-24-8	Fosétyl-aluminium D15	84 %	91 %	1,14	8,4 % (n=4)	91 %	14 % (n=5)	25,0 - 2 500	0,99934
			(± 17 %, n=44)	(± 12 %, n=5)			(± 12 %, n=4)			(±0,00038, n=4)
glyphosate	1071-83-6	Glyphosate 1,2- <sup>13</sup> C <sub>2</sub> , <sup>15</sup> N	71 %	105 %	0,95	36 % (n=4)	105 %	5,9 % (n=6)	25,0 - 2 500	0,99838
			(± 32 %, n=44)	(± 6,3 %, n=6)			(± 6,3 %, n=4)			(±0,00178, n=5)

**Tableau 35 : Caractéristiques et performances de la minéralisation et de l'analyse dans les poussières du cuivre (filière 4). PestiRiv, France, 2021-2022**

Nom de la substance active	N° CAS	Rendement de minéralisation moyen [en %] en matrice poussière	Justesse (biais) sur les points de contrôle - Niveau LOQ	Coefficient de variation (CVR) sur les points de contrôle - Niveau LOQ	Rendement d'extraction relatif sur les points de contrôle - Niveau milieu de gamme	Coefficient de variation (CVR) sur les points de contrôle - Niveau milieu de gamme	Marqueurs analytiques utilisés	Gamme dynamique de la méthode (µg/g)	Coefficient de corrélation des gammes de calibration	Commentaires
Cuivre acido soluble	7440-50-8	62 % (SRM 2583 et CRM SS1)	+12 % Nist 1643	+3 % Nist 1643	+4 % SRM Nist 2583 (n=15) 1 % CRM SS1 (n=7)	+10 % SRM Nist 2583 (n=15) 6 %_CRM SS1 (n=7)	Germanium	20-333,3	0,9996 (±0,0005, n=3)	Valeurs contrôles matrices réelles (µg/g) : Nist 2853 : 99 SS1 : 255
Cuivre total (final)	7440-50-8	100 % et 91 % (SRM 2583 et CRM SS1)	+12 % Nist 1643	+3 % Nist 1643	+4 % SRM Nist 2583 (n=14) 1 % CRM SS1 (n=6)	+10 % SRM Nist 2583 (n=14) 6 %_CRM SS1 (n=6)	Germanium	30-1 000	0,9996 (±0,0005, n=3)	Valeurs contrôles matrices réelles (µg/g) : Nist 2853 : 99 SS1 : 255

## - Contrôles qualité

Pour les quatre filières analytiques, chaque séquence d'analyse d'échantillons comprend une gamme de calibration, des blancs analytiques et des contrôles qualités :

- un **contrôle du coefficient de corrélation** des courbes d'étalonnage élaborées à partir d'une gamme diluée à minimum 5 points (il doit être supérieur à 0,995) ;
- un **suivi de l'injection et de l'extraction/minéralisation** par le contrôle des surfaces des standards internes d'extraction et le cas échéant de traceurs d'injection, dans les échantillons par rapport aux surfaces dans la gamme d'étalonnage ;
- un **contrôle du blanc de la gamme** : aucune molécule quantifiée dans le blanc ne doit dépasser 50 % de la limite de quantification ;
- un **contrôle du blanc analytique** : les concentrations dans le blanc ne doivent pas excéder 50 % de la limite de quantification ;
- un **contrôle de la dérive du détecteur** par la quantification des points de gamme analysés en début et en fin de séquence : la dérive par rapport à la valeur théorique ne doit pas excéder 25 % sur au moins une des deux transitions de chaque composé ;
- un **contrôle de la préparation de la gamme d'étalonnage et de la justesse de la méthode** par la quantification d'un point de contrôle externe préparé à partir d'une autre source de standard que celle utilisée pour la préparation de la gamme, et/ou en cas de nouvelle préparation de la gamme par la quantification d'un point de l'ancienne gamme ;
- des **contrôles de l'extraction/minéralisation** par la quantification de blancs et de poussières dopées : la dérive par rapport à la valeur théorique ne doit pas excéder un écart maximal acceptable (EMA) de 50 % pour les niveaux LOQ et un EMA de 30 % pour les autres niveaux de concentration. Ces contrôles permettent de vérifier l'absence de dérive de la méthode d'analyse. Ces contrôles qualités alimentent des cartes de contrôles qui permettent un suivi de la justesse (rendement relatif), du coefficient de variation et une estimation de l'incertitude de mesure. Le détail est présenté dans le Tableau 36 ;
- un contrôle du **rendement des étalons internes d'extraction**, avec des critères de déviation maximale par rapport à la gamme fixés majoritairement à 50 % selon l'étalon considéré pour la filière 1, 70 % pour la filière 2 (90 % si l'étalon interne est un analogue marqué) et 90 % pour la filière 3.

En cas d'anomalie sur un type de contrôle, c'est-à-dire valeur inférieure à la limite inférieure d'action (LIA) ou supérieure à la limite supérieure d'action (LSA), ou en cas de non-respect des critères de validation pour les gammes de calibration ou les blancs, les analystes suivent la procédure de maîtrise des travaux non-conformes et les impacts sur les résultats sont étudiés par l'ingénieur recherche et/ou le responsable de pôles au cas par cas. Un fichier de suivi est mis en place pour chaque filière.

**Tableau 36 : Détails des contrôles de l'extraction ou de la minéralisation réalisés par filière analytique. PestiRiv, France, 2021-2022**

		Filière 1	Filière 2	Filière 3	Filière 4
<b>Substances</b>		Dites « semi-volatiles »	Thermosensibles et/ou non volatiles	Polaires	Cuivre
<b>Contrôles sans matrice</b>	<b>Préparation du contrôle</b>	Ajout du solvant d'extraction à 200 mg de Célite, puis dopage des substances natives et des étalons internes	Dopage des substances natives et des étalons internes dans le solvant d'extraction	Dopage des substances natives et des étalons internes dans le solvant d'extraction	Contrôle calibration : dilution de la solution commerciale au 1/2 dans de l'eau ultra pure acidifiée à 5 % HNO <sub>3</sub> et 10 % HCl (C=25 µg/L) + contrôle LOQ (C=2 µg/L)
<b>Contrôles poussière</b>	<b>Préparation du contrôle</b>	Ajout du solvant d'extraction sur 200 mg de poussières, puis dopage des substances natives et des étalons internes	Ajout du solvant d'extraction sur 100 mg de poussières, puis dopage des substances natives et des étalons internes	Ajout du solvant d'extraction sur 10 mg de poussières, puis dopage des substances natives et des étalons internes	/
<b>Concentrations</b>	<b>Limite de quantification</b>	2-20 µg/L dans l'extrait	0,01-6,25 µg/L dans l'extrait	0,125 µg/L	/
	<b>Milieu de Gamme</b>	25-50 µg/L dans l'extrait	0,05-31,25 µg/L dans l'extrait	2,5 µg/L	<u>SS1*</u> : 250 µg/g pour As et 403 µg/G pour le PT <u>SRM2583*</u> : 100 µg/g pour As et 194 µg/g pour le PT

\* Il s'agit de matériaux de référence (SS1 : sol ; SRM2583 : poussières).

## - Bilan des délais

Les délais à respecter par le Leres sont les suivants :

- délai entre réception et tamisage :  $\leq 3$  mois ;
- délai entre tamisage et analyse :  $\leq 3$  mois.

À noter que pour la filière 1, la durée de conservation des extraits est de trois mois. Pour les filières 2 et 3, les extraits ne se conservent pas plus d'une semaine. Pour la filière 4, la durée de conservation des extraits est de 1 mois.

## *Air ambient*

Les méthodes de traitement et d'analyse des échantillons d'air ambient sont décrites par filière de prélèvement.

## - Méthode d'extraction et d'analyse des substances organiques semi-volatiles (prélèvement P1)

Les méthodes d'extraction et d'analyse des substances organiques dites « semi-volatiles » s'appuient sur la norme XP X 43-059<sup>34</sup>.

Les différentes étapes d'extraction sont :

- dopage de la mousse PUF avec une solution d'étalon interne d'extraction<sup>62</sup> ;
- insertion du filtre quartz et de la mousse PUF dans la cellule d'ASE ;
- extraction à l'ASE à 90 °C sous pression par le dichlorométhane ;
- pré-concentration sous courant d'azote (Turbovap®) à 10 ml.

Un aliquote de l'extrait est ensuite concentré puis une quantité connue de traceurs d'injection<sup>63</sup> est ajoutée avant analyse par GC-MS/MS. L'appareil utilisé est un chromatographe GC Agilent 7890 A couplé à un spectromètre de masse en technologie triple quadripôles modèle 7000 et équipé d'un passeur automatique modèle 7693. Il est composé d'un injecteur MMI (injecteur à froid), d'un four à colonne et d'un spectromètre de masse triple quadripôle utilisé en mode « MRM » avec une ionisation en impact électronique à 70 eV. La colonne capillaire est en silice fondue de type DB5-MS UI 30 m avec un « rétention gap ».

En parallèle, un autre aliquote de l'extrait est concentré à sec puis un mélange de solvants (H<sub>2</sub>O/ACN) ainsi qu'une quantité connue de traceurs d'injection sont ajoutés avant analyse en LC-MS/MS. L'appareil utilisé est un chromatographe LC avec pompe et injecteur SHIMADZU Nexera XR couplé à un détecteur MSMS SHIMADZU 8050 (mode ESI). Il est composé d'une pompe binaire haute pression, d'un injecteur thermostaté, d'un four à colonne et d'un spectromètre de masse triple quadripôle utilisé en mode « MRM » avec une source d'ionisation de type ESI. Deux modes d'ionisation sont appliqués : le mode ESI positif ou négatif. La colonne est une colonne phase inverse de type C18 150 mm avec une précolonne de garde de type C18.

L'identification de la molécule est assurée lorsque les critères sur le temps de rétention et les ratios de transitions sélectionnés sont respectés :

---

<sup>62</sup> Le marqueur d'extraction est l'étalon interne ajouté à l'échantillon dès le début du protocole, dont l'analyse recouvre toute la procédure, permettant de corriger les pertes pendant la préparation de l'échantillon et son analyse en prenant en compte les effets matrices globaux (rendement d'extraction et effet d'ionisation par exemple).

<sup>63</sup> Le marqueur analytique est un traceur d'injection ajouté à l'extrait avant analyse permettant d'indiquer le bon déroulement de l'étape d'analyse.

- tolérance sur les temps de rétention respectifs dans les chromatogrammes :  $\pm 0,2$  min en GC et  $\pm 1,5$  % en LC ;
- critères d'acceptabilité des ratios entre la transition de quantification et celle(s) de confirmation selon la Décision européenne 2002/657/EC ou le LAB GTA 05<sup>64</sup> :  $\pm 30$  % en analyse MS/MS.

La quantification est effectuée par un étalonnage interne. L'étalonnage est effectué régulièrement et sa dérive est contrôlée au cours de chaque série par injection de points de contrôles (PC). Les solutions d'étalonnages contiennent, en plus des substances d'intérêt, des étalons internes d'extraction et des traceurs d'injection choisis selon les recommandations de la norme XP T90-214<sup>65</sup> de les assigner par groupe d'analytes en justifiant leur représentativité et en veillant à les répartir tout au long du chromatogramme. Il s'agit :

- pour la GC-MS/MS :
  - étalons internes d'extraction radiomarqués adaptés ;
  - traceur d'injection : hexabromobenzène.
- pour la LC-MS/MS :
  - étalons internes d'extraction radiomarqués adaptés ;
  - traceur d'injection : siméton.

Les courbes d'étalonnage sont de type quadratique et tracées pour chacune des molécules d'intérêt par rapport à un étalon interne marqué.

Les résultats sont exprimés en ng/support de prélèvement (mousse + filtre).

#### - **Méthodes de minéralisation et d'analyse du cuivre et du soufre (prélèvement P3)**

Les méthodes de minéralisation et d'analyse du cuivre et du soufre s'appuient sur la norme NF EN 14902<sup>66</sup>.

La minéralisation est effectuée dans les conditions suivantes :

- disposition du filtre quartz dans un récipient en téflon dans lequel sont ajoutés 3 ml d'eau ultra-pure, 5 ml d'acide nitrique de qualité « suprapur » et 1 ml de peroxyde d'hydrogène « suprapur » ;
- minéralisation par micro-ondes, sous pression (environ 25 bars) à environ 230 °C ;
- refroidissement à température ambiante ;
- transfert du minéralisat dans une fiole jaugée de 50 ml contenant de l'eau ultra-pure ;
- centrifugation du minéralisat ;
- aliquotage du surnageant avec addition d'une quantité connue d'un traceur d'injection (yttrium pour le soufre).

Les analyses sont réalisées selon les techniques suivantes :

- ICP-MS pour l'analyse du cuivre : NexION 350X Perkin Elmer équipé d'un passeur diluteur Elemental Scientific Prepfast 4 DX ;
- ICP-OES pour l'analyse du soufre : Optima 8300 Perkin Elmer équipé d'un passeur diluteur Elemental Scientific Prepfast 4 DXCi.

<sup>64</sup> LAB GTA 05 - Révision 03 - Analyses physico-chimiques des eaux. 2021.

<https://tools.cofrac.fr/documentation/LAB-GTA-05>.

<sup>65</sup> Norme XP T 90-214 (juin 2018) Qualité des eaux – Caractérisation d'une méthode – Critères pour l'évaluation d'une méthode d'analyse pour la détermination de composés organiques multi-classes par spectrométrie de masse. AFNOR (indice de classement T90-214).

<sup>66</sup> Norme NF EN 14902 (déc. 2005) pour la phase de préparation avant analyse de cuivre et de soufre.

La quantification est effectuée par un étalonnage externe. Les courbes d'étalonnage sont de type linéaire tracées pour chacun des éléments.

Les résultats sont exprimés en ng/filtre. À noter que les quantités trouvées dans les blancs de lots de filtres sont soustraites à celles des échantillons obtenues *via* le même lot de filtre.

#### - **Méthodes d'extraction et d'analyse des substances organiques dites polaires (prélèvement P4)**

Les méthodes d'extraction et d'analyse des substances du glyphosate et du fosétyl-aluminium s'appuient sur la norme NF ISO 21458<sup>67</sup> ainsi que sur un travail mené par le LCSQA [37].

Les premières étapes d'extraction sont communes au glyphosate et au fosétyl-aluminium :

- dépôt sur le filtre d'une solution d'étalons internes d'extraction (acide L-cystéique et fosétyl d'aluminium D15) ;
- mise en contact avec de l'eau ultra pure ;
- extraction sous ultrasons pendant 15 minutes ;
- enlèvement du filtre.

#### Cas du fosétyl-aluminium :

Un aliquote de l'extrait est ensuite filtré puis analysé par LC-MS/MS.

#### Cas du glyphosate :

Un aliquote de l'extrait est prélevé puis mis en réaction chimique avec du 9-fluorényl méthyle chloroformiate (FMOCCI), en présence d'une solution tampon boratée (pH = 9), avant analyse par LC-MS/MS. À noter que l'analyse du glyphosate a d'abord été effectuée par le laboratoire en LC-Spectrofluorescence. Toutefois, l'utilisation de la LC-MS/MS a ensuite permis de s'affranchir d'interférences impactant tout particulièrement le glufosinate d'ammonium (non recherché dans la campagne).

L'analyse quantitative est réalisée par HPLC avec un détecteur spectromètre de masse en tandem avec interface ESI<sup>-</sup> en mode MRM : système LC Shimadzu (LC/MSMS 8060) comprenant des pompes binaires « LC-40B XR » en aval d'un dégazeur et en amont d'un injecteur en haute pression « SIL 40C XR » avec séparation des constituants par élution des composés à l'aide d'un gradient de solvant acétonitrile/acide formique/Eau ultra pure sur colonne :

- type phase inverse de type C18 de 150 mm pour le glyphosate ;
- spécifique pour les pesticides polaires de 100 mm pour le fosétyl-aluminium.

La quantification est effectuée par un étalonnage interne. Les courbes d'étalonnage sont de type quadratique et tracées pour chacune des molécules d'intérêt par rapport à un étalon interne marqué.

Les résultats sont exprimés en ng/filtre.

#### - **Caractéristiques et performances des méthodes de traitement des échantillons d'air ambiant**

---

<sup>67</sup> Norme NF ISO 21458 (février 2009) Qualité de l'eau - Dosage du glyphosate et de l'AMPA - Méthode par chromatographie liquide à haute performance (CLHP) et détection fluorimétrique.



Le Tableau 37 présente les performances analytiques de l'analyse des échantillons d'air ambiant.

Les critères de performance des méthodes sont les suivants :

- la capacité de rétention (RET) ou efficacité de piégeage est satisfaisante si elle est comprise entre 60 % et 120 % (norme XP X43-058<sup>34</sup>) ;
- il n'y a pas de critère fixé sur le coefficient de variation (CV) de la capacité de rétention dans les normes ou par le laboratoire, mais par extension au rendement d'extraction, un CV <  $\pm 30$  % serait satisfaisant ;
- le rendement d'extraction doit être compris entre 60 % et 120 % (norme XP X43-059<sup>34</sup>) ;
- dans les conditions d'essais décrites, le CV du rendement d'extraction doit être <  $\pm 30$  %, et l'incertitude élargie doit donc être <  $\pm 60$  % (critère fixé par le laboratoire, incertitude prise comme égale à 2 x CV).

**Tableau 37 : Caractéristiques et performances de l'analyse des échantillons d'air ambiant. PestiRiv, France, 2021-2022**

Nom de la substance	N° CAS	Capacité de rétention RET (%)*	Méthode d'extraction	Étalon interne d'extraction (EI) utilisé	Rendement d'extraction (%)	CV rendement d'extraction (%)	Technique d'analyse	Traceur d'injection utilisé	Gamme d'application de la méthode (en ng piégé)
boscalid	188425-85-6	C	ASE	EI radiomarké adapté	93	12	LC-MS/MS+	siméton	25 à 1 000
carbétamide	16118-49-3	C	ASE	EI radiomarké adapté	95	11	LC-MS/MS+	siméton	25 à 1 000
chlorpyriphos-méthyl	5598-13-0	C	ASE	EI radiomarké adapté	85	18	GC-MS/MS	hexabromobenzène	20 à 625
cyazofamide	120116-88-3	C	ASE	EI radiomarké adapté	104	18	LC-MS/MS+	siméton	25 à 1 000
cyfluthrine	68359-37-5	C	ASE	EI radiomarké adapté	117	19	GC-MS/MS	hexabromobenzène	30 à 625
cymoxanil	57966-95-7	C	ASE	EI radiomarké adapté	118	90	LC-MS/MS+	siméton	25 à 1 000
cyperméthrine	52315-07-8	C	ASE	EI radiomarké adapté	110	23	GC-MS/MS	hexabromobenzène	40 à 625
cyprodinil	121552-61-2	C	ASE	EI radiomarké adapté	93	11	GC-MS/MS	hexabromobenzène	10 à 625
deltaméthrine	52918-63-5	C	ASE	EI radiomarké adapté	98	15	GC-MS/MS	hexabromobenzène	20 à 625
difénoconazole	119446-68-3	NC	ASE	EI radiomarké adapté	103	15	LC-MS/MS+	siméton	25 à 1 000
étofenprox	80844-07-1	C	ASE	EI radiomarké adapté	91	11	GC-MS/MS	hexabromobenzène	10 à 625
fenhexamide	126833-17-8	C	ASE	EI radiomarké adapté	96	14	LC-MS/MS+	siméton	25 à 1 000
fluopyram	658066-35-4	C	ASE	EI radiomarké adapté	90	12	LC-MS/MS+	siméton	25 à 1 000
folpel	133-07-3	C	ASE	EI radiomarké adapté	101	26	GC-MS/MS	hexabromobenzène	30 à 625
indoxacarbe	173584-44-6	C	ASE	EI radiomarké adapté	93	12	LC-MS/MS+	siméton	25 à 1 000
iprovalicarbe	140923-17-7	C	ASE	EI radiomarké adapté	94	10	LC-MS/MS+	siméton	25 à 1 000
krésoxim-méthyl	143390-89-0	C	ASE	EI radiomarké adapté	109	28	GC-MS/MS	hexabromobenzène	10 à 625
lambda-cyhalothrine	91465-08-6	C	ASE	EI radiomarké adapté	115	19	GC-MS/MS	hexabromobenzène	10 à 625
mépanipirim	110235-47-7	C	ASE	EI radiomarké adapté	95	16	LC-MS/MS+	siméton	25 à 1 000
métalaxyl	70630-17-0	C	ASE	EI radiomarké adapté	113	13	GC-MS/MS	hexabromobenzène	25 à 625
métrafénone	220899-03-6	C	ASE	EI radiomarké adapté	80	22	LC-MS/MS+	siméton	25 à 1 000
myclobutanil	88671-89-0	C	ASE	EI radiomarké adapté	95	17	GC-MS/MS	hexabromobenzène	20 à 625
napropamide	15299-99-7	NC	ASE	EI radiomarké adapté	95	18	GC-MS/MS	hexabromobenzène	10 à 625
oryzalin	19044-88-3	C	ASE	EI radiomarké adapté	90	16	LC-MS/MS+	siméton	25 à 1 000
pendiméthaline	40487-42-1	C	ASE	EI radiomarké adapté	92	22	GC-MS/MS	hexabromobenzène	10 à 625
propyzamide	23950-58-5	NC	ASE	EI radiomarké adapté	92	10	GC-MS/MS	hexabromobenzène	10 à 625

Nom de la substance	N° CAS	Capacité de rétention RET (%)*	Méthode d'extraction	Étalon interne d'extraction (EI) utilisé	Rendement d'extraction (%)	CV rendement d'extraction (%)	Technique d'analyse	Traceur d'injection utilisé	Gamme d'application de la méthode (en ng piégé)
pyriméthanil	53112-28-0	C	ASE	EI radiomarké adapté	88	15	GC-MS/MS	hexabromobenzène	10 à 625
quinoxylène	124495-18-7	C	ASE	EI radiomarké adapté	98	16	GC-MS/MS	hexabromobenzène	5 à 625
spiroxamine	118134-30-8	NC	ASE	EI radiomarké adapté	61	53	LC-MS/MS+	siméton	25 à 1 000
tau-fluvalinate	102851-06-9	C	ASE	EI radiomarké adapté	118	30	GC-MS/MS	hexabromobenzène	25 à 625
tébuconazole	107534-96-3	C	ASE	EI radiomarké adapté	102	18	LC-MS/MS+	siméton	25 à 1 000
thiaméthoxam	153719-23-4	C	ASE	EI radiomarké adapté	69	33	LC-MS/MS+	siméton	25 à 1 000
triadiménol	55219-65-3	C	ASE	EI radiomarké adapté	101	13	LC-MS/MS+	siméton	25 à 1 000
trifloxystrobine	141517-21-7	C	ASE	EI radiomarké adapté	109	18	GC-MS/MS	hexabromobenzène	20 à 625
zoxamide	156052-68-5	C	ASE	EI radiomarké adapté	87	26	LC-MS/MS+	siméton	25 à 1 000
cuivre	7440-50-8	-	Micro-onde (acide)	/	90	8	ICP-MS	/	5 à 2 500
soufre	7704-34-9	-	Micro-onde (acide)	/	76	15	ICP-OES	yttrium	50000 à 2500000
glyphosate	1071-83-6	C	L/S + Dérivation	/	77	23	LC-MS/MS-	acide L-cystéique	6,25 à 200
fosétyl-aluminium	15845-66-6	C	L/S	Fosétyl-D15	80	12	LC-MS/MS-	/	2 à 50

\* : la capacité de rétention issue des tests de piégeage est considérée « conforme » (C) si elle est comprise entre 60 % et 120 % ; sinon elle est « non conforme » (NC). À noter que ces tests ne sont pas réalisés pour le cuivre et le soufre qui sont des substances non volatiles dont le piégeage et la minéralisation sont réputés quantitatifs.

## - **Contrôle qualité et validation des résultats**

Un blanc de terrain est réalisé par site et par type de prélèvement (P1, P3 et P4) en début de chaque période.

Chaque séquence d'analyse d'échantillons comprend une gamme de calibration, des blancs analytiques et des contrôles qualités :

- des pré-contrôles de façon régulière au niveau de la détection et au niveau chromatographique et en amont de chaque série d'analyse ;
- des contrôles de l'étalonnage des chaînes de mesures analytique réalisés en routine ;
- des contrôles de la procédure analytique à l'aide de témoins réalisés pour les solvants ;
- vérification de l'intégration des pics de chaque molécule et les rapports de transitions permettant d'identifier la molécule ;
- vérification des taux de récupération des étalons internes et des traceurs d'injections.

Les Tableau 38 et Tableau 39 présentent les contrôles réalisés pour les analyses d'air ambiant.

**Tableau 38 : Types de contrôles pour les analyses d'air ambiant pour les prélèvements P1 et P4. PestiRiv, France, 2021-2022**

Type	Modalités	Critères
Pré-contrôles de façon régulière au niveau de la détection	Auto tune des spectromètres de masse hebdomadaire en GC, à la suite d'une maintenance en LC	
Pré-contrôles au niveau chromatographique en amont de chaque série d'analyse	Vérification des temps de rétention et de la sensibilité par injection d'une solution d'étalonnage	
Contrôles de l'étalonnage des chaînes de mesures analytique	<ul style="list-style-type: none"> <li>En GC/MSMS : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Injection mensuelle de l'étalonnage (Et0<sup>68</sup>, et LOQ jusqu'à Et7),</li> <li>- À chaque série d'analyse, injection d'un contrôle à la LOQ et d'un contrôle à un autre niveau tous les 10 échantillons</li> </ul> </li> <li>En LCMSMS : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Injection hebdomadaire de l'étalonnage (Et0, et LOQ jusqu'à Et5),</li> <li>- À chaque série d'analyse, injection d'un contrôle à la LOQ et d'un contrôle à un autre niveau tous les 10 échantillons</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prélèvement P1 : Vérification du coefficient de corrélation : <math>R^2 &gt; 99\%</math> et biais <math>\pm 40\%</math> à la LOQ et <math>\pm 15\%</math> aux autres niveaux Points de contrôle : <math>\pm 25\%</math> ; pas de carte de contrôle</li> <li>Prélèvement P4 : Critères d'acceptation de la droite d'étalonnage : <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>R^2 &gt; 99\%</math></li> <li>- Biais observés <math>&lt; 30\%</math> à la LOQ et <math>&lt; 15\%</math> aux autres niveaux</li> <li>- Signal Et0 <math>&lt; LOQ/2</math></li> </ul> </li> </ul> Points de contrôle : $\pm 25\%$
Contrôles de la procédure analytique	Témoin de solvant à chaque nouveau lot de dichlorométhane (à froid)	$< LOQ$ ( $< LOD$ )
	Témoin de solvant et de matériel (à chaud) chaque mois	$< LOQ$ ( $< LOD$ )
	Vérification des intégrations de pics de chaque molécule et des rapports de transitions (r) afin de confirmer l'identité de la molécule	$\pm 30\%$ par rapport à la moyenne des ratios de l'étalonnage Règles internes si non-respect : <ul style="list-style-type: none"> <li>- si <math>r &lt; r</math> molécule étalon : concentration calculée sur la transition de confirmation,</li> <li>- si <math>r &gt; r</math> molécule étalon : concentration calculée sur la transition de quantification</li> </ul>
	Vérifications des taux de récupération des étalons internes et des traceurs d'injection	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Étalons internes d'extraction : entre 30 et 140 %</li> <li>- Traceurs d'injection : entre 70 et 120 %</li> </ul>

<sup>68</sup> Et0 correspond à l'étalon « zéro », c'est-à-dire une solution qui ne contient pas les substances mais uniquement les étalons internes.

**Tableau 39 : Types de contrôles pour les analyses d'air ambiant pour le prélèvement P3. PestiRiv, France, 2021-2022**

Type	Modalités	Critères
Contrôle du bon fonctionnement des chaînes de mesures analytiques	Vérification par analyse d'un étalon en concentration égale à la limite de quantification	
Contrôle de l'étalonnage des chaînes de mesures analytiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étalonnage effectué à chaque série d'analyse et dérive contrôlée au cours de chaque série par injection de points de contrôles (PC) tous les 10 à 12 échantillons</li> <li>Vérification de la justesse à chaque série par analyse d'une solution étalon commerciale dite « externe » (<i>i.e. autre fournisseur que celui ayant fourni l'élément pour l'étalonnage</i>)</li> </ul>	Critères d'acceptation et gestion des NC : $\pm 10 \%$ sinon cause recherchée
Contrôles de la procédure analytique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Témoin de réactifs effectué à chaque série (blanc de réactifs)</li> <li>Témoin de réactifs et de matériel (blanc de minéralisation) effectué chaque semestre</li> </ul>	<LOQ de l'élément d'intérêt
	Contrôle du taux de recouvrement des traceurs d'injections	Entre 80 et 120 %

- **Critères de validation technique et environnementale**

Les codes qualité établis sont les suivants :

- À : donnée exploitable ;
- W : donnée exploitable « atypique » ;
- I : donnée invalidée.

Les critères de validation du prélèvement et des analyses sont détaillés dans les tableaux ci-dessous.

**Tableau 40 : Critères de validation du prélèvement par les AASQA. PestiRiv, France, 2021-2022**

Désignation	Critère	Action si non conforme	Codage
Durée	Partisol et Leckel : 168 h	Invalidiser si la durée du prélèvement est inférieure à 75 % ou supérieure à 125 % de la durée préconisée	I
Débit	Débit Partisol et Leckel = 1 m <sup>3</sup> /h	Mettre en doute si écart entre le débit nominal et le débit mesuré > 5 % et <10 %  Invalidiser si écart >10 %	W  I
Préleveur et têtes	Entretien et nettoyage conformes	Mettre en doute ou invalider en fonction de l'écart constaté	I ou W
État du filtre (Partisol P4 et Leckel P3) ou de la cartouche (Partisol P1)	État normal	Mettre en doute si filtre taché  Invalidiser si filtre déchiré, si cartouche non étanche, si raccord défectueux...	I ou W et consigner « problème sur prélèvement »
Durée et condition de stockage – Avant prélèvement	Stockage à TA ou au réfrigérateur. Respect de la date de péremption.	Invalidiser si non conforme	I
Durée et condition de stockage – Après prélèvement	P1 et P4 : Récupération immédiate du prélèvement, transport <5±3 °C vers le lieu de stockage AASQA.	Mettre en doute si stockage pendant les 24 dernières heures avant collecte (cas jour férié), sinon invalider	W ou I
	P3 : Récupération immédiate du prélèvement ou dans un délai de 24 h dans le cas d'un jour férié, transport <5±3 °C vers le lieu de stockage AASQA.	Mettre en doute si non conforme	W
	Avant expédition au laboratoire : - Partisol P1 et P4 : conservation 48 heures maximum au congélateur <-18±5 °C - Leckel P3 : conservation au congélateur <-18±5 °C	Mettre en doute si non conforme  /	W  /
Observation site	Les éventuelles modifications de l'environnement ou les problèmes ponctuels (travaux, épandages...) doivent être signalés		I ou W



**Tableau 41 : Critère de validation des analyses par Ianesco. PestiRiv, France, 2021-2022**

Désignation	Critère	Action si non conforme	Codage
Références normatives	Respect des documents de référence	Invalidation	I
Température de transport	Respect de la température du colis $<5\pm 3$ °C	Doute si $>10$ °C	W
Délai entre réception échantillon et extraction (Partisol P1)	Conservation des échantillons à $<18\pm 5$ °C et au maximum 15 jours	Si délai de conservation $> 15$ jours : - doute si démonstration de la stabilité apportée par le laboratoire - invalider sinon	W ou I
Délai entre réception échantillon et extraction (Partisol P4)	Conservation des échantillons à $<18\pm 5$ °C et au maximum 15 jours	Si délai de conservation $> 15$ jours : - doute si démonstration de la stabilité apportée par le laboratoire - invalider sinon	W ou I
Délai entre réception échantillon et minéralisation (Leckel P3)	Conservation à TA, pas de délai spécifique à respecter	/	/
Délai entre extraction et analyse (Partisol P1)	- Extraits conservés à température $<-18\pm 5$ °C - Analyse sous 2 mois après extraction	Si délai d'analyse après extraction $> 2$ mois : - doute si démonstration de la stabilité apportée par le laboratoire - invalider sinon	W ou I
Délai entre extraction et analyse (Partisol P4)	- Si extraits conservés à température $<5\pm 3$ °C, analyse sous 15 jours après extraction - Si extraits conservés à température $<-18\pm 3$ °C, analyse sous 28 jours après extraction	Si délai d'analyse après extraction non respecté selon la T° de stockage : - doute si démonstration de la stabilité apportée par le laboratoire - invalider sinon	W ou I
Délai entre minéralisation et analyse (Leckel P3)	Conservation des minéralisats à température ambiante et au maximum 2 mois (délai administratif)	Pas d'invalidation en cas de dépassement du délai	/
Blancs de stockage	Un blanc de stockage par site de prélèvement en tout début de campagne. Pour chaque SA, le blanc doit être $<LOQ$	Si $>LOQ$ , identifier et éliminer la source de contamination	W, ou I si $> 33$ % de la moyenne des échantillons réalisés
Contrôles des rapports d'analyse par série de résultat	Vérification du format des données (unité, décimales, erreurs de saisie,...)	Consultation du laboratoire sur données douteuses puis codage W des valeurs atypiques si confirmation des données	W

**Tableau 42 : Critère de validation des analyses par les AASQA. PestiRiv, France, 2021-2022**

Désignation	Description	Action
Étudier la cohérence spatiale des données	Comparaison des résultats des sites de même typologie (densité par exemple)	Codage W si valeurs atypiques ou demande de réanalyse
	Examiner la cohérence des résultats avec le profil du site (zones viticoles/zones non viticoles)	
Étudier la cohérence temporelle des données	Prise en compte des profils saisonniers des SA suivies, selon les périodes de traitement et hors traitement	Codage W si valeurs atypiques ou demande de réanalyse
	Comparer les données avec l'historique d'un site de même typologie ou même profil (si disponible)	
Examiner les données météorologiques	Vitesse et direction du vent, température, pluviométrie, ensoleillement.	Codage W si valeurs atypiques ou demande de réanalyse
Prendre en compte des événements identifiés susceptibles d'interférer sur le profil des concentrations mesurées		Codage I ou W selon impact, réanalyse éventuelle

**Le code qualité global d'un échantillon est déterminé à partir des codes qualité attribués pour les étapes de prélèvement et d'analyse :**

- code A :
  - si le prélèvement et l'analyse sont conformes (A) ;
  - si le prélèvement et/ou l'analyse présente(nt) une non-conformité (W) sans impact détecté ;
- code W :
  - si le prélèvement et/ou l'analyse présente(nt) une non-conformité (W) avec impact détecté ;
- code I :
  - si le prélèvement et/ou l'analyse sont invalides (I).

**Un code qualité est également attribué à la substance pour chaque résultat d'analyse.**  
 À noter que celui-ci peut être différent du code qualité de l'échantillon dans les deux cas suivants :

- selon les critères de validation du prélèvement et des analyses et/ou des commentaires du laboratoire, il peut arriver qu'une ou plusieurs substances nécessitent un codage différent du code qualité global de l'échantillon (par exemple, pour une substance dont les marqueurs d'extraction présentent des rendements anormalement bas ou élevés). Dans ce cas, l'opérateur code manuellement I ou W les substances concernées dans le tableau des concentrations ;
- le code qualité L est retenu automatiquement si les résultats bruts font apparaître des résultats <LOD ou <LOQ.

## Air intérieur

Les méthodes d'extraction et d'analyse des échantillons d'air intérieur sont décrites ci-dessous.

Les différentes étapes d'extraction sont :

- dopage de la mousse PUF avec une solution d'étalon interne d'extraction<sup>62</sup> ;
- insertion du filtre quartz et de la mousse PUF dans la cellule d'ASE ;
- extraction à l'ASE à 90 °C sous pression par le dichlorométhane ;
- pré-concentration sous courant d'azote (Turbovap®) à 10 ml.

Un aliquote de l'extrait est ensuite concentré puis une quantité connue de traceurs d'injection<sup>69</sup> est ajoutée avant analyse par GC-MS/MS ou LC-MS/MS.

Pour la GC-MS/MS, l'appareil utilisé est un chromatographe GC Agilent 7890 A couplé à un spectromètre de masse en technologie triple quadripôles modèle 7000 et équipé d'un passeur automatique modèle 7693. Il est composé d'un injecteur MMI (injecteur à froid), d'un four à colonne et d'un spectromètre de masse triple quadripôle utilisé en mode « MRM » avec une ionisation en impact électronique à 70 eV. La colonne capillaire est en silice fondue de type DB5-MS UI de chez Agilent avec un « rétention gap ».

Pour la LC-MS/MS, l'appareil utilisé est un chromatographe LC avec pompe et injecteur SHIMADZU Nexera XR couplé à un détecteur MSMS SHIMADZU 8050 (mode ESI). Il est composé d'une pompe binaire haute pression, d'un injecteur thermostaté, d'un four à colonne et d'un spectromètre de masse triple quadripôle utilisé en mode « MRM » avec une source d'ionisation de type ESI. Deux modes d'ionisation sont appliqués : le mode ESI positif ou négatif. La colonne est une colonne phase inverse de type C18 avec une colonne de garde Polaris de type C18.

L'identification de la molécule est assurée lorsque les critères sur le temps de rétention et les ratios de transitions sélectionnés sont respectés :

- tolérance sur les temps de rétention respectifs dans les chromatogrammes :  $\pm 0,2$  min en GC et  $\pm 1.5$  % en LC ;
- critères d'acceptabilité des ratios entre la transition de quantification et celle(s) de confirmation selon la Décision européenne 2002/657/EC ou le LAB GTA 05 :  $\pm 30$  % en analyse MS/MS.

La quantification est effectuée par un étalonnage interne. L'étalonnage est effectué régulièrement et sa dérive est contrôlée au cours de chaque série par injection de points de contrôles (PC). Les solutions d'étalonnages contiennent, en plus des substances d'intérêt, des étalons internes d'extraction et des traceurs d'injection choisis selon les recommandations de la norme XP T90-214 de les assigner par groupe d'analytes en justifiant leur représentativité et en veillant à les répartir tout au long du chromatogramme. Il s'agit :

- pour la GC-MS/MS :
  - étalons internes d'extraction radiomarqués adaptés ;
  - traceur d'injection : hexabromobenzène.
- pour la LC-MS/MS :
  - étalons internes d'extraction radiomarqués adaptés ;
  - traceur d'injection : siméton.

Les courbes d'étalonnage sont de type quadratique et sont tracées pour chacune des molécules d'intérêt par rapport à un étalon interne marqué.

<sup>69</sup> Le marqueur analytique est un traceur d'injection ajouté à l'extrait avant analyse permettant d'indiquer le bon déroulement de l'étape d'analyse.

Les résultats sont exprimés en ng/support de prélèvement (mousse + filtre).

- **Caractéristiques et performances des méthodes de traitement des échantillons d'air intérieur**

Le Tableau 43 présente les performances des méthodes de traitement des échantillons d'air intérieur.

Les critères de performance de la méthode sont les suivants :

- la capacité de rétention ou efficacité de piégeage (RET) est satisfaisante si elle est comprise entre 60 % et 120 % (norme XP X43-058<sup>34</sup>) ;
- il n'y a pas de critère fixé sur le coefficient de variation (CV) de la capacité de rétention dans les normes ou par le laboratoire, mais par extension au rendement d'extraction, un CV < ± 30 % serait satisfaisant ;
- le rendement d'extraction doit être compris entre 60 % et 120 % (norme XP X43-059<sup>34</sup>) ;
- dans les conditions d'essais décrites, le CV du rendement d'extraction doit être < ± 30 %, et l'incertitude élargie doit donc être < ± 60 % (critère fixé par le laboratoire, incertitude prise comme égale à 2 x CV).

**Tableau 43 : Caractéristiques et performances de l'analyse des échantillons d'air intérieur. PestiRiv, France, 2021-2022**

Nom de la substance active	N°CAS	Méthode d'extraction	Marqueurs d'extraction utilisés (EI)	Rendement d'extraction relatif (%)	CV rendement d'extraction (%)	Capacité de rétention RET (%)	CV RET (%)	Technique d'analyse	Norme d'analyse	Marqueurs analytiques utilisés	Gamme d'application de la méthode (en ng piégé)
Acrinathrine	101 007-06-1	ASE	EI radiomarqué adapté	87 (f)	16	73	28	LC/MSMS-	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	25 à 250
Boscalid	188425-85-6	ASE	EI radiomarqué adapté	98	15	86	19	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250
Carbétamide	16118-49-3	ASE	EI radiomarqué adapté	95	11	85	13	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250
Chlorpyrifos-méthyl	5598-13-0	ASE	EI radiomarqué adapté	85	18	65	9	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	5 à 160
Cyazofamide	120116-88-3	ASE	EI radiomarqué adapté	104	18	91	16	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250
Cyfluthrine (dont bêta-)	68359-37-5	ASE	EI radiomarqué adapté	117	19	118	25	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	7,5 à 160
Cymoxanil	57966-95-7	ASE	EI radiomarqué adapté	118	90	92	15	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250
Cyperméthrine (dont alpha- et zeta-)	52315-07-8	ASE	EI radiomarqué adapté	110	23	106	26	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	10 à 160
Cyprodinil	121552-61-2	ASE	EI radiomarqué adapté	96	13	132	18	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	2,5 à 160
Deltaméthrine	52918-63-5	ASE	EI radiomarqué adapté	98	15	117	16	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	5 à 160
Difénoconazole	119446-68-3	ASE	EI radiomarqué adapté	103	15	86	19	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250
Diméthomorphe	110488-70-5	ASE	EI radiomarqué adapté	89	20	84	23	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250
Esfenvalérate	66230-04-4	ASE	EI radiomarqué adapté	124	12	NE	NE	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	25 à 160
Etofenprox	80844-07-1	ASE	EI radiomarqué adapté	91	11	113	5	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	2,5 à 160
Fenhexamide	126833-17-8	ASE	EI radiomarqué adapté	97	12	17	38	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250
Flumioxazine	103361-09-7	ASE	EI radiomarqué adapté	113	21	23	15	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	25 à 160
Fluopyram	658066-35-4	ASE	EI radiomarqué adapté	90	12	76	11	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250
Folpel	133-07-3	ASE	EI radiomarqué adapté	101	26	101	5	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	7,5 à 160
Indoxacarb	173584-44-6	ASE	EI radiomarqué adapté	93	12	68	22	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250
lprovalicarb	140923-17-7	ASE	EI radiomarqué adapté	94	10	88	8	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250

Nom de la substance active	N°CAS	Méthode d'extraction	Marqueurs d'extraction utilisés (EI)	Rendement d'extraction relatif (%)	CV rendement d'extraction (%)	Capacité de rétention RET (%)	CV RET (%)	Technique d'analyse	Norme d'analyse	Marqueurs analytiques utilisés	Gamme d'application de la méthode (en ng piégé)
Kresoxim-méthyl	143390-89-0	ASE	EI radiomarqué adapté	109	28	84	10	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	2,5 à 160
Lambda-Cyhalothrine	91465-08-6	ASE	EI radiomarqué adapté	115	19	127	17	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	2,5 à 160
Mépanipyrin	110235-47-7	ASE	EI radiomarqué adapté	95	16	64	5	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250
Métalaxyl	57837-19-1	ASE	EI radiomarqué adapté	113	13	73	5	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	6,25 à 160
Métrafénone	220899-03-6	ASE	EI radiomarqué adapté	80	22	54	10	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250
Myclobutanil	88671-89-0	ASE	EI radiomarqué adapté	95	17	102	3	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	5 à 160
Napropamide	15299-99-7	ASE	EI radiomarqué adapté	95	18	10	46	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	2,5 à 160
Oryzalin	19044-88-3	ASE	EI radiomarqué adapté	90	16	68	20	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250
Pendiméthaline	40487-42-1	ASE	EI radiomarqué adapté	92	22	95	16	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	2,5 à 160
Propyzamide	23950-58-5	ASE	EI radiomarqué adapté	92	16	109	13	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	2,5 à 160
Pyraclostrobine	175013-18-0	ASE	EI radiomarqué adapté	74	34	53	11	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250
Pyriméthanil	53112-28-0	ASE	EI radiomarqué adapté	88	15	108	23	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	2,5 à 160
Quinoxifen	124495-18-7	ASE	EI radiomarqué adapté	98	16	87	13	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	1,25 à 160
Spiroxamine	118134-30-8	ASE	EI radiomarqué adapté	61	53	67	17	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250
Tau-Fluvalinate	102851-06-9	ASE	EI radiomarqué adapté	118	30	98	31	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	6,25 à 160
Tébuconazole	107534-96-3	ASE	EI radiomarqué adapté	102	18	89	12	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250
Thiaméthoxam	153719-23-4	ASE	EI radiomarqué adapté	69	33	59	9	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250
Triadimenol	55219-65-3	ASE	EI radiomarqué adapté	101	13	99	9	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250
Trifloxystrobine	141517-21-7	ASE	EI radiomarqué adapté	109	18	99	7	GC/MSMS	Méthode interne selon XP X 43-059	Hexabromobenzène	5 à 160
Zoxamide	156052-68-5	ASE	EI radiomarqué adapté	87	26	65	8	LC/MSMS+	Méthode interne selon XP X 43-059	Simeton	6,25 à 250

Légende : (f) : rendement d'extraction retenu sur filtre quartz uniquement ; NE : non évaluée

**En rouge :** Capacité de rétention ou coefficient de variation peu satisfaisant

**En orange :** Capacité de rétention, rendement d'extraction ou coefficient de variation hors gamme mais acceptable

**En gris:** Substance ayant fait l'objet d'un développement spécifique par le laboratoire



## - Contrôle qualité et validation des résultats

Des blancs de terrain sont réalisés chez environ 10 % des foyers instrumentés. Le pyriméthanil est détecté pour 3 blancs de terrain sur 37 (soit 8,1 %). Dans ce cas, il est nécessaire de déterminer la limite de détection de la méthode (LODM) englobant l'analyse, le prélèvement et le traitement de l'échantillon. Cette LODM s'obtient en additionnant la moyenne des masses résiduelles observées avec trois fois l'écart-type des masses résiduelles (en considérant LOD/2 pour les résultats non détectés). Pour le pyriméthanil, la LOD initiale de 0,75 ng/g est donc remplacée par la valeur de la LODM de 1,91 ng/g.

Chaque séquence d'analyse d'échantillons comprend une gamme de calibration, des blancs analytiques et des contrôles qualités :

- des pré-contrôles de façon régulière au niveau de la détection et au niveau chromatographique et en amont de chaque série d'analyse ;
- des contrôles de l'étalonnage des chaînes de mesures analytique réalisés en routine ;
- des contrôles de la procédure analytique à l'aide de témoins réalisés pour les solvants ;
- vérification de l'intégration des pics de chaque molécule et les rapports de transitions permettant d'identifier la molécule ;
- vérification des taux de récupération des étalons internes et des traceurs d'injections.

Le Tableau 44 présente les contrôles réalisés pour les analyses d'air intérieur.

**Tableau 44 : Types de contrôles pour les analyses d'air intérieur. PestiRiv, France, 2021-2022**

Type	Modalités	Critères
Pré-contrôles de façon régulière au niveau de la détection	Auto tune des spectromètres de masse hebdomadaire en GC, à la suite d'une maintenance en LC.	
pré-contrôles au niveau chromatographique en amont de chaque série d'analyse	Vérification des temps de rétention et de la sensibilité par injection d'une solution d'étalonnage	
Contrôles de l'étalonnage des chaînes de mesures analytique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En GC-MS/MS : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gamme d'étalonnage mensuelle,</li> <li>- À chaque série d'analyse, injection d'un contrôle à la LOQ et d'un contrôle à un autre niveau tous les 5 échantillons</li> </ul> </li> <li>• En LC-MS/MS : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gamme d'étalonnage hebdomadaire,</li> <li>- À chaque série d'analyse, injection d'un contrôle à la LOQ et d'un contrôle à un autre niveau tous les 10 échantillons</li> </ul> </li> </ul>	Vérification du coefficient de corrélation : $R^2 > 99\%$ et biais $\pm 40\%$ à la LOQ et $\pm 15\%$ aux autres niveaux  Points de contrôle : $\pm 25\%$ ; pas de traçabilité des suivis de contrôle
Contrôles de la procédure analytique	Témoin de solvant à chaque nouveau lot de dichlorométhane (à froid)	<LOQ (<LOD)
	Témoin de solvant et de matériel (à chaud) chaque mois	<LOQ (<LOD)
	Vérification des intégrations de pics de chaque molécule et des rapports de	$\pm 30\%$ par rapport à la moyenne des ratios de l'étalonnage, en cas de non-respect prise en compte



Type	Modalités	Critères
	transitions (r) afin de confirmer l'identité de la molécule	des transitions de confirmation ou de quantification selon les rapports
	Vérifications des taux de récupération des étalons internes et des traceurs d'injection	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendement d'extraction des étalons internes d'extraction : entre 30 et 140 %</li> <li>- Rendement d'extraction des traceurs d'injection : entre 70 et 120 %</li> </ul>

#### - Critères de validation des mesures d'air intérieur

Le codage des données peut être A, W ou I. Il représente le jugement de l'appréciation de différents critères définis à l'échelle d'un échantillon ou d'une substance :

- code A pour les données conformes et validées ;
- code W pour les données présentant une non-conformité n'impactant pas les résultats ;
- code I pour les données invalides présentant une ou plusieurs non-conformités impactant les résultats.

Le codage final attribué à chaque résultat analytique à l'échelle d'une substance reprend le codage le plus dépréciatif obtenu parmi l'ensemble des critères.

L'ensemble des critères est présenté dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 45 : Critères de validation des mesures d'air intérieur. PestiRiv, France, 2021-2022**

Description de la donnée	Critère de validation	Action	Effet sur le résultat	Codage associé
Température des cartouches à réception	≤ 8 jours avec donnée de température renseignée ou mention « frais »	-	Conforme	A
	> 8 jours sans mention frais	Non-conformité mineure	Manque de connaissance sur les risques potentiels de dégradation, volatilisation ou contamination des cartouches	W
Délai de réception des cartouches	< 5 jours	-	Conforme	A
	[5-31] j	Non-conformité mineure	Manque de connaissance sur l'impact	W
	>31 J	Non-conformité majeure	Borne extrême, manque de connaissance	I
Durée de prélèvement	<1 J	Pas d'analyse	Invalide	I
	[1-5,25]	Résultats transmis au participant mais non exploitables	Invalide et inexploitable	I
	[5,25-9]	Résultats transmis au participant et exploitables	Conforme	A

Description de la donnée	Critère de validation	Action	Effet sur le résultat	Codage associé
	>9j	Non-conformité mineure	Résultat rendu avec une incertitude plus importante	W
Débit moyen	[3,8-4,2] l/min	Vérification de stabilité du débit et d'absence d'anomalies en cas de débit manquant	Conforme	A
	< 3,8 ou > 4,2		Impact possible sur la fraction granulométrique collecté sur filtre (PM <sub>2</sub> à PM <sub>3</sub> )	W
Volume de prélèvement	< 20 m <sup>3</sup>	Non-conformité majeure	Volume insuffisant qui entraîne LOD et LOQ trop élevées	I
	[20-28,7] m <sup>3</sup>	Non-conformité mineure	Volume faible avec LOD et LOQ plus élevé au maximum d'un facteur 2 comparé à un prélèvement de 40 m <sup>3</sup>	W
	[28,7-50] m <sup>3</sup>	-	Conforme	A
	>50 m <sup>3</sup>	Non-conformité mineure	Risque potentiel de perçage de la cartouche URG (perte lors du prélèvement)	W
Discordance des données sur la durée de prélèvement	Écart < 1 %	-	Conforme	A
	Écart de [1;5] % entre la durée effective et la durée calendaire enregistrée par la pompe	Non-conformité mineure	Recherche des causes et correction, classement en W sinon.	W
	Écart >5 % entre la durée effective et la durée calendaire enregistrée par la pompe.	Non-conformité majeure	Recherche des causes et correction, classement en I sinon.	I
Délai d'utilisation des cartouches conditionnées	≤ 1 mois	-	Conforme	A
	≤ 4,5 mois (137 jours)	-	Conforme sauf pour la deltaméthrine	A W <sup>(1)</sup>
Délai d'extraction	≤ 14 jours	-	Conforme	A
	> 14 jours	Non-conformité mineure	Résultat rendu avec une incertitude plus importante	W
Délai analyse (entre extraction et analyse)	≤ 31 jours (critère lanesco)	-	Conforme	A
	≤ 40 jours (délai norme)	-	Conforme	A
	[40-90] jours, tests laboratoire	-	Conforme selon tests complémentaires du laboratoire	A
	>90 jours	Non-conformité mineure	Résultat rendu avec une incertitude plus importante	W
Analyse du blanc de terrain (par substance)	<LOD pour chaque substance	-	Conforme	A
	≥ LOD	Vérification absence d'inversion entre blanc de	Détermination de l'impact sur les limites de détection et de quantification de la méthode (LODM/LOQM)	W <sup>(2)</sup>

Description de la donnée	Critère de validation	Action	Effet sur le résultat	Codage associé
		terrain et échantillon correspondant	pour la substance concernée	
Analyse substance	Absence de commentaire	-	Conforme	A
	Interférence matrice ou autres commentaires	Non-conformité mineure	Résultat rendu avec une incertitude plus importante	W
	Dilution de l'échantillon	Non-conformité mineure	Impact sur les LOD et LOQ	W
	Absence d'étalon interne	Non-conformité majeure	Invalidé, résultat non exploitable	I

(1) Codage W appliqué uniquement pour la deltaméthrine

(2) Codage appliqué pour la substance de l'échantillon associé au blanc

### *Aliments autoproduits*

#### - Méthodes d'extraction et d'analyse

Pour les substances analysées avec la méthode multi-résidus QuEChERS (laboratoire GIRPA), les substances sont extraites avant décongélation avec un mélange contenant 10 ml d'acétonitrile, de l'eau froide et le traceur d'extraction. Après agitation mécanique, le mélange est transféré dans un tube QuEChERS contenant le mélange  $MgSO_4/NaCl$ /sels.

Après agitation mécanique et centrifugation, un aliquote de l'extrait est ensuite analysé par LC-MS/MS (500 µl d'extrait + 10 µL acide formique 5 % dans l'acétonitrile + 10 µL de diuron D6 à 1 ppm dans l'acétonitrile + 480 µL d'eau ultra pure).

En parallèle, après agitation mécanique, un aliquote de l'extrait est préparé (3 grammes de matrice + 40 µL d'acide formique 5 % dans l'acétonitrile + 50 µL d'éthylène glycol), évaporé à sec puis mélangé à 3 ml d'acide d'éthyle et passé aux ultrasons. L'extrait est analysé en GC-MS/MS à partir d'1 ml d'acide d'éthyle et de 10 µL d'alachlore D13 à 5 ppm dans l'acide d'éthyle.

Pour l'analyse du glyphosate, du fosétyl-aluminium et de l'acide phosphoreux (méthode QuPPE ; laboratoire GIRPA), l'extraction des échantillons avant décongélation a été réalisée à l'aide de méthanol acidifié à 1 % en acide formique afin d'améliorer l'ionisation en spectrométrie de masse avant homogénéisation mécanique. Après une étape de centrifugation, l'analyse est réalisée en LC-MS/MS.

Pour l'analyse du cuivre (laboratoire UT2A), une prise d'essai représentative de l'échantillon est minéralisée en milieu acide nitrique à 69-70 % par un système de blocs chauffants. Le cuivre total est dosé par ICP-MS par étalonnage externe avec ajout d'un étalon interne, le rhodium.

#### - Caractéristiques et performances de l'analyse des échantillons d'aliments autoproduits

Le Tableau 46 présente les performances des méthodes de traitement des échantillons d'aliments autoproduits.

**Tableau 46 : Caractéristiques et performances des méthodes de traitement des aliments autoproduits. PestiRiv, France, 2021-2022**

Index	Nom de la substance active	N°CAS	Méthode d'extraction	Accréditation du laboratoire pour la méthode de traitement de l'échantillon (extraction et analyse) (O/N)	Marqueurs d'extraction utilisés	Marqueurs analytiques utilisés	Technique d'analyse mise en œuvre	Quantité de matière nécessaire à l'analyse (g d'aliment poids frais)	Limite de quantification (LOQ) (mg/kg pF)	Taux de récupération moyen (%)	Évaluation des effets matrice (O/N)	Domaine d'application de la méthode (en mg/kg pF)	
Laboratoire GIRPA													
1	Acrinathrine	101 007-06-1	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	GC/TQ/MSMS	10	0,01	99	O	0,010 à 20	
2	Ametoctradine	865318-97-4	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	91	O	0,010 à 20	
3	Amisulbrom	348635-87-0	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	80	O	0,010 à 20	
4	Azoxystrobine	131860-33-8	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	96	O	0,010 à 20	
5	Cyfluthrine, y compris d'autres mélanges de constituants isomères (somme des isomères)	68359-37-5	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	GC/TQ/MSMS	10	0,01	89	O	0,010 à 20	
6	Boscalid	188425-85-6	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	93	O	0,010 à 20	
7	Carbétamide (somme de carbétamide et de l'isomère S)	16118-49-3	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	96	O	0,010 à 20	
8	Chlorantraniliprole	500008-45-7	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	88	O	0,010 à 20	
9	Chlorpyrifos-méthyl	5598-13-0	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	GC/TQ/MSMS	10	0,01	86	O	0,010 à 20	
10	Cyazofamide	120116-88-3	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	95	O	0,010 à 20	
11	Cymoxanil	57966-95-7	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	89	O	0,010 à 20	
12	Cyperméthrine, incluant les autres mélanges d'isomères constitutifs (somme des isomères)	52315-07-8	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	GC/TQ/MSMS	10	0,01	86	O	0,010 à 20	
13	Cyprodinil	121552-61-2	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	GC/TQ/MSMS	10	0,01	91	O	0,010 à 20	
14	Deltaméthrine (cis-deltaméthrine)	52918-63-5	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	GC/TQ/MSMS	10	0,01	90	O	0,010 à 20	
15	Difénoconazole	119446-68-3	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	88	O	0,010 à 20	
16	Diméthomorphe (somme des isomères)	110488-70-5	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	93	O	0,010 à 20	
17	Esfenvalérate <sup>(1)</sup>	66230-04-4	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	GC/TQ/MSMS	10	0,01	91	O	0,010 à 20	
18	Etofenprox	80844-07-1	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	GC/TQ/MSMS	10	0,01	80	O	0,010 à 20	
19	Fenhexamid	126833-17-8	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	77	O	0,010 à 20	
20	Flumioxazine	103361-09-7	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	80	O	0,010 à 20	
21	Fluopicolide	239110-15-7	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	94	O	0,010 à 20	
22	Fluopyram	658066-35-4	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	95	O	0,010 à 20	
23	Fluxapyroxad	907204-31-3	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	80	O	0,010 à 20	
24	Folpel <sup>(2)</sup>	Folpel	133-07-3	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	GC/TQ/MSMS	10	0,01	94	O	0,010 à 20
25		phtalimide	85-41-6	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	80	O	0,010 à 20
26	Fosétyl-aluminium <sup>(3)</sup>	Fosétyl-aluminium	15845-66-6	QuPPE	O	Glufosinate D3	Glufosinate D3	LC/TQ/MSMS	10	0,05	101	O	0,030 à 100
27		Acide phosphoreux	13598-36-2	QuPPE	O			LC/TQ/MSMS	10	0,05	93	O	0,030 à 100
28	Glyphosate	1071-83-6	QuPPE	O	Glyphosate C13	Glyphosate C13	LC/TQ/MSMS	10	0,05	101	O	0,010 à 10	
29	Indoxacarb	173584-44-6	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	92	O	0,010 à 20	
30	Iprovalicarb	140923-17-7	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	94	O	0,010 à 20	
31	Kresoxim-méthyl	143390-89-0	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	98	O	0,010 à 20	
32	λ-cyhalothrine (y compris la γ-cyhalothrine) (somme des isomères R,S et S,R)	91465-08-6	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	GC/TQ/MSMS	10	0,01	93	O	0,010 à 20	
33	Mépanipyrin	110235-47-7	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	GC/TQ/MSMS	10	0,01	88	O	0,010 à 20	
34	Métalaxyl et métalaxyl-M (métalaxyl incluant d'autres mélanges d'isomères constituants, y compris le	57837-19-1	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	87	O	0,010 à 20	

Index	Nom de la substance active	N°CAS	Méthode d'extraction	Accréditation du laboratoire pour la méthode de traitement de l'échantillon (extraction et analyse) (O/N)	Marqueurs d'extraction utilisés	Marqueurs analytiques utilisés	Technique d'analyse mise en œuvre	Quantité de matière nécessaire à l'analyse (g d'aliment poids frais)	Limite de quantification (LOQ) (mg/kg pF)	Taux de récupération moyen (%)	Évaluation des effets matrice (O/N)	Domaine d'application de la méthode (en mg/kg pF)
	métalaxyl-M (somme des isomères))											
35	Métrafénone	220899-03-6	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	94	O	0,010 à 20
36	Myclobutanil	88671-89-0	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	93	O	0,010 à 20
37	Napropamide	15299-99-7	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	96	O	0,010 à 20
38	Oryzalin	19044-88-3	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	98	O	0,010 à 20
39	Pendiméthaline	40487-42-1	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	90	O	0,010 à 20
40	Propyzamide	23950-58-5	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	95	O	0,010 à 20
41	Pyraclostrobine	175013-18-0	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	92	O	0,010 à 20
42	Pyréthrine	8003-34-7	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	80	O	0,010 à 20
43	Pyriméthanil	53112-28-0	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	84	O	0,010 à 20
44	Quinoxifène	124495-18-7	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	GC/TQ/MSMS	10	0,01	89	O	0,010 à 20
45	Spiroxamine (somme des isomères)	118134-30-8	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	90	O	0,010 à 20
46	T-fluvalinate	102851-06-9	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	98	O	0,010 à 20
47	Tébuconazole	107534-96-3	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	96	O	0,010 à 20
48	Thiaméthoxam	153719-23-4	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	95	O	0,010 à 20
49	Triadiménol	55219-65-3	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	94	O	0,010 à 20
50	Trifloxystrobine	141517-21-7	QuEChERS	O	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	93	O	0,010 à 20
51	Zoxamide	156052-68-5	QuEChERS	N	Chlorpyrifos D10	Alachlore D13 et Diuron D6	LC/TQ/MSMS	10	0,01	93	O	0,010 à 20
Laboratoire UT2A												
52	Composés du cuivre (exprimés en cuivre total)	Cuivre total	7440-50-8	Minéralisation en milieu acide et chaud	N			ICP-MS	20	0,01	97	

NB : Il est à noter qu'afin d'être en accord avec les définitions réglementaires du résidu telles que définies par le règlement (CE) 396/2005, 8 substances non ciblées initialement (métabolites, produits de dégradation et isomères) mais nécessaires pour déterminer les niveaux de contamination des échantillons en substances d'intérêt ont été recherchées et analysées.

## - Contrôle qualité et validation des résultats

### **Bilan des contrôles qualité des mesures réalisées par le laboratoire GIRPA en charge de l'analyse des 51 substances (hors cuivre) dans les échantillons d'aliments autoproduits**

Pour chaque série d'analyse, le GIRPA met en œuvre des contrôles qualité internes sur les analyses en multi-résidus et en mono-résidus : analyse d'un blanc réactif et d'un blanc de matrice (concentration mesurée devant être inférieure la LOD), vérification du taux de récupération journalier (devant être compris entre 60 et 140 %), analyse d'un matériau de référence externe (MRE) avec z-score compris entre -2 et 2, suivi par cartes de contrôle de traceurs d'extraction.

Pour les échantillons dont l'analyse est positive ( $>LOQ$ ), des critères d'identification sont mis en place tels que la vérification des temps de rétention des composés (ne devant pas différer de plus de 0,1 min par rapport à ceux des étalons de la gamme) et des ratios d'ions obtenus par Multiple Reaction Monitoring (MRM), ne devant pas différer de plus de 30 % par rapport à ceux obtenus pour les étalons de la gamme.

Des réanalyses permettent de confirmer les résultats pour les échantillons positifs avec dépassement de Limite Maximale de Résidus (LMR).

Pour chaque méthode d'analyse, l'incertitude est calculée sur la base des données de validation, prenant en compte d'une part les données de reproductibilité intra-laboratoire et d'autre part le biais de la méthode, et en appliquant un facteur d'élargissement  $k=2$ . Elles sont comprises entre 11 % et 37 % selon les composés et l'incertitude reportée par le laboratoire est fixée à 50 %.

L'ensemble de ces critères sont en accord avec le Guide SANTE/11312\2021v2.

### **Bilan des contrôles qualité des mesures réalisées par le laboratoire UT2A en charge de l'analyse du cuivre dans les échantillons d'aliments autoproduits**

Dans le cadre de l'analyse du cuivre, le laboratoire a procédé à l'analyse de 10 blancs de minéralisation pour s'assurer que les teneurs mesurées sont inférieures au seuil de détection, permettant de valider que la contamination en cuivre des échantillons lors de la préparation et l'analyse est non significative.

Des solutions de contrôle qualité (QC) contenant 2  $\mu\text{g/L}$  de cuivre sont préparées à partir d'une solution étalon autre que celle utilisée pour la préparation des étalons et sont analysées régulièrement tout au long des séries d'analyses par ICP-MS. Ainsi, chaque série de mesures d'échantillons est encadrée par deux analyses de solution QC valides. Une carte de contrôle associée est fournie, permettant de valider les séries de mesures (validité et stabilité de l'étalonnage). De plus, un échantillon de référence certifié (CRM) de poudre de chou blanc est utilisé pour réaliser le contrôle qualité des conditions opératoires. Cinq répliques de ce CRM sont préparées et analysées dans les mêmes conditions opératoires et sont analysées dans toutes les séries d'analyses. La précision et la justesse des mesures est donc bien vérifiée.

Enfin un test de dopage en cuivre à 10  $\mu\text{g/L}$  est mis en œuvre sur dix matrices différentes afin d'évaluer les éventuels effets des matrices variées. Les taux de récupération mesurés sont conformes au critère de validation.

Les calculs d'incertitudes ( $k=2$ ) sont réalisés à partir des données de validation, sur la base du coefficient de variation de fidélité intermédiaire (reproductibilité intra-laboratoire) sur trois

niveaux et trois échantillons dont le CRM. Deux domaines d'incertitudes sont définis, l'un pour les concentrations basses et le second pour les concentrations hautes.

Les incertitudes calculées sont de 10 % pour les concentrations basses et de 31 % pour les concentrations hautes.

**Tableau 47 : Types de contrôles par série d'analyse pour les analyses d'aliments autoproduits. PestiRiv, France, 2021-2022**

Type	Modalités	Critères (Guide SANTE\11312\2021v2
Analyse d'un blanc réactif ou d'un blanc matrice		Concentration mesurée < LOD
Taux de récupération journalier		$60 \% \leq \text{taux de récupération} \leq 140 \%$
Analyse MRE		$-2 \leq \text{z-score} \leq 2$
Carte de contrôle des traceurs d'extraction	Dopage avec traceur d'extraction, afin de contrôler le bon déroulement de l'analyse.	Valeurs devant se trouver dans la zone de tolérance (bornes validées) de la carte de contrôle
Vérification du temps de rétention des composés	Pour les analyses positives (> LOQ)	Temps de rétention ne doit pas différer de plus de 0,1 min versus ceux des étalons de la gamme
Ratios d'ion obtenus par MRM	Pour les analyses positives (> LOQ)	Ratio ne devant pas différer de plus de 30 % versus ceux obtenus pour les étalons de la gamme
Réanalyses	Pour analyses positives dépassant la LMR	-



# ANNEXE 9 : VARIABLES UTILISÉES POUR LES CALCULS DES POIDS DE SONDAGE DES PARTICIPANTS

## Liste des variables disponibles pour les ménages tirés au sort

Libellé de la variable
Indicatrice de perception de bénéfices agricoles d'au moins une personne dans le logement
Indicatrice de ménage pauvre à 60 % en 2018
Indicatrice de logement social
Indicatrice de présence (1) ou non (0) d'enfants d'âge 3-17 ans dans le ménage
Type de local
Déciles de Niveau de vie 2018
Décile de revenu fiscal 2019 avant abattements
Occupation du local (propriétaire, locataire, vacant...)
Décile de Revenu disponible monétaire 2018
Situation matrimoniale en fin d'année n-1 pour la personne de référence
Situation matrimoniale en début d'année n-1 pour la personne de référence
Type de ménage fiscal
Indicatrice de quartier politique de la ville
Indicatrice perception APL en 2018
Indicatrice perception minima sociaux en 2018
Région de la résidence principale
Typologie de commune de rattachement de site
Sexe de la personne de référence
Âge de la personne de référence
Indicatrice perception allocation-chômage ou préretraite de la personne de référence
Indicatrice perception salaire de la personne de référence
Indicatrice perception pension alimentaire de la personne de référence
Indicatrice perception pension de la personne de référence
Mail présent dans la base initiale
Nombre de téléphones disponibles pour une adresse après enrichissement
Nombre de téléphone fixe pour une adresse
Lieu de naissance de la personne de référence
Nombre de personnes du logement
Nombre d'enfants âgés entre 0 ans et 17 ans au moment du tirage
Numéro mobile disponible pour l'adresse
Type de téléphone disponible
Situation matrimoniale en fin d'année n-1 pour la personne de référence
Situation matrimoniale en début d'année n-1 pour la personne de référence
Statut de la commune

Degré de densité de la commune
médiane du niveau de vie de la commune
Indice de défavorisation sociale (Fdep)
Part des résidences principales (hors studio de 1 personne) suroccupées 2019
Part des résidences secondaires (y compris les logements occasionnels) dans le total des logements 2019
Part des maisons dans le total des logements 2019
Part des propriétaires dans les résidences principales 2019
Part des locataires HLM dans les résidences principales 2019
Part des agriculteurs exploitants dans le nb d'emplois au LT 2019
Part des ouvriers dans le nb d'emplois au LT 2019
Part des diplômés d'un BAC+5 ou plus dans la pop. non scolarisée de 15 ans ou + 2019
Part des non ou peu diplômés dans la pop. non scolarisée de 15 ans ou + 2019
Part des jeunes non insérés 2018
Part des familles monoparentales 2019
Part des familles avec 3 enfants ou plus de - de 25 ans 2019
Taux d'activité par tranche d'âge 2019

## Liste des variables disponibles pour les adultes tirés au sort

Libellé de la variable
Sexe de la personne tirée au sort
Indicatrice de perception de bénéfices agricoles
Indicatrice perception allocation-chômage ou préretraite
Indicatrice perception salaire
Indicatrice perception pension alimentaire
Indicatrice perception pension
Lieu de naissance de la personne tirée au sort
Situation matrimoniale en fin d'année n-1 pour la personne tirée au sort
Situation matrimoniale en début d'année n-1 pour la personne tirée au sort

# ANNEXE 10 : CALCULS DES POIDS DE SONDAGE POUR LES MESURES D'IMPRÉGNATIONS

## *Poids de sondage en période de non-traitement des vignes*

En période de non-traitement des vignes (période hors épandage – PHE), seuls les riverains de vignes ont été enquêtés. Les probabilités d'inclusion initiales sont celles des ménages enquêtés dans les zones viticoles en automne/hiver 2021. Lors de cette première période de l'étude, seuls les ménages constituant l'échantillon principal (P) et la réserve 1 (R1) ont été contactés afin d'atteindre l'objectif en matière d'inclusion.

La probabilité d'inclusion d'un ménage  $m$  de la strate  $h$  est donnée par la formule ci-dessous :

$$\pi_{m,PHE\_Riv}^h = \frac{n_{m,PHE\_Riv}^h + n_{m,R1PHE\_Riv}^h}{N_{m,Riv}^h}$$

Où :

$n_{m,PHE\_Riv}^h$  : nombre de ménages tirés au sort dans la strate  $h$  de l'échantillon principal de la période de non-traitement (PHE)

$n_{m,R1PHE\_Riv}^h$  : nombre de ménages tirés au sort dans la strate  $h$  de l'échantillon de réserve 1 de la PHE

$N_{m,Riv}^h$  : Nombre total de ménages dans la strate  $h$  ( $h = 1, \dots, 40$  pour l'échantillon des adultes et  $h = 1, \dots, 20$  pour l'échantillon des enfants) dans la zone viticole

Le poids de sondage initial d'un ménage est donné par la formule ci-dessous :

$$Poids_m^h = \frac{1}{\pi_{m,PHE\_Riv}^h}$$

## **Échantillon des adultes**

Pour l'échantillon des adultes, 4 065 adresses de ménages ont été mises sur le terrain. Ces 4 065 adresses de ménages ont été classées, en fin du terrain, en trois catégories, 1 120 ménages répondants, 2 796 ménages non-répondants (inéligibles, injoignables, refus) et 149 ménages hors-champs (pas de résidence principale à cette adresse). Les 149 ménages hors-champs ont été exclus de l'étape de la correction de la non-réponse.

En appliquant la méthode des GRH décrite en 6.1, treize groupes de réponse homogène ont été constitués en utilisant les probabilités de réponses issues du modèle de régression logistique contenant les variables explicatives suivantes :

- les déciles de niveau de vie en 2018 ;
- type de local (Maison, appartement) ;
- occupation du local (propriétaire, locataire, occupation à titre gratuit) ;
- type de ménage fiscal (Homme seul, Femme seule, Couple sans enfant, Couple avec enfant, Famille monoparentale, Autre) ;
- âge de la personne de référence ;
- part des diplômés d'un Bac+5 ou plus dans la population de 15 ans ou plus en 2019
- indicatrice de logement social (Oui, Non) ;

- degré de densité de la commune (commune densément peuplée, densité intermédiaire, peu dense, très peu dense)<sup>70</sup> ;
- l'indice de désavantage social (FDEP) ;
- Sexe de la personne de référence ;
- Type de téléphone disponible (Pas de téléphone, uniquement fixe, uniquement mobile, fixe et mobile) ;
- Surface de la vigne en hectare ;
- Surface totale du logement.

Dans chaque GRH, les probabilités de répondre sont estimées comme la part des répondants pondérée par les poids du plan de sondage.

Pour un GRH  $k$ , le taux de réponse observé est donné par la formule ci-dessous :

$$TXREP_k = \frac{\sum \text{ménages répondants du GRH } k \text{ } Poids_m^h}{\sum \text{ménages du GRH } k \text{ } Poids_m^h}$$

Ce taux de réponse est utilisé pour ajuster le poids de sondage initial de chaque ménage répondant au sein de GRH  $k$ . Les poids ajustés sont obtenus pour les 1 120 ménages répondants comme le poids du plan de sondage initial divisé par le taux de réponse observé dans le GRH  $k$ .

$$Poids_{R_m^h} = \frac{Poids_m^h}{TXREP_k}$$

Le poids de sondage au niveau unité individu au sein de chaque ménage  $m$  répondant est obtenu en multipliant le poids du ménage par le nombre d'adultes éligibles au sien du même ménage  $n_{elig\_adult_m}$ .

$$Poids_{adult_i^{h,m}} = Poids_{R_m^h} \times n_{elig\_adult_m}$$

Pour les adultes, parmi les 1 120 adultes tirés au sort 800 adultes ont réalisé la collecte des urines. Les 320 adultes restants ont été classés comme des non-répondants pour la collecte des urines car ils ont refusé la participation à l'enquête dès l'étape du tirage au sort ou ils ont accepté de participer sans réaliser l'ensemble des étapes du protocole de l'enquête. Afin de compenser la non-réponse de ces 320 adultes, nous avons rehaussé le poids des 800 adultes répondants en utilisant la même méthode des GRH utilisée au niveau ménage.

À partir des scores résultant du modèle de régression logistique contenant les variables explicatives ci-dessous, sept groupes de réponses homogènes ont été créés :

- les déciles de niveau de vie en 2018 ;
- type de local (Maison, appartement) ;
- âge de l'adulte tiré au sort ;
- part des diplômés d'un Bac+5 ou plus dans la population de 15 ans ou plus en 2019 ;
- part des familles monoparentales en 2019 ;
- part des jeunes non insérés en 2018 ;
- statut de la commune (Banlieue, Ville-centre, Hors unité urbaine, Ville isolée) ;
- sexe de l'adulte tiré au sort ;
- lieu de naissance de l'adulte tiré au sort ;
- vague de la période d'inclusion.

---

<sup>70</sup> Grille Insee 2022

Le taux de réponse observé dans chaque GRH est donné par la formule ci-dessous :

$$TXREP\_adult_i = \frac{\sum_{Adultes\ répondants\ du\ GRH\ K} Poids\_adult_i^{h,m}}{\sum_{Adultes\ du\ GRH\ K} Poids\_adult_i^{h,m}}$$

À l'issue de cette étape de correction de la non-réponse au niveau individu, chaque adulte participant se voit affecté du poids corrigé du ménage dans lequel il est sélectionné et de son poids ajusté en fonction des caractéristiques des adultes non participants. Le poids de sondage d'un adulte participant est donné par :

$$Poids\_adult\_R_i^{h,m} = \frac{Poids\_adult_i^{h,m}}{TXREP\_adult_i}$$

Ce jeu de poids au niveau adulte a été calé et tronqué afin de réduire sa dispersion. Les variables de calage sont :

- l'âge en quatre classes (18-34 ans, 35-49 ans, 50-69 ans, 70-79 ans) ;
- la situation matrimoniale en trois classes (Marié/Pacsé, Célibataire, Divorcé/Veuf/Personne à charge) ;
- le sexe en deux classes (Homme, Femme).

La distribution de ce jeu de poids est donnée dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 48 : Distribution des jeux de poids calculés pour les adultes. PestiRiv, France, 2021-2022**

Paramètres	Pondérations corrigées de la non-réponse	Pondération calée	Pondération tronquée
Écart-type	257,6	396,3	178,9
Variance	66347,0	157070,0	31989,0
Intervalle	3764,0	8477,0	590,5
Écart interquartile	152,9	192,5	259,9
Moyenne	162,1	194,4	194,4
Médiane	85,6	92,0	124,2
Mode	110,9	92,0	124,2
Coeff Variation	158,9	203,9	92,0
100Max 100%	3770,0	8483,0	608,6
99%	1110,0	1325,0	591,5
95%	536,8	663,8	559,2
90%	382,4	456,4	507,9
75% Q3	186,0	227,3	306,8
50% Médiane	85,6	92,0	124,2
25% Q1	33,1	34,7	46,9
10%	18,0	18,0	21,9
5%	13,5	12,9	18,7
1%	8,9	8,9	18,2
0% Min	6,0	5,8	18,1
Max-Min	3764,0	8477,2	590,5
MAX/MIM	629,5	1464,5	33,7
P95/P5	39,8	51,5	29,8
P75/P25	5,6	6,5	6,5

Le jeu de poids tronqué est utilisé pour l'ensemble des analyses statistiques.

## Échantillon des enfants

Pour l'échantillon des enfants, 1 986 adresses de ménages avec au moins un enfant âgé de 3 à 17 ans ont été mises sur le terrain. Ces 1 986 adresses de ménages avec au moins un enfant âgé de 3 à 17 ans ont été classées, à l'issue du terrain, en trois catégories, 554 ménages répondants, 1 365 ménages non-répondants et 67 ménages hors-champs. Les 67 ménages hors-champs ont été exclus de l'étape de la correction de la non-réponse.

En appliquant la méthode des GRH décrite en 6.1, dix groupes de réponse homogène ont été constitués en utilisant les probabilités de réponses issues du modèle de régression logistique contenant les variables explicatives suivantes :

- les déciles de niveau de vie en 2018 ;
- type de local (Maison, appartement) ;
- âge de la personne de référence ;
- sexe de la personne de référence ;
- famille monoparentale ;
- part des non ou peu diplômés dans la population de 15 ans ou plus en 2019 ;
- indicatrice de logement social (Oui, Non) ;
- degré de densité de la commune (commune densément peuplée, densité intermédiaire, peu dense, très peu dense) ;
- part des ouvriers dans le nombre d'emplois au lieu de travail 2019 ;
- type de téléphone disponible (Pas de téléphone, uniquement fixe, uniquement mobile, fixe et mobile) ;
- surface de la vigne en hectare.

Dans chaque GRH, les probabilités de répondre sont estimées comme la part des répondants pondérée par les poids du plan de sondage.

Pour un GRH  $k$ , le taux de réponse observé est donné par la formule ci-dessous :

$$TXREP_k = \frac{\sum_{\text{ménages avec enfant répondants du GRH } k} Poids_m^h}{\sum_{\text{ménages avec enfant du GRH } k} Poids_m^h}$$

Ce taux de réponse est utilisé pour ajuster le poids de sondage initial de chaque ménage avec au moins un enfant âgé de 3 à 17 ans répondant au sein de GRH  $k$ . Les poids ajustés sont obtenus pour les 599 ménages répondants comme le poids du plan de sondage initial divisé par le taux de réponse observé dans le GRH  $k$ .

$$Poids_{R_m}^h = \frac{Poids_m^h}{TXREP_k}$$

Le poids de sondage au niveau de l'enfant au sein de chaque ménage  $m$  répondant est obtenu en multipliant le poids du ménage par le nombre d'enfants âgés de 3 à 17 ans éligibles  $n_{elig\_enf_m}$ .

$$Poids_{enf_i}^{h,m} = Poids_{R_m}^h \times n_{elig\_enf_m}$$

Pour les adultes, parmi les 554 enfants tirés au sort seulement 338 enfants ont réalisé la collecte des urines. Les 216 enfants restants ont été classés comme des non-répondants car l'un de leurs représentants légaux a refusé leur participation à l'enquête dès l'étape du tirage au sort ou ils ont réalisé uniquement certaines étapes du protocole de l'enquête. Afin de compenser la non-réponse de ces 216 enfants, nous avons rehaussé le poids des 338 enfants répondants en utilisant la même méthode des GRH utilisée au niveau ménage. À partir des

scores résultant du modèle de régression logistique contenant les variables explicatives ci-dessous, sept groupes de réponses homogènes ont été créés :

- les déciles de niveau de vie en 2018 ;
- type de local (Maison, appartement) ;
- sexe de l'enfant tiré au sort ;
- part des maisons dans le total des logements en 2019 ;
- part des ouvriers dans le nombre d'emplois au lieu de travail 2019 ;
- statut de la commune (Banlieue, Ville-centre, Hors unité urbaine, Ville isolée) ;
- âge de la personne de référence du ménage ;
- lieu de naissance de la personne de référence du ménage ;
- la région ;
- surface totale du logement.

Le taux de réponse observé dans chaque GRH est donné par la formule ci-dessous :

$$TXREP\_enf_i = \frac{\sum_{\text{enfants répondants du GRH } K} Poids\_enf_i^{h,m}}{\sum_{\text{enfants du GRH } K} Poids\_enf_i^{h,m}}$$

À l'issue de cette étape de correction de la non-réponse au niveau individu, chaque enfant participant se voit affecté du poids corrigé du ménage dans lequel il est sélectionné et de son poids ajusté en fonction des caractéristiques des enfants non participants. Le poids de sondage d'un enfant participant est donné par :

$$Poids\_enf\_R_i^{h,m} = \frac{Poids\_enf_i^{h,m}}{TXREP\_enf_i}$$

Ce jeu de poids au niveau enfant a été calé et tronqué afin de réduire sa dispersion. Une seule variable de calage a été utilisée :

- l'âge en quatre classes (3-6 ans, 7-10 ans, 11-14 ans, 15-17 ans)

La distribution de ce jeu de poids est donnée dans le tableau ci-dessous :



**Tableau 49 : Distribution des jeux de poids des enfants. PestiRiv, France, 2021-2022**

Paramètres	Pondérations corrigées de la non-réponse	Pondération calée	Pondération tronquée
Écart-type	198,9	196,3	89,7
Variance	39550,0	38535,0	8043,0
Intervalle	2689,0	2516,0	285,7
Écart interquartile	93,8	99,3	127,6
Moyenne	98,9	105,8	105,8
Médiane	58,5	62,2	79,9
Mode	100,5	120,0	154,1
Coeff Variation	201,1	185,6	84,8
100 Max 100%	2694,0	2522,0	295,4
99%	495,0	547,6	291,7
95%	287,3	295,7	282,5
90%	222,7	247,4	262,5
75% Q3	114,0	120,8	155,2
50% Médiane	58,5	62,2	79,9
25% Q1	20,2	21,5	27,6
10%	12,9	13,5	17,4
5%	8,7	9,5	12,1
1%	5,7	6,5	10,0
0% Min	4,3	5,1	9,7
Max-Min	2689,7	2516,9	285,7
MAX/MIM	631,8	495,4	30,3
P95/P5	32,9	31,1	23,3
P75/P25	5,7	5,6	5,6

Le jeu de poids tronqué est utilisé pour l'ensemble des analyses statistiques.

*Poids de sondage en période de traitement en zones viticoles :*

Pour la période de traitement des vignes (période d'épandage - PE) en zone viticole, les probabilités d'inclusion initiales sont celles des ménages enquêtés au printemps 2022 en zone viticole pour la 1<sup>re</sup> fois et les ménages déjà enquêtés en zone viticole en période hors épandage (PHE) et réenquêtés en période d'épandage (PE). Les échantillons de ménages enquêtés pour atteindre l'objectif en matière d'inclusion sont :

- les ménages constituant l'échantillon principal (P) et l'échantillon de réserve 1 (R1) de la période hors épandage. Les échantillons de toutes les strates de la réserve 1 ont été utilisés ;
- les ménages constituant l'échantillon principal (P), l'échantillon de réserve 1 (R1) et de réserve 2 (R2) de la période d'épandage et certains échantillons des strates de la réserve 3.

La probabilité d'inclusion d'un ménage  $m$  de la strate  $h$  dans la zone viticole est donnée par la formule ci-dessous :

$$\pi_{m,PE\_Riv}^h = \frac{n_{m,P_{PHE\_Riv}}^h + n_{m,R1_{PHE\_Riv}}^h + n_{m,P_{PE\_Riv}}^h + n_{m,R1_{PE\_Riv}}^h + n_{m,R2_{PE\_Riv}}^h + n_{m,R3_{PE\_Riv}}^h}{N_{m,Riv}^h}$$

Où

$n_{m,P_{PHE\_Riv}}^h$  : nombre de ménages tirés au sort dans la strate  $h$  de l'échantillon principal de la PHE en zone viticole

$n_{m,R1_{PHE\_Riv}}^h$  : nombre de ménages tirés au sort dans la strate  $h$  de l'échantillon de réserve 1 de la PHE en zone viticole

$n_{m,P_{PE\_Riv}}^h$  : nombre de ménages tirés au sort dans la strate  $h$  de l'échantillon principal de la PE en zone viticole

$n_{m,R1_{PE\_Riv}}^h$  : nombre de ménages tirés au sort dans la strate  $h$  de l'échantillon de réserve 1 de la PE en zone viticole

$n_{m,R2_{PE\_Riv}}^h$  : nombre de ménages tirés au sort dans la strate  $h$  de l'échantillon de la réserve 2 de la PE en zone viticole

$n_{m,R3_{PE\_Riv}}^h$  : nombre de ménages tirés au sort dans certaines strates  $h$  de l'échantillon de la réserve 3 de la PE en zone viticole

Le poids de sondage initial d'un ménage est donné par la formule ci-dessous :

$$Poids_{PE\_Riv}_m^h = \frac{1}{\pi_{m,PE\_Riv}^h}$$

## Échantillon des adultes

Pour l'échantillon des adultes, 7 957 adresses de ménages ont été mises sur le terrain – sont comptées ici les 4 065 adresses mises sur le terrain en PHE et les 3 892 nouvelles adresses mises sur le terrain en PE. Ces 7 957 adresses de ménages ont été classées, en fin de terrain, en trois catégories 2 187 ménages répondants, 5 351 ménages non-répondants et 419 ménages hors-champs. Les 419 ménages hors-champs ont été exclus de l'étape de la correction de la non-réponse.

En appliquant la méthode des GRH décrite en 6.1, douze groupes de réponse homogène ont été constitués en utilisant les probabilités de réponses issues du modèle de régression logistique contenant les variables explicatives suivantes :

- les déciles de niveau de vie en 2018 ;
- type de local (Maison, appartement) ;
- occupation du local (propriétaire, locataire, occupation à titre gratuit) ;
- indicatrice perception allocation-chômage ou préretraite de la personne de référence ;
- indicatrice perception salaire de la personne de référence ;
- indicatrice perception pension alimentaire de la personne de référence ;
- âge de la personne de référence ;
- sexe de la personne de référence ;
- lieu de naissance de la personne de référence ;
- type de ménage fiscal (Homme seul, Femme seule, Couple sans enfant, Couple avec enfant, Famille monoparentale, Autre) ;
- part des propriétaires dans les résidences principales 2019 ;
- part des agriculteurs exploitants dans le nb d'emplois au LT 2019 ;
- part des non ou peu diplômés dans la pop. non scolarisée de 15 ans ou + 2019 ;
- part des ouvriers dans le nombre d'emplois au lieu de travail 2019 ;
- indicatrice de logement social (Oui, Non) ;
- degré de densité de la commune (commune densément peuplée, densité intermédiaire, peu dense, très peu dense) ;
- surface de la vigne en hectare ;
- surface totale du logement ;
- type de téléphone disponible (Pas de téléphone, uniquement fixe, uniquement mobile, fixe et mobile).

Dans chaque GRH, les probabilités de répondre sont estimées comme la part des répondants pondérée par les poids du plan de sondage.

Pour un GRH  $k$ , le taux de réponse observé est donné par la formule ci-dessous :

$$TXREP\_Riv_k = \frac{\sum_{\text{ménages répondants du GRH } k} Poids\_PE\_Riv_m^h}{\sum_{\text{ménages du GRH } k} Poids\_PE\_Riv_m^h}$$

Ce taux de réponse est utilisé pour ajuster le poids de sondage initial de chaque ménage répondant au sien de GRH  $k$ . Les poids ajustés sont obtenus pour les 2 187 ménages répondants comme le poids du plan de sondage initial divisé par le taux de réponse observé dans le GRH  $k$ .

$$Poids\_PE\_Riv\_R_m^h = \frac{Poids\_PE\_Riv_m^h}{TXREP\_Riv_k}$$

Le poids de sondage au niveau adulte au sein de chaque ménage  $m$  répondant est obtenu en multipliant le poids du ménage par le nombre d'adultes éligibles au sein du même ménage  $n\_elig\_adult_m$ .

$$Poids\_PE\_Riv\_adult_i^{h,m} = Poids\_PE\_Riv\_R_m^h \times n\_elig\_adult_m$$

Pour les adultes, parmi les 2 187 adultes tirés au sort (1 120 en PHE et 1 067 nouveaux adultes tirés au sort en PE), 1 284 adultes ont réalisé la collecte des urines. Les 903 adultes restants ont été classés comme des non-répondants car ils ont refusé la participation à l'enquête dès l'étape du tirage au sort ou ils ont accepté de participer sans réaliser l'ensemble des étapes du protocole de l'enquête ou ont accepté de participer uniquement à la phase hors épandage. Afin de compenser la non-réponse de ces 903 adultes, nous avons rehaussé le poids des 1 284 adultes répondants en utilisant la même méthode des GRH utilisée au niveau ménage. À partir des scores résultant du modèle de régression logistique contenant les variables explicatives ci-dessous, neuf groupes de réponses homogènes ont été créés :

- âge de l'adulte tiré au sort ;
- sexe de l'adulte tiré au sort ;
- lieu de naissance de l'adulte tiré au sort ;
- indicatrice de perception d'allocation-chômage ou préretraite de la personne tirée au sort ;
- type de local (Maison, appartement) ;
- occupation du local (propriétaire, locataire, occupation à titre gratuit) ;
- indicatrice de logement social (Oui, Non) ;
- part des propriétaires dans les résidences principales 2019 ;
- part des non ou peu diplômés dans la pop. non scolarisée de 15 ans ou + 2019 ;
- part des ouvriers dans le nombre d'emplois au lieu de travail 2019 ;
- degré de densité de la commune (commune densément peuplée, densité intermédiaire ;
- médiane du niveau de vie de la commune ;
- famille monoparentale.

Le taux de réponse observé dans chaque GRH est donné par la formule ci-dessous :

$$TXREP\_PE\_adult_i = \frac{\sum_{\text{Adultes répondants du GRH } k} Poids\_PE\_Riv\_adult_i^{h,m}}{\sum_{\text{Adultes du GRH } k} Poids\_PE\_Riv\_adult_i^{h,m}}$$

À l'issue de cette étape de correction de la non-réponse au niveau individu, chaque adulte participant se voit affecté du poids corrigé du ménage dans lequel il est sélectionné et de son poids ajusté en fonction des caractéristiques des adultes non participants. Le poids de sondage d'un adulte participant est donné par :

$$Poids_{PE\_Riv\_adult\_R_i^{h,m}} = \frac{Poids_{PE\_Riv\_adult_i^{h,m}}}{TXREP_{PE\_adult_i}}$$

Ce jeu de poids au niveau adulte a été calé et tronqué afin de réduire sa dispersion. Les variables de calage sont :

- l'âge en quatre classes (18-34 ans, 35-49 ans, 50-69 ans, 70-79 ans) ;
- la situation matrimoniale en trois classes (Marié/Pacsé, Célibataire, Divorcé/veuf/personne à charge) ;
- le sexe en deux classes (Homme, Femme).

La distribution de ce jeu de poids est donnée dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 50 : Distribution du jeu de poids des adultes de zones viticoles. PestiRiv, France, 2021-2022**

Paramètres	Pondérations corrigées de la non-réponse	Pondération calée	Pondération tronquée
<b>Moyenne</b>	100,0	121,2	121,2
<b>Ecart-type</b>	140,8	205,0	108,4
<b>coefficient variation</b>	140,8	169,2	89,4
<b>Écart interquartile</b>	100,9	118,0	162,1
<b>Médiane</b>	52,6	59,5	81,7
<b>Minimum</b>	2,4	2,2	12,1
<b>Maximum</b>	1559,1	3393,3	405,6
<b>Max-Min</b>	1556,8	3391,2	393,6
<b>Max/Min</b>	653,6	1562,4	33,6
<b>P95/P5</b>	41,4	48,1	25,9
<b>P75/P25</b>	5,8	6,2	6,2
<b>P1</b>	5,2	5,4	12,1
<b>P5</b>	8,7	8,4	12,1
<b>P10</b>	11,7	11,7	13,3
<b>1er quartile</b>	20,9	22,7	31,1
<b>Médiane</b>	52,6	59,5	81,7
<b>3e quartile</b>	121,8	140,7	193,2
<b>P90</b>	227,0	271,9	310,5
<b>P95</b>	361,0	406,2	312,3
<b>P99</b>	661,8	999,6	372,4

Ce jeu de poids est utilisé pour analyser les données de la période de traitement des vignes (description de la population riveraine, distribution de l'imprégnation dans la zone viticole en période de traitement, etc.). Il sera également utilisé pour comparer l'imprégnation en zone viticole et non viticole en période de traitement.

## Échantillon des enfants

### *Poids de sondage en période épandage zone non viticole*

Pour la période d'épandage (PE) en zone non viticole (« non-riverains » - NRiv), les ménages constituant l'ensemble des échantillons principal (P) et les trois échantillons de réserves (R1, R2 et R3) ont été contactés afin d'atteindre l'objectif en matière d'inclusion. Les échantillons de toutes les strates des réserves ont été utilisés.

La probabilité d'inclusion d'un ménage  $m$  de la strate  $h$  dans la zone non viticole est donnée par la formule ci-dessous :

$$\pi_{m,PE\_NRiv}^h = \frac{n_{m,P_{PE\_NRiv}}^h + n_{m,R1_{PE\_NRiv}}^h + n_{m,R2_{PE\_NRiv}}^h + n_{m,R3_{PE\_NRiv}}^h}{N_{m,NRiv}^h}$$

Où

$n_{m,P_{PE\_NRiv}}^h$  : nombre de ménages tirés au sort dans la strate  $h$  de l'échantillon principal de la PE dans la zone non viticole

$n_{m,R1_{PE\_NRiv}}^h$  : nombre de ménages tirés au sort dans la strate  $h$  de l'échantillon de réserve 1 de la PE dans la zone non viticole

$n_{m,R2_{PE\_NRiv}}^h$  : nombre de ménages tirés au sort dans la strate  $h$  de l'échantillon de réserve 2 de la PE dans la zone non viticole

$n_{m,R3_{PE\_NRiv}}^h$  : nombre de ménages tirés au sort dans la strate  $h$  de l'échantillon de réserve 3 la PE dans la zone non viticole

$N_{m,NRiv}^h$  : nombre total de ménages dans la strate  $h$  ( $h=1, \dots, 20$ ) dans la zone non riveraine

Le poids de sondage initial d'un ménage de la zone non viticole est donné par la formule ci-dessous :

$$Poids\_PE\_NRiv_m^h = \frac{1}{\pi_{m,PE\_NRiv}^h}$$

## Échantillon des adultes

Pour l'échantillon des adultes, 4 460 adresses de ménages ont été mises sur le terrain. Ces 4 460 adresses de ménages ont été classées, en fin du terrain, en trois catégories, 722 ménages répondants, 3 236 ménages non-répondants et 502 ménages hors-champs. Les 502 ménages hors-champs ont été exclus de l'étape de la correction de la non-réponse.

En appliquant la méthode des GRH décrite en 6.1, treize groupes de réponse homogène ont été constitués en utilisant les probabilités de réponses issues du modèle de régression logistique contenant les variables explicatives suivantes :

- type de local (Maison, appartement) ;
- occupation du local (propriétaire, locataire, occupation à titre gratuit) ;
- indicatrice de ménage pauvre à 60 % en 2018 ;
- indicatrice de perception de salaire de la personne de référence ;
- âge de la personne de référence ;
- sexe de la personne de référence ;
- lieu de naissance de la personne de référence ;
- situation matrimoniale de la personne de référence ;
- part des propriétaires dans les résidences principales 2019 ;
- part des non ou peu diplômés dans la population de 15 ans ou plus en 2019 ;
- part des familles monoparentales 2019 ;
- indicatrice de présence d'enfant.

- degré de densité de la commune (commune densément peuplée, densité intermédiaire, peu dense, très peu dense) ;
- type de téléphone disponible (Pas de téléphone, uniquement fixe, uniquement mobile, fixe et mobile).

Dans chaque GRH, les probabilités de répondre sont estimées comme la part des répondants pondérée par les poids du plan de sondage.

Pour un GRH  $k$ , le taux de réponse observé est donné par la formule ci-dessous :

$$TXREP\_NRiv_k = \frac{\sum_{\text{ménages répondants du GRH } k} Poids\_PE\_NRiv_m^h}{\sum_{\text{ménages du GRH } k} Poids\_PE\_NRiv_m^h}$$

Ce taux de réponse est utilisé pour ajuster le poids de sondage initial de chaque ménage répondant au sein de GRH  $k$ . Les poids ajustés sont obtenus pour les 722 ménages répondants comme le poids du plan de sondage initial divisé par le taux de réponse observé dans le GRH  $k$ .

$$Poids\_PE\_NRiv\_R_m^h = \frac{Poids\_PE\_NRiv_m^h}{TXREP\_NRiv_k}$$

Le poids de sondage au niveau unité individu au sein de chaque ménage  $m$  répondant est obtenu en multipliant le poids du ménage par le nombre d'adultes éligibles au sien du même ménage  $n\_elig\_adult_m$ .

$$Poids\_NRiv\_adult_i^{h,m} = Poids\_PE\_NRiv\_R_m^h \times n\_elig\_adult_m$$

Pour les adultes, parmi les 722 adultes tirés au sort seulement 434 adultes ont réalisé la collecte des urines. Les 288 adultes restants ont été classés comme des non-répondants car ils ont refusé la participation à l'enquête dès l'étape du tirage au sort ou ils ont accepté de participer sans réaliser l'ensemble des étapes du protocole de l'enquête. Afin de compenser la non-réponse de ces 288 adultes, nous avons rehaussé le poids des 434 adultes répondants en utilisant la même méthode des GRH utilisée au niveau ménage.

À partir des scores résultant du modèle de régression logistique contenant les variables explicatives ci-dessous, quatre groupes de réponses homogènes ont été créés :

- indicatrice de ménage pauvre à 60 % en 2018 ;
- type de local (Maison, appartement) ;
- occupation du local (propriétaire, locataire, occupation à titre gratuit) ;
- âge de l'adulte tiré au sort ;
- sexe de l'adulte tiré au sort ;
- lieu de naissance de l'adulte tiré au sort ;
- situation matrimoniale de la personne tirée au sort ;
- indicatrice de perception d'allocation-chômage ou préretraite de la personne tirée au sort ;
- part des locataires HLM dans les résidences principales 2019 ;
- part des non ou peu diplômés dans la population de 15 ans ou plus en 2019 ;
- indicatrice de logement social (Oui, Non) ;
- part des familles monoparentales en 2019.

Le taux de réponse observé dans chaque GRH est donné par la formule ci-dessous :

$$TXREP\_NRiv\_adult_i = \frac{\sum_{\text{Adultes répondants du GRH } k} Poids\_NRiv\_adult_i^{h,m}}{\sum_{\text{Adultes du GRH } k} Poids\_NRiv\_adult_i^{h,m}}$$

À l'issue de cette étape de correction de la non-réponse au niveau individu, chaque adulte participant se voit affecté du poids corrigé du ménage dans lequel il est sélectionné et de son

poids ajusté en fonction des caractéristiques des adultes non participants. Le poids de sondage d'un adulte participant est donné par :

$$Poids\_adult\_NRiv\_R_i^{h,m} = \frac{Poids\_NRiv\_adult_i^{h,m}}{TXREP\_NRiv\_adult_i}$$

Ce jeu de poids au niveau adulte a été calé et tronqué afin de réduire sa dispersion. Les variables de calage sont :

- l'âge en quatre classes (18-34 ans, 35-49 ans, 50-69 ans, 70-79 ans) ;
- la situation matrimoniale en trois classes (Marié/Pacsé, Célibataire, Divorcé/veuf/personne à charge) ;
- le sexe en deux classes (Homme, Femme).

La distribution de ce jeu de poids est donnée dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 51 : Distribution du jeu de poids des adultes de zones non viticoles. PestiRiv, France, 2021-2022**

Paramètres	Pondérations corrigées de la non-réponse	Pondération calée	Pondération tronquée
<b>Ecart-type</b>	323,6	326,3	162,5
<b>Variance</b>	104728,0	106477,0	26392,0
<b>Intervalle</b>	4453,0	4418,0	507,7
<b>Écart interquartile</b>	149,1	138,1	195,2
<b>Moyenne</b>	144,9	172,4	172,4
<b>Médiane</b>	49,6	70,0	99,0
<b>Mode</b>	10,4	37,6	53,1
<b>Coeff Variation</b>	223,4	189,3	94,3
<b>100Max 100%</b>	4458,0	4424,0	524,4
<b>99%</b>	815,0	1106,0	519,9
<b>95%</b>	466,1	622,7	503,8
<b>90%</b>	359,7	440,3	471,1
<b>75% Q3</b>	175,0	174,4	246,6
<b>50% Médiane</b>	49,6	70,0	99,0
<b>25% Q1</b>	25,9	36,3	51,3
<b>10%</b>	15,8	19,6	27,7
<b>5%</b>	10,9	16,6	18,0
<b>1%</b>	6,4	9,8	17,0
<b>0% Min</b>	5,0	6,0	16,7
<b>Max-Min</b>	4453,0	4418,0	507,7
<b>MAX/MIM</b>	894,3	735,2	31,5
<b>P95/P5</b>	42,7	37,6	28,0
<b>P75/P25</b>	6,8	4,8	4,8

Le jeu de poids tronqué est utilisé pour l'ensemble des analyses statistiques.



# ANNEXE 11 : VARIABLES UTILISÉES POUR LES CALCULS DES POIDS DE SONDAGE POUR LES MÉNAGES POUSSIÈRES ET AIR INTÉRIEUR

**Tableau 52 : Liste des variables Insee disponibles pour les ménages tirés au sort et utilisation pour le calcul des poids pour les ménages poussières et air intérieur. PestiRiv, France, 2021-2022**

Libellé de la variable	Utilisation pour le calcul des poids pour les ménages poussières et air intérieur
Indicatrice de perception de bénéfices agricoles d'au moins une personne dans le logement	Oui
Indicatrice de ménage pauvre à 60 % en 2018 <sup>71</sup>	Oui
Indicatrice de logement social	Oui
Indicatrice de présence ou non d'enfants d'âge 3-17 ans dans le ménage	Oui
Type de local	Oui
Déciles de niveau de vie 2018	Oui
Décile de revenu fiscal 2019 avant abattements	Oui
Statut d'occupation du local (propriétaire, locataire, vacant...)	Oui
Décile de revenu disponible monétaire 2018	Oui
Situation matrimoniale en fin d'année n-1 pour la personne de référence	Non
Situation matrimoniale en début d'année n-1 pour la personne de référence	Oui
Type de ménage fiscal	Oui
Indicatrice de quartier politique de la ville	Non
Indicatrice perception APL en 2018	Oui
Indicatrice perception minima sociaux en 2018	Oui
Région de la résidence principale	Oui
Typologie de commune de rattachement de site	Non
Sexe de la personne de référence	Oui
Âge de la personne de référence	Oui
Indicatrice perception allocation-chômage ou préretraite de la personne de référence	Oui
Indicatrice perception salaire de la personne de référence	Oui
Indicatrice perception pension alimentaire de la personne de référence	Oui
Indicatrice perception pension de la personne de référence	Oui
Mail présent dans la base initiale	Oui
Nombre de téléphones disponibles pour une adresse après enrichissement	Oui

<sup>71</sup> Un individu (ou un **ménage**) est considéré comme **pauvre** lorsqu'il vit dans un ménage dont le niveau de vie est inférieur au seuil de pauvreté. En France et en Europe, le seuil est le plus souvent fixé à 60 % du niveau de vie médian.

<b>Libellé de la variable</b>	<b>Utilisation pour le calcul des poids pour les ménages poussières et air intérieur</b>
Nombre de téléphones fixes pour une adresse	Non
Lieu de naissance de la personne de référence	Non
Nombre de personnes du logement	Oui
Nombre d'enfants entre de 0 ans et 17 ans au moment du tirage	Non
Numéro mobile disponible pour l'adresse	Non
Type de téléphone disponible	Oui
Situation matrimoniale en fin d'année n-1 pour la personne de référence	Non
Situation matrimoniale en début d'année n-1 pour la personne de référence	Non
Statut de la commune	Oui
Degré de densité de la commune	Oui
Médiane du niveau de vie de la commune	Oui
Indice de défavorisation sociale (Fdep)	Non
Part des résidences principales (hors studio de 1 personne) suroccupées 2019	Oui
Part des résidences secondaires (y compris les logements occasionnels) dans le total des logements 2019	Oui
Part des maisons dans le total des logements 2019	Non
Part des propriétaires dans les résidences principales 2019	Non
Part des locataires HLM dans les résidences principales 2019	Non
Part des agriculteurs exploitants dans le nb d'emplois au lieu de travail 2019	Oui
Part des ouvriers dans le nb d'emplois au lieu de travail 2019	Oui
Part des diplômés d'un BAC+5 ou plus dans la pop. non scolarisée de 15 ans ou + 2019	Oui
Part des non ou peu diplômés dans la pop. non scolarisée de 15 ans ou + 2019	Oui
Part des jeunes non insérés (ni en emploi, ni scolarisés) en 2018	Oui
Part des familles monoparentales 2019	Non
Part des familles avec 3 enfants ou plus de - de 25 ans 2019	Non
Taux d'activité par tranche d'âge 2019	Oui
Surface totale du local	Oui
Pour les riverains de zones viticoles : buffer de distance à la première parcelle (0-100 m ou 101-500 m)	Oui

# ANNEXE 12 : CALCULS DES POIDS DE SONDAGE POUR LES MÉNAGES POUSSIÈRES ET AIR INTÉRIEUR

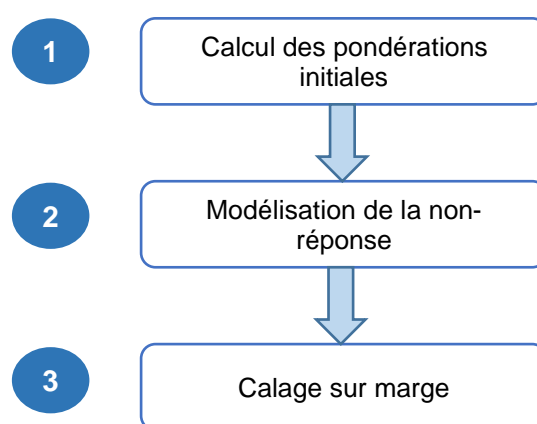
## 1. Méthode de calcul des poids de sondage des ménages avec prélèvement de poussières ou prélèvement d'air intérieur

La prise en compte du plan de sondage permet d'extrapoler les résultats et d'être représentatif de la population-mère, autrement dit la base de sondage créée par l'Insee à partir de la base Fideli qui contient les sources fiscales de 2020. La population-mère inclut 82 978 ménages riverains de zones viticoles et 46 132 ménages riverains de zones non viticoles.

Pour les mesures environnementales, des sous-échantillons sont constitués compte tenu des contraintes budgétaires, logistiques et organisationnelles. L'échantillonnage se fait par un tirage aléatoire stratifié à deux degrés à probabilités inégales : tirage des sites puis tirage des ménages. Un jeu de poids est calculé pour chaque sous-échantillon.

Au total, 6 jeux de poids sont calculés pour deux matrices (air intérieur/poussières) et 3 sous-populations (riverains pour la période hors traitement, riverains pour la période de traitement et non-riverains pour la période de traitement).

Les étapes de calcul des poids de sondage sont décrites sur la Figure 31.



**Figure 31 : Démarche générale de calcul des poids de sondage. PestiRiv, France, 2021-2022**

### *Étape 1 : Calcul des pondérations initiales*

Pour rappel, le calcul des pondérations initiales est présenté à l'Annexe 10 : Calculs des poids de sondage pour les mesures d'imprÉgnations.

### *Étape 2 : Modélisation de la non-réponse*

L'objectif de l'étape de modélisation de la non-réponse est de prendre en compte le fait que tous les ménages sélectionnés pour le prélèvement de poussières ou d'air intérieur n'ont finalement pas participé à l'étude. Un redressement des ménages ayant participé à l'étude (ménages répondants avec prélèvement(s) de poussières et/ou d'air intérieur) est donc d'abord réalisé afin de compenser le biais introduit par les ménages non-répondants.

Le modèle de non-réponse se construit en 2 étapes :

1. Modélisation par une régression logistique en tenant compte de la liste des 37 variables explicatives disponible en Annexe 11 : Variables utilisées pour les calculs des poids de sondage pour les ménages poussières et air intérieur (variables sociodémographiques et caractéristiques du logement) ;
2. Constitution des groupes de réponses homogènes (GRH) à partir des probabilités de réponses estimées par le modèle et de la méthode des centres mobiles (*k-means*).

La 1<sup>re</sup> étape permet de tester la colinéarité des 37 variables à l'aide du paramètre *Variation Inflation Factor* (VIF) généralisé. Cette étape permet d'exclure les variables ayant un problème de colinéarité et de retenir les variables à introduire dans le modèle. Un modèle final est créé en utilisant la procédure pas à pas (forward & backward) selon le critère d'information d'Akaike (AIC). Les données manquantes sont remplacées par la méthode hotdeck.

La 2<sup>e</sup> étape permet de garantir une certaine robustesse des résultats (limitation de poids très élevés si probabilité de réponse faible) en estimant les probabilités de réponses finales par des groupes de réponses homogènes (GRH). Pour ce faire, les probabilités de réponse estimées par le modèle précédent sont triées par ordre croissant, puis des GRH sont créés en appliquant la méthode des quantiles égaux. La moyenne de chaque groupe est calculée afin d'obtenir un centre. La méthode des centres mobiles (*k-means*) est appliquée afin d'obtenir de nouveaux centres. De nouveaux poids sont ensuite calculés tels que :

$$w_{2,i} = w_{1,i} * \left( \frac{1}{p_{1,GRH\ i}} \right)$$

$w_{2,i}$  : nouveau poids du ménage  $i$

$w_{1,i}$  : poids du ménage  $i$  ayant accepté de participer à l'enquête

$p_{1,GRH\ i}$  : probabilité de réponse commune au groupe de réponse homogène auquel appartient le ménage  $i$ .

Au vu de l'effectif total, les groupes sont choisis de manière à avoir environ 100 ménages par GRH. En effet, l'Insee recommande entre 50 et 100 ménages par GRH.

Si la distribution des poids corrigés de la non-réponse montre un écart important entre le poids maximal et le poids au centile 98 (P98), une troncature au P98 permet de limiter la dispersion des poids. Cette étape permet d'atténuer l'influence des valeurs extrêmes sur l'analyse globale et de stabiliser les calculs en réduisant les distorsions potentielles causées par ces valeurs extrêmes. L'étape de troncature permet donc de garantir une meilleure fiabilité des résultats sans pour autant éliminer ces observations.

### Étape 3 : Calage sur marge

L'objectif de l'étape de calage sur marge est de « caler » la répartition des ménages de l'échantillon sur celle des ménages de la population-mère sur différentes variables auxiliaires, appelées variables de calage. Le calage sur marges est appliqué au poids corrigé de la non-réponse totale. Cette étape permet de construire des estimateurs cohérents avec les informations déjà disponibles sur les ménages de la population mère.

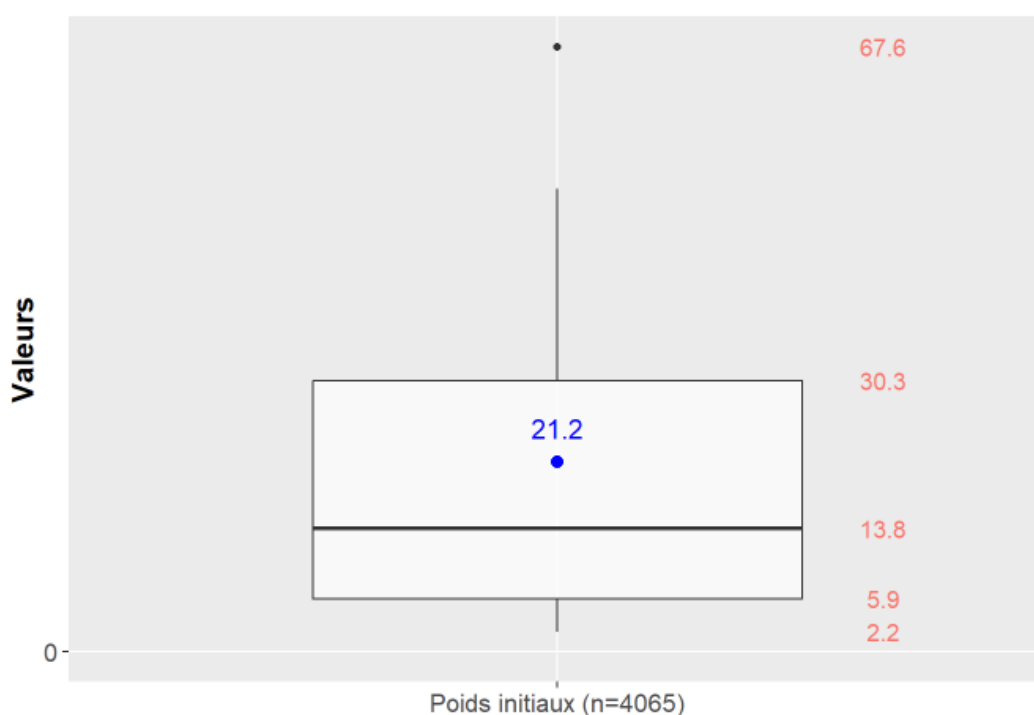
Différentes méthodes sont testées de manière à diminuer la dispersion des poids et la variance des estimateurs. La méthode du « raking ratio » est retenue via l'utilisation de la macro CALMAR développée par l'Insee (package ICARUS sous R). Cette méthode conduit à des poids toujours positifs, mais non bornés aux valeurs hautes. Les variables de l'Insee utilisées sont :

- la taille du ménage ;

- le type de local ;
- le statut d'occupation du local (propriétaire, locataire, vacant, ...) ;
- la date de construction du logement.

## 2. Poids de sondage chez les ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières ou d'air intérieur hors période de traitement

Les probabilités d'inclusion initiales sont celles des ménages riverains de zones viticoles à enquêter hors période de traitement. Le graphique ci-dessous présente la distribution des poids de tirage des 4 065 ménages riverains de zones viticoles dont les adresses sont mises sur le terrain hors période de traitement (échantillon principal et échantillon de réserve 1). La moyenne des poids, indiquée en bleue sur le graphique, est de 21,2.



**Figure 32 : Distribution des poids de tirage des ménages riverains de zones viticoles à enquêter hors période de traitement (n= 4 065). PestiRiv, France, 2021-2022**

## 2.1. Constitution de l'échantillon des ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières en période hors traitement

### 2.1.1. Exclusion des sites en zones viticoles en période hors traitement

L'étude comprend 164 sites en zones viticoles.

En période hors traitement, 4 065 adresses riveraines de zones viticoles ont été mises sur le terrain correspondant aux échantillons du lot principal et de la réserve 1.

Comme explicité au paragraphe 4.4.4 du Tome 0, 73 sites en zones viticoles ont été exclus pour les mesures environnementales pour les raisons suivantes :

- sites sans adresses après tirage au sort Insee (n= 38) ;
- sites sans adresses dans le lot principal et réserve 1 (n= 2) ;
- sites avec surface viticole < 10 % (n= 29) ;
- sites hors bassin viticole d'intérêt (n= 4).

Au final, 91 sites correspondant à 3 578 ménages riverains de zones viticoles sont retenus. Le taux de sélection est donc égal à 0,88 (soit 3 578/4 065). La répartition des ménages riverains de zones viticoles parmi les 40 strates est semblable avant et après exclusion des sites, ce qui signifie que l'exclusion des sites n'impacte pas la répartition des ménages parmi les strates.

### 2.1.2. Tirage des sites et des ménages riverains de zones viticoles en période hors traitement

Comme décrit au paragraphe 7.1.2 du Tome 0, le sous-échantillonnage des ménages riverains de zones viticoles pour les mesures environnementales en période hors traitement est fait selon un tirage aléatoire stratifié à deux degrés à probabilités inégales : le premier degré est le tirage des sites, le second degré est le tirage des ménages.

Le tirage des sites se fait en distinguant 2 strates :

- la catégorie de site : sites à faible effectif (SFaE) et les sites à fort effectif (SFoE) ;
- le bassin viticole : 6 bassins viticoles.

Dans la strate SFoE, les sites ont été sélectionnés mais ils sont considérés comme tirés au sort pour simplifier le calcul des poids.<sup>72</sup> Les ménages sont ensuite tirés au sort par site selon des pas de tirage établis pour atteindre les objectifs de prélèvement de poussières visés par bassin viticole. 924 ménages riverains de zones viticoles répartis sur 12 sites sont ainsi sélectionnés.

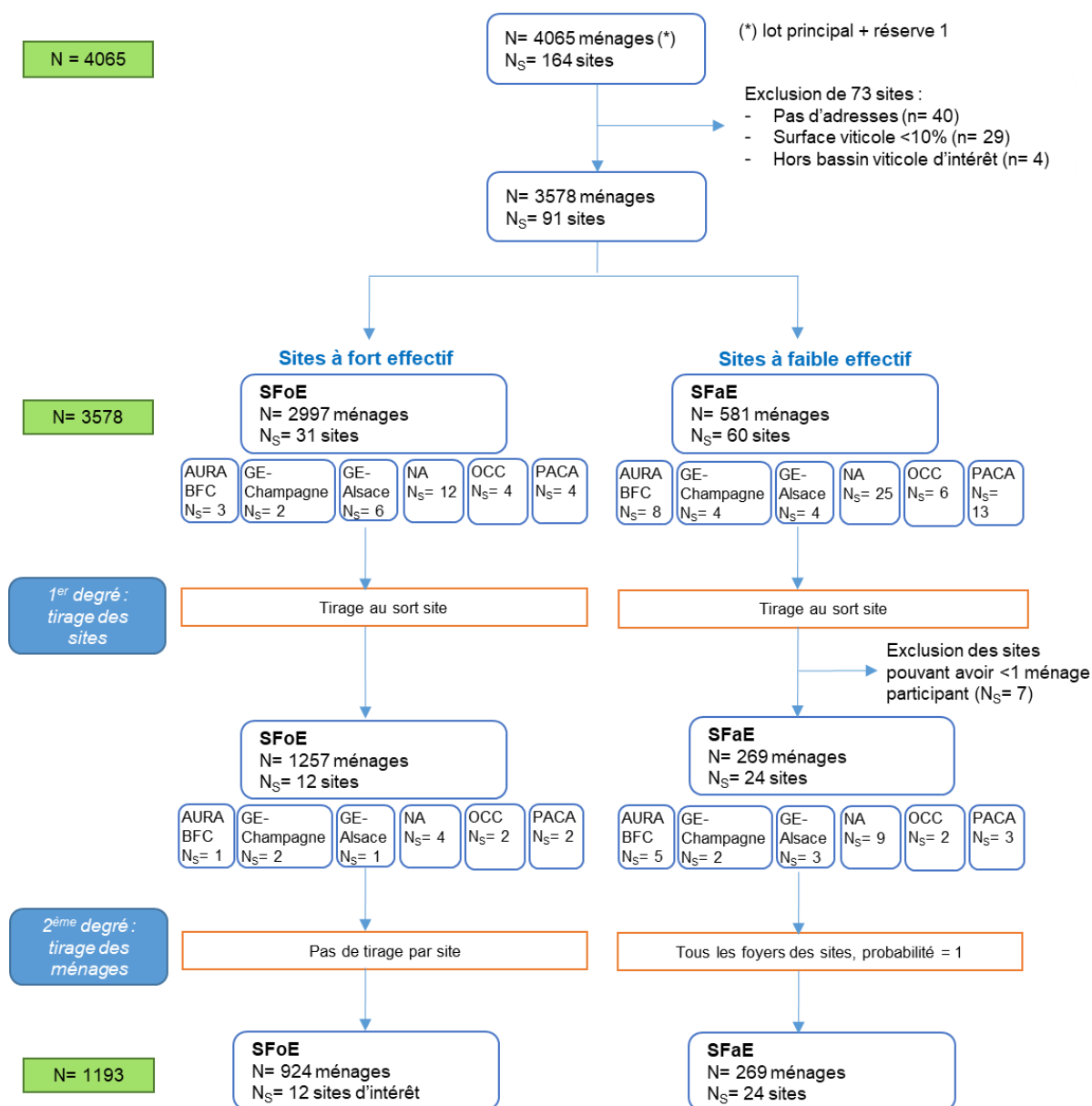
Au sein de la strate SFaE, les sites sont tirés au sort pour atteindre les objectifs de prélèvement de poussières visés par bassin viticole, en excluant 7 sites susceptibles d'avoir moins d'un foyer participant. Pour chaque site tiré au sort, tous les ménages sont sélectionnés (probabilité=1). 269 ménages riverains de zones viticoles répartis sur 24 sites sont ainsi sélectionnés.

Au total, 1 193 ménages riverains de zones viticoles sont sélectionnés pour les poussières en période hors traitement.

La figure ci-dessous représente la stratégie d'échantillonnage des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières hors période de traitement.

---

<sup>72</sup> Ce choix méthodologique a été retenu pour simplifier les calculs. Le biais n'a pas été estimé mais est considéré comme mineur.



**Figure 33 : Stratégie d'échantillonnage des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**



### 2.1.3. Statut des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement des poussières hors période de traitement à l'issue des contacts

Parmi les 1 193 ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières hors période de traitement, 40 d'entre eux sont hors-champ (pas de résidence principale à cette adresse). Après exclusion des foyers hors-champ, les 1 153 ménages se répartissent de la façon suivante :

**Tableau 53 : Statut des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Statut	Eligible	Inéligible	Injoignable	Refus	Non contacté	Total
Effectif	365	47	283	455	3	1 153

Au total, 228 échantillons poussières ont été réceptionnés parmi les 365 ménages éligibles.

### 2.1.4. Calcul des pondérations finales

Parmi les 1 153 ménages sélectionnés pour le prélèvement de poussières, un échantillon de poussières a donc été réceptionné par le laboratoire pour 228 d'entre eux. Pour le modèle de non-réponse appliqué au prélèvement de poussières, ces 228 ménages sont considérés comme répondants ; les 925 ménages sans échantillons de poussières sont considérés comme des non-répondants.

La démarche de modélisation décrite au paragraphe 1 est appliquée, ce qui permet d'obtenir un modèle de non-réponse final avec 9 variables. Le tableau suivant présente les rapports de côte (i.e. Odd-ratios) et les intervalles de confiance à 95 % correspondants pour les 9 variables du modèle final. Ce dernier permet de prédire la probabilité d'être un ménage riverain de zones viticoles avec un échantillon de poussières réceptionné hors période de traitement.

Les ménages répondants se caractérisent plutôt par le fait d'être propriétaire (versus locataire), d'être marié (versus divorcé), et/ou d'avoir une grande surface de logement ([113-580 [m<sup>2</sup> versus [11-68[ m<sup>2</sup>) et/ou de ne pas percevoir d'allocation pour le logement (APL) en 2018, et/ou d'avoir un téléphone mobile (versus un téléphone fixe) et/ou un ou deux téléphones (versus aucun téléphone).

Au vu de l'effectif total (n= 1 153), un total de 12 GRH a été choisi.

**Tableau 54 : Résultats du modèle utilisé pour prédire la probabilité d'être un ménage riverain de zones viticoles avec un échantillon de poussières réceptionné hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

<b>Variables</b>	<b>OR <sup>(1)</sup> [IC95 %]</b>
<b>Constante</b>	<b>0,11 [0,05 - 0,24]</b>
<b>Statut d'occupation du logement (propriétaire, locataire, vacant...)</b>	
Propriétaire	Réf.
Locataire/Occupation par un bail rural	<b>0,66 [0,44 - 0,97]</b>
À titre gratuit	0,58 [0,19 - 1,45]
<b>Situation matrimoniale en début d'année n-1 pour la personne de référence</b>	
Marié	Réf.
Célibataire	0,64 [0,4 - 1,01]
Divorcé	<b>0,43 [0,23 - 0,75]</b>
Veuf	1,11 [0,47 - 2,51]
Pacsé	1,19 [0,71 - 1,95]
Personne à charge	0,91 [0,05 - 5,78]
<b>Surface totale du logement</b>	
[11-68[ m <sup>2</sup>	Réf.
[68-86[ m <sup>2</sup>	1,18 [0,71 - 1,99]
[86-113[ m <sup>2</sup>	1,36 [0,81 - 2,31]
[113-580[ m <sup>2</sup>	<b>2,13 [1,28 - 3,61]</b>
<b>Sexe de la personne de référence</b>	
Homme	Réf.
Femme	1,44 [0,94 - 2,19]
<b>Indicatrice perception APL<sup>(2)</sup> en 2018</b>	
Non	Réf.
Oui	<b>0,43 [0,18 - 0,88]</b>
<b>Indicatrice perception allocation-chômage ou préretraite de la personne de référence</b>	
Non	Réf.
Oui	0,56 [0,29 - 1]
<b>Indicatrice perception pension de la personne de référence</b>	
Non	Réf.
Oui	0,66 [0,43 - 1]
<b>Type de téléphone</b>	
Fixe	Réf.
Mobile	<b>1,54 [1,11 - 2,15]</b>
<b>Nombre de téléphones disponibles pour une adresse après enrichissement</b>	
Aucun téléphone	Réf.
Un téléphone	<b>1,8 [1,04 - 3,26]</b>
Deux téléphones	<b>2,45 [1,39 - 4,52]</b>
Trois téléphones	0,69 [0,1 - 2,83]

Légende : **GRAS**= résultats statistiquement significatifs (p-value < 0,05)

<sup>(1)</sup> OR = Odds-Ratio (i.e. rapport de côtes)

<sup>(2)</sup> APL = Allocation Pour le Logement

Le tableau ci-dessous présente la distribution des poids des ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières hors période de traitement après correction de la non-réponse et calage sur marges.

**Tableau 55 : Distribution des poids après correction de la non-réponse et calage chez les ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Pondérations	Pondérations corrigées de la non-réponse	Pondérations corrigées de la non-réponse et tronquées	Poids calés et finaux
N	228	228	228
Variance	10660,5	7646,2	18018,5
Ecart-type	103,2	87,4	134,2
Moyenne	83,6	80,3	96,9
P5	7,6	7,6	5,0
P25	21,2	21,2	18,2
Médiane	58,2	58,2	40,8
P75	99,9	99,9	114,7
P90	191,8	191,8	265,9
P95	303,5	303,5	384,1
Min	4,7	4,7	2,7
Max	834,6	381,1	911,5
Somme des poids	19054,2	18299,2	22101,6

### 2.1.5. Description des variables de calage

La répartition des modalités des 4 variables de calage est présentée pour les 228 ménages ayant eu des prélèvements de poussières et pour la population représentée après application des poids finaux (N=22102). Pour rappel, les marges de la population représentée après application des poids finaux (N=22102) sont identiques à celles fournies par l'Insee grâce à l'étape du calage.

**Tableau 56 : Description des variables de calage chez les ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

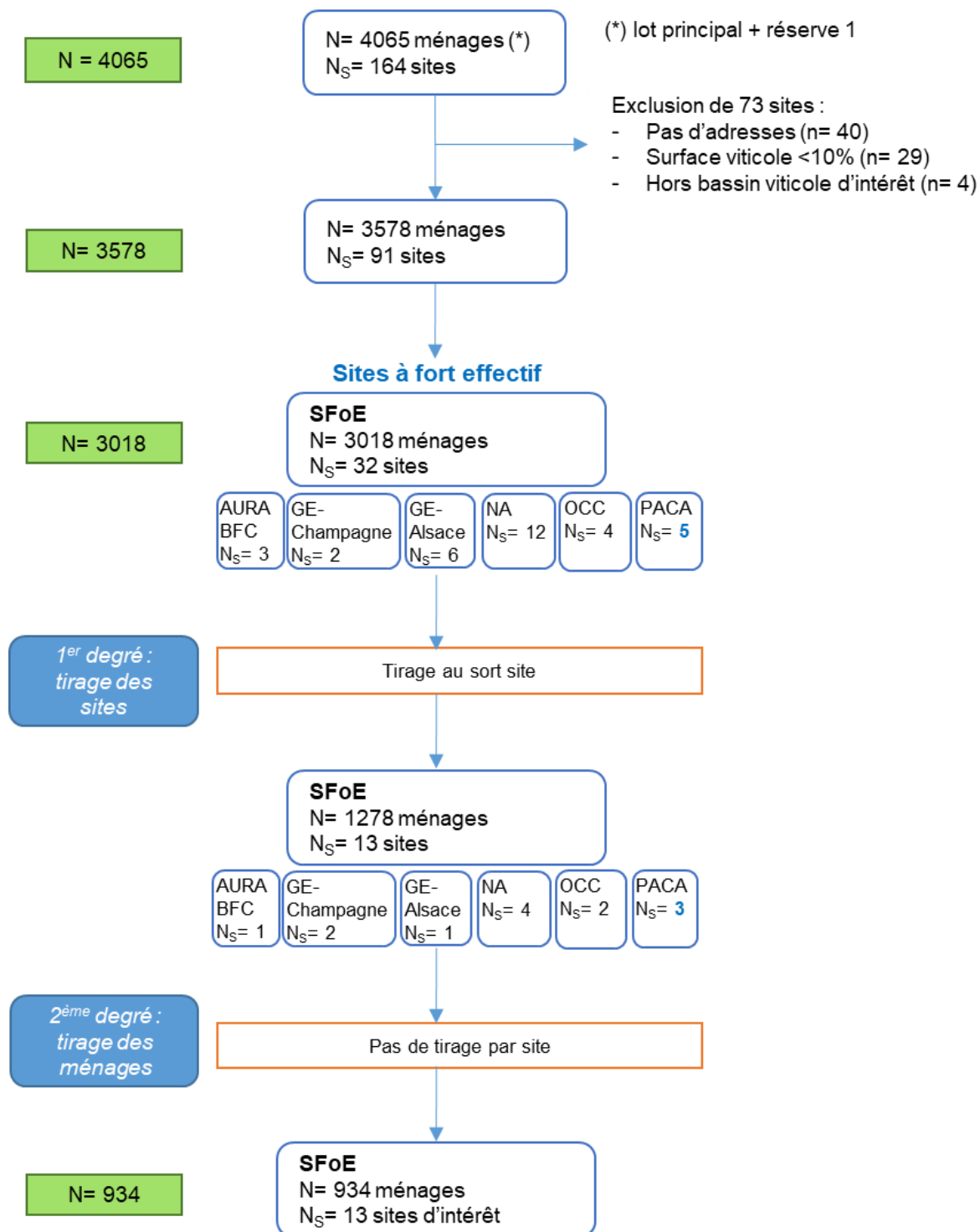
	Foyers avec prélèvements de poussières (N=228) (%)	Population représentée (N=22102) (%)
<b>Taille du ménage</b>		
1 personne	12,72	33,85
2 personnes	23,25	33,27
3 personnes	23,68	14,06
4 personnes	31,58	13,36
5 personnes et plus	8,77	5,47
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Occupation du local</b>		
Locataire	22,81	40,41
Propriétaire	75	57,24
À titre gratuit	2,19	2,35
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Type de local</b>		
Appartement	20,18	38,97
Maison	79,82	61,03
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>

	Foyers avec prélèvements de poussières (N=228) (%)	Population représentée (N=22102) (%)
<b>Date de construction</b>		
Avant 1949	31,14	23,41
Entre 1949 et 1967	7,02	11,93
Entre 1968 et 1981	14,91	17,16
Entre 1982 et 2000	17,11	23,93
Entre 2001 et 2010	13,16	11,36
En 2011 ou après	16,67	12,22
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>

## 2.2. Constitution de l'échantillon des ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement d'air intérieur en période hors traitement

### 2.2.1. Plan d'échantillonnage

Pour l'air intérieur, le plan d'échantillonnage pour les riverains de zones viticoles en période hors traitement reprend celui déployé pour les poussières sur les SFoE uniquement. Au final, 934 ménages riverains de zones viticoles sont sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur hors période de traitement (cf. Figure 34). Il est à noter que 10 adresses ont été sélectionnées par erreur, situées sur un même site en région PACA.



**Figure 34 : Stratégie d'échantillonnage des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

### 2.2.2. Statut des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur hors période de traitement à l'issue des contacts

Parmi les 934 ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur hors période de traitement, 25 d'entre eux sont hors-champ. Après exclusion de ces foyers hors-champ, les 909 ménages se répartissent de la façon suivante :

**Tableau 57 : Statut des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

<b>Statut</b>	<i>Eligible</i>	<i>Inéligible</i>	<i>Injoignable</i>	<i>Refus</i>	<i>Non contacté</i>	<b>Total</b>
<b>Effectif</b>	277	41	208	380	3	<b>909</b>

Au total, 85 échantillons poussières sont réceptionnés parmi les 277 ménages éligibles.

### 2.2.3. Calcul des pondérations finales

Parmi les 909 ménages sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur, un échantillon a donc été réceptionné par le laboratoire pour 85 d'entre eux. Pour le modèle de non-réponse appliqué au prélèvement de poussières, ces 85 ménages sont considérés comme répondants ; les 824 ménages sans échantillons d'air intérieur sont considérés comme des non-répondants.

La démarche de modélisation décrite au paragraphe 1 est appliquée, ce qui permet d'obtenir un modèle de non-réponse final avec 7 variables.

**Tableau 58 : Résultats du modèle utilisé pour prédire la probabilité d'être un ménage riverain de zones viticoles avec un échantillon d'air intérieur réceptionné hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Variables	OR <sup>(1)</sup>	[IC95 %]
<b>Constante</b>	0	[0-0,04]
<b>Distance à la première parcelle de vignes</b>		
0-100 mètres	Ref.	
100-500 mètres	0,61	[0,36-1,04]
<b>Degré de densité de la commune</b>		
Commune densément peuplée	Réf.	
Commune de densité intermédiaire	2,83	[0,59-12]
Commune peu dense	0,52	[0,1-2,45]
<b>Ménage pauvre à 60 % en 2018</b>		
Non	Réf.	
Oui	<b>3,24</b>	<b>[1,1-8,93]</b>
<b>Décile de revenu disponible monétaire en 2018</b>		
< 1 <sup>er</sup> décile	Réf.	
Entre le 1 <sup>er</sup> et 2 <sup>e</sup> décile	0,64	[0,03-5,61]
Entre le 2 <sup>e</sup> et 3 <sup>e</sup> décile	<b>6,83</b>	<b>[1,4-40,3]</b>
Entre le 3 <sup>e</sup> et 4 <sup>e</sup> décile	1,52	[0,24-9,68]
Entre le 4 <sup>e</sup> et 5 <sup>e</sup> décile	2,47	[0,43-15,52]
Entre le 5 <sup>e</sup> et 6 <sup>e</sup> décile	2,97	[0,47-20,39]
Entre le 6 <sup>e</sup> et 7 <sup>e</sup> décile	4,63	[0,9-28,63]
Entre le 7 <sup>e</sup> et 8 <sup>e</sup> décile	<b>8,04</b>	<b>[1,66-48,22]</b>
Entre le 8 <sup>e</sup> et 9 <sup>e</sup> décile	<b>9,82</b>	<b>[2,12-57,07]</b>
>9 <sup>e</sup> décile	<b>10,7</b>	<b>[2,25-63,68]</b>
Données manquantes	2,38	[0,47-13,81]
<b>Médiane du niveau de vie (quartile)</b>		
< 19 990	Réf.	
[19 990 ; 21 450 [	0	[0-0]
[21 450 ; 23 315 [	<b>7,6</b>	<b>[1,74-42,17]</b>
≥ 23 315	4,86	[0,89-31,16]
<b>Part des ouvriers dans le nombre d'emplois au lieu de travail 2019</b>		
≤ P25	Réf.	
> P25 et ≤ P50	0,68	[0,21-2,68]
> P50 et ≤ P75	0,88	[0,23-3,93]
> P75	2,3	[0,5-11,99]
<b>Part des jeunes non insérés (ni en emploi, ni scolarisés) en 2018</b>		
≤ P25	Réf.	
> P25 et ≤ P50	0,62	[0,21-1,89]
> P50 et ≤ P75	<b>3,09</b>	<b>[1,13-8,71]</b>
> P75	1,26	[0,31-5,44]

Légende : **GRAS** = résultats statistiquement significatifs (p-value < 0,05)

<sup>(1)</sup> OR = Odds-Ratio (i.e. rapport de côtes)

Les ménages répondants se caractérisent plutôt par le fait d'être un ménage pauvre à 60 % en 2018, et/ou d'avoir un revenu disponible monétaire en 2018 soit compris entre le 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup>



décile, soit au moins supérieur au 7<sup>e</sup> décile comparé au 1<sup>er</sup> décile, et/ou d'avoir une médiane du niveau de vie compris entre 21 450 et 23 315 euros (versus inférieure à 19 990 euros), et/ou d'avoir une part de jeunes non insérés (ni en emploi, ni scolarisés) en 2018 compris entre le P50 et le P75.

Au vu de l'effectif total (n=909), un total de 10 GRH a été choisi.

Le tableau ci-dessous présente la distribution des poids des ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement d'air intérieur hors période de traitement après correction de la non-réponse et calage sur marges.

**Tableau 59 : Distribution des poids des ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement d'air intérieur hors période de traitement après correction de la non-réponse et calage sur marges. PestiRiv, France, 2021-2022**

Pondérations	Pondérations corrigées de la non-réponse	Pondérations corrigées de la non-réponse et tronquées	Poids calés et finaux
N	85	85	85
Variance	104257,1	78573,1	78709,5
Ecart-type	322,9	280,3	280,6
Moyenne	170,7	162,6	184,2
P5	10,8	10,8	1,7
P25	22,9	22,9	15,2
Médiane	55,8	55,8	48,4
P75	167,6	167,6	248,2
P90	366,5	366,5	579,6
P95	599,3	599,3	827,0
Min	10,8	10,8	1,3
Max	2086,3	1402,6	1436,2
Somme des poids	14508,7	13825,0	15654,5

## 2.2.4. Description des variables de calage

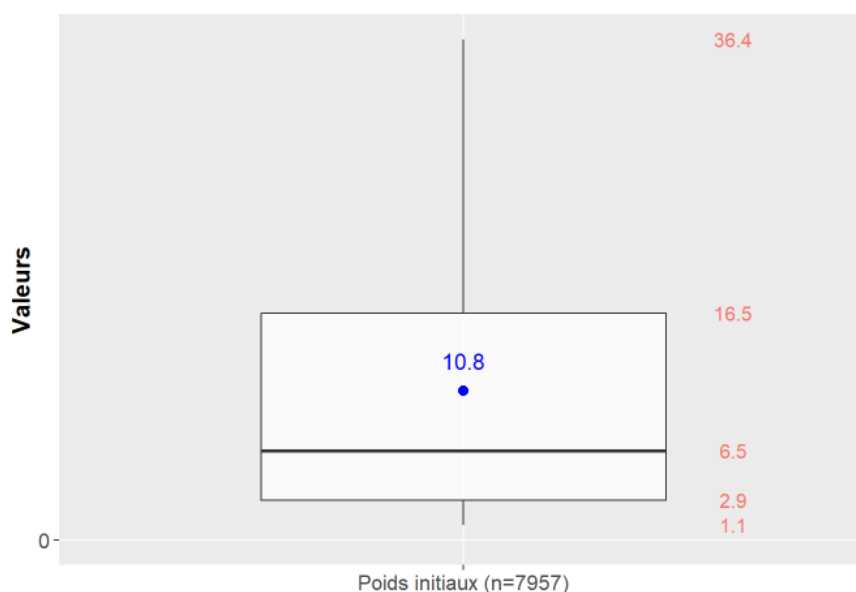
La répartition des modalités des 4 variables de calage est présentée pour les 85 ménages ayant eu des prélèvements d'air intérieur et pour la population représentée après application des poids finaux (N=15 655). Pour rappel, les marges de la population représentée après application des poids finaux (N=15 655) sont identiques à celles fournies par l'Insee grâce à l'étape du calage.

**Tableau 60 : Description des variables de calage chez les ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement d'air intérieur hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

	Foyers avec prélèvements d'air intérieur (N=85) (%)	Population représentée (N=15655) (%)
<b>Taille du ménage</b>		
1 personne	11,76	33,85
2 personnes	24,71	33,27
3 personnes	16,47	14,06
4 personnes	40	13,36
5 personnes et plus	7,06	5,47
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Occupation du local</b>		
Locataire	24,71	40,41
Propriétaire	72,94	57,24
À titre gratuit	2,35	2,35
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Type de local</b>		
Appartement	24,71	38,91
Maison	75,29	61,09
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Date de construction</b>		
Avant 1949	34,12	23,96
Entre 1949 et 1967	9,41	11,84
Entre 1968 et 1981	16,47	17,03
Entre 1982 et 2000	18,82	23,75
Entre 2001 et 2010	9,41	11,27
En 2011 ou après	11,76	12,13
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>

### 3. Poids de sondage chez les ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières ou d'air intérieur en période de traitement

Les probabilités initiales d'inclusion sont celles des ménages riverains de zones viticoles à enquêter en période de traitement. Le graphique ci-dessous présente la distribution des poids de tirage des 7 957 ménages riverains (dont 4 065 ménages déjà enquêtés hors période de traitement et 3 892 enquêtés pour la 1<sup>re</sup> fois en période de traitement) dont les adresses sont mises sur le terrain en période de traitement. La moyenne des poids, indiquée en bleue sur le graphique, est de 10,8.



**Figure 35 : Distribution des poids de tirage des ménages riverains de zones viticoles à enquêter en période de traitement (n= 7 957). PestiRiv, France, 2021-2022**

### 3.1. Constitution de l'échantillon des ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières en période de traitement

#### 3.1.1. Ménages riverains de zones viticoles déjà enquêtés en période hors traitement

Pour les ménages riverains de zones viticoles déjà enquêtés hors période de traitement, le même plan d'échantillonnage que celui de la période hors traitement est déployé en période de traitement, sans tenir compte des ménages hors-champs. Ainsi, 1 153 ménages riverains de zones viticoles déjà enquêtés en période hors traitement sont sélectionnés pour le prélèvement d'échantillons de poussières en période de traitement.

#### 3.1.2. Ménages riverains de zones viticoles enquêtés pour la 1<sup>re</sup> fois en période de traitement

En parallèle, un plan d'échantillonnage spécifique est mis en place pour les ménages riverains de zones viticoles enquêtés pour la 1<sup>re</sup> fois en période de traitement. Le détail de ce plan d'échantillonnage est présenté dans la suite de ce paragraphe.

##### 3.1.2.1. Exclusion de sites

En période de traitement, 3 892 nouvelles adresses de riverains de zones viticoles sont mises sur le terrain correspondant aux échantillons du lot principal et des réserves 1, 2 et 3.

Sur 164 sites riverains, 69 sites ont été exclus pour les raisons suivantes :

- sites sans adresses après tirage au sort Insee (n=38) ;
- sites avec une surface viticole inférieure ou égale à 10 % (n=29) ;
- sites situés dans des départements non inclus dans les 6 bassins viticoles (n=2).

Au total, 95 sites correspondant à 3 444 ménages riverains de zones viticoles sont retenus. Le taux de sélection est donc égal à 0,885 (soit 3 444/3 892).

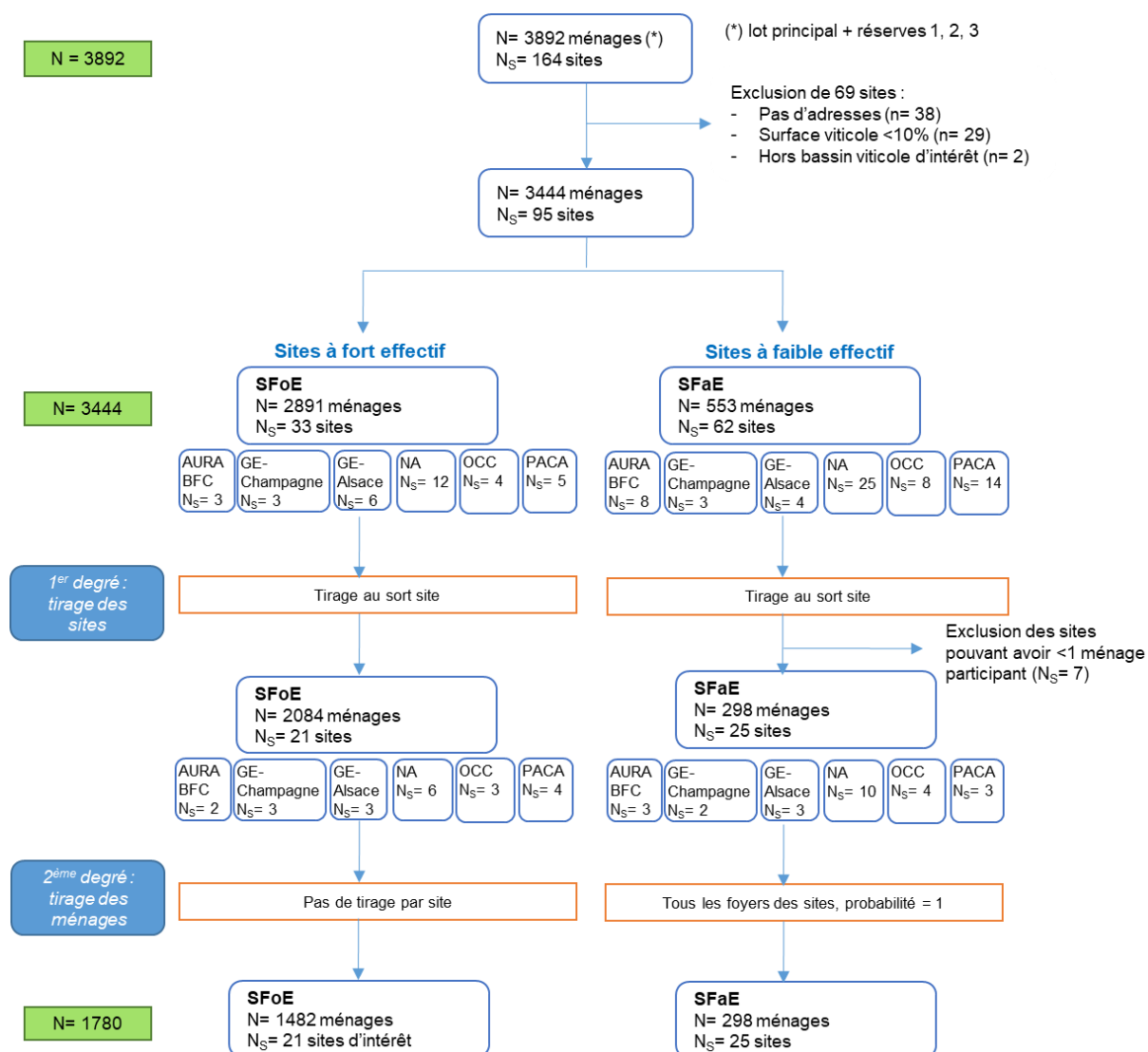
### 3.1.2.2. Tirages des sites et ménages riverains de zones viticoles enquêtés pour la 1<sup>re</sup> fois en période de traitement

Le tirage des sites et des ménages suit la méthode présentée au paragraphe §0 :

- su sein de la strate SFoE, 1 482 ménages riverains de zones viticoles répartis sur 21 sites sont sélectionnés ;
- su sein de la strate SFaE, 298 ménages riverains de zones viticoles répartis sur 25 sites sont sélectionnés.

Au total, 1 780 ménages riverains de zones viticoles sont sélectionnés pour les poussières en période de traitement pour la 1<sup>re</sup> fois.

La figure ci-dessous représente la stratégie d'échantillonnage des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour les mesures de poussières pour la 1<sup>re</sup> fois en période de traitement.



**Figure 36 : Stratégie d'échantillonnage des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières pour la 1<sup>re</sup> fois en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

### 3.1.3. Bilan

Au total, ce sont donc 2 933 ménages riverains de zones viticoles qui ont été sélectionnés pour le prélèvement de poussières en période de traitement, dont 1 153 ménages déjà sélectionnés en période hors traitement et 1 780 ménages sélectionnés pour la 1<sup>re</sup> fois en période de traitement.

### 3.1.4. Statut des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières en période de traitement à l'issue des contacts

#### 3.1.4.1. Ménages riverains de zones viticoles déjà enquêtés en période hors traitement

Les 1 153 ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières en période de traitement déjà enquêtés en période hors traitement se répartissent de la façon suivante :

**Tableau 61 : Statut des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières en période de traitement et déjà enquêtés hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Statut	Éligible	Inéligible	Non participant hors période de traitement	Total
Effectif	240	2	911	1 153

À noter que les ménages non participants hors période de traitement ont été considérés comme non-répondants en période de traitement.

Au total, 173 échantillons poussières sont réceptionnés parmi les 240 ménages éligibles.

#### 3.1.4.2. Ménages riverains de zones viticoles enquêtés pour la 1<sup>re</sup> fois en période de traitement

Parmi les 1 780 ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières pour la 1<sup>re</sup> fois en période de traitement, 121 d'entre eux sont hors-champ. Après exclusion de ces foyers hors-champ, les 1 659 ménages se répartissent de la façon suivante :

**Tableau 62 : Statut des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières pour la 1<sup>re</sup> fois en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Statut	Éligible	Inéligible	Injoignable	Refus	Total
Effectif	512	39	460	648	1 659

Au total, 276 échantillons poussières ont été réceptionnés parmi les 512 ménages éligibles.

### 3.1.5. Calcul des pondérations finales

Parmi les 2 812 ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières en période de traitement, un échantillon a donc été réceptionné par le laboratoire pour 449 d'entre eux. Pour le modèle de non-réponse appliqué au prélèvement de poussières, ces 449 ménages sont considérés comme répondants ; les 2 365 ménages sans échantillons de poussières sont considérés comme des non-répondants.

La démarche de modélisation décrite au paragraphe 1 est appliquée, ce qui permet d'obtenir un modèle de non-réponse final avec 10 variables.

**Tableau 63 : Résultats du modèle utilisé pour prédire la probabilité d'être un ménage riverain de zones viticoles avec un échantillon de poussières réceptionné en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Variables	OR <sup>(1)</sup>	[IC95 %]
<b>Constante</b>	0,06	[0,03 - 0,11]
<b>Type de local</b>		
Maison	Réf.	
Appartement	<b>0,73</b>	<b>[0,53-1,00]</b>
<b>Statut d'occupation du logement (propriétaire, locataire, vacant...)</b>		
Propriétaire	Réf.	
Locataire/Occupation par un bail rural	<b>0,45</b>	<b>[0,33 - 0,60]</b>
À titre gratuit	0,51	[0,23 – 1,01]
<b>Surface totale du logement</b>		
[11-68[ m <sup>2</sup>	Réf.	
[68-86[ m <sup>2</sup>	1,34	[0,92 – 1,97]
[86-113[ m <sup>2</sup>	<b>1,57</b>	<b>[1,07 - 2,33]</b>
[113-580[ m <sup>2</sup>	<b>2,09</b>	<b>[1,42 - 3,10]</b>
<b>Ménage pauvre à 60 % en 2018</b>		
Non	Réf.	
Oui	0,68	[0,44 – 1,01]
<b>Indicatrice perception allocation-chômage ou préretraite de la personne de référence</b>		
Non	Réf.	
Oui	0,69	[0,44 - 1,06]
<b>Indicatrice perception de pension alimentaire de la personne de référence</b>		
Non	Réf.	
Oui	<b>0,43</b>	<b>[0,18 - 0,89]</b>
<b>Indicatrice perception pension de la personne de référence</b>		
Non	Réf.	
Oui	<b>0,74</b>	<b>[0,57 - 0,96]</b>
<b>Type de téléphone</b>		
Fixe	Réf.	
Mobile	<b>2,45</b>	<b>[1,90 – 3,18]</b>
<b>Mail présent dans la base initiale</b>		
Non	Réf.	
Oui	<b>1,59</b>	<b>[1,05 – 2,48]</b>
<b>Nombre de numéros de téléphone disponibles pour une adresse après enrichissement</b>		
Aucun téléphone	Réf.	
Un téléphone	1,10	[0,76 - 1,61]
Deux téléphones	<b>1,51</b>	<b>[1,03 - 2,24]</b>
Trois téléphones	1,35	[0,58 - 2,94]

Légende : **GRAS** = résultats statistiquement significatifs (p-value < 0,05)

<sup>(1)</sup> OR = Odds-Ratio (i.e. rapport de côtes)

Les ménages répondants se caractérisent plutôt par le fait de vivre dans une maison (versus un appartement), et/ou d'être propriétaire (versus locataire), et/ou d'avoir une surface de logement plus grande (supérieure à 86 m<sup>2</sup> versus entre 11 et 68 m<sup>2</sup>), et/ou de ne pas avoir de pension alimentaire pour la personne de référence, et/ou de ne pas avoir de pension pour la personne de référence, et/ou d'avoir un téléphone mobile (versus un téléphone fixe), et/ou d'avoir un mail présent dans la base initiale et/ou d'avoir 2 numéros de téléphone disponibles pour une adresse après enrichissement (versus aucun numéro de téléphone disponible).

Au vu de l'effectif total (n = 2 812), un total de 22 GRH a été choisi.

Le tableau ci-dessous présente la distribution des poids des ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières en période de traitement après correction de la non-réponse et calage sur marges.

**Tableau 64 : Distribution des poids après correction de la non-réponse et calage chez les riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Pondérations	Pondérations corrigées de la non-réponse	Pondérations corrigées de la non-réponse et tronquées	Poids calés et finaux
N	449	449	449
Variance	14665,45	8295,273	23330,26
Ecart-type	121,101	91,07839	152,7425
Moyenne	70,27661	65,53051	90,67238
P5	5,12	5,12	5,44
P25	12,2	12,2	14,2
Médiane	35,2	35,2	41,5
P75	78,6	78,6	88,3
P90	158,6	158,6	222,76
P95	259,9	259,9	352,68
Min	2,9	2,9	3,9
Max	1450	449,2	1175,1
Somme des poids	31554,2	29423,2	40711,9

### 3.1.6. Description des variables de calage

La répartition des modalités des 4 variables de calage est présentée pour les 449 ménages ayant eu des prélèvements de poussières et pour la population représentée après application des poids finaux (N = 40 712). Pour rappel, les marges de la population représentée après application des poids finaux (N = 40 712) sont identiques à celles fournies par l'Insee grâce à l'étape du calage.



**Tableau 65 : Description des variables de calage chez les riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

	<b>Foyers avec prélèvements de poussières (N=449) (%)</b>	<b>Population représentée (N=40712) (%)</b>
<b>Taille du ménage</b>		
1 personne	12,25	34,43
2 personnes	24,72	31,61
3 personnes	22,94	15,25
4 personnes	30,07	14
5 personnes et plus	10,02	4,71
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Occupation du local</b>		
Locataire	79,73	56,43
Propriétaire	18,26	41,56
À titre gratuit	2	2,01
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Type de local</b>		
Appartement	18,04	37,45
Maison	81,96	62,55
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Date de construction</b>		
Avant 1949	27,39	22,16
Entre 1949 et 1967	10,91	11,66
Entre 1968 et 1981	16,04	17,4
Entre 1982 et 2000	18,71	23,17
Entre 2001 et 2010	14,92	12,71
En 2011 ou après	12,03	12,9
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>

## 3.2. Constitution de l'échantillon des ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement d'air intérieur en période de traitement

### 3.2.1. Ménages riverains de zones viticoles déjà enquêtés en période hors traitement

Pour les ménages riverains de zones viticoles déjà enquêtés hors période de traitement, le même plan d'échantillonnage que celui de la période hors traitement est déployé en période de traitement, sans tenir compte des ménages hors-champs. Ainsi, 909 ménages riverains de zones viticoles déjà enquêtés en période hors traitement sont sélectionnés pour le prélèvement d'échantillons d'air intérieur en période de traitement.

### 3.2.2. Ménages riverains de zones viticoles enquêtés pour la 1<sup>re</sup> fois en période de traitement

En parallèle, un plan d'échantillonnage spécifique est mis en place pour les ménages riverains de zones viticoles enquêtés pour la 1<sup>re</sup> fois en période de traitement. Le détail de ce plan d'échantillonnage est présenté dans la suite de ce paragraphe.

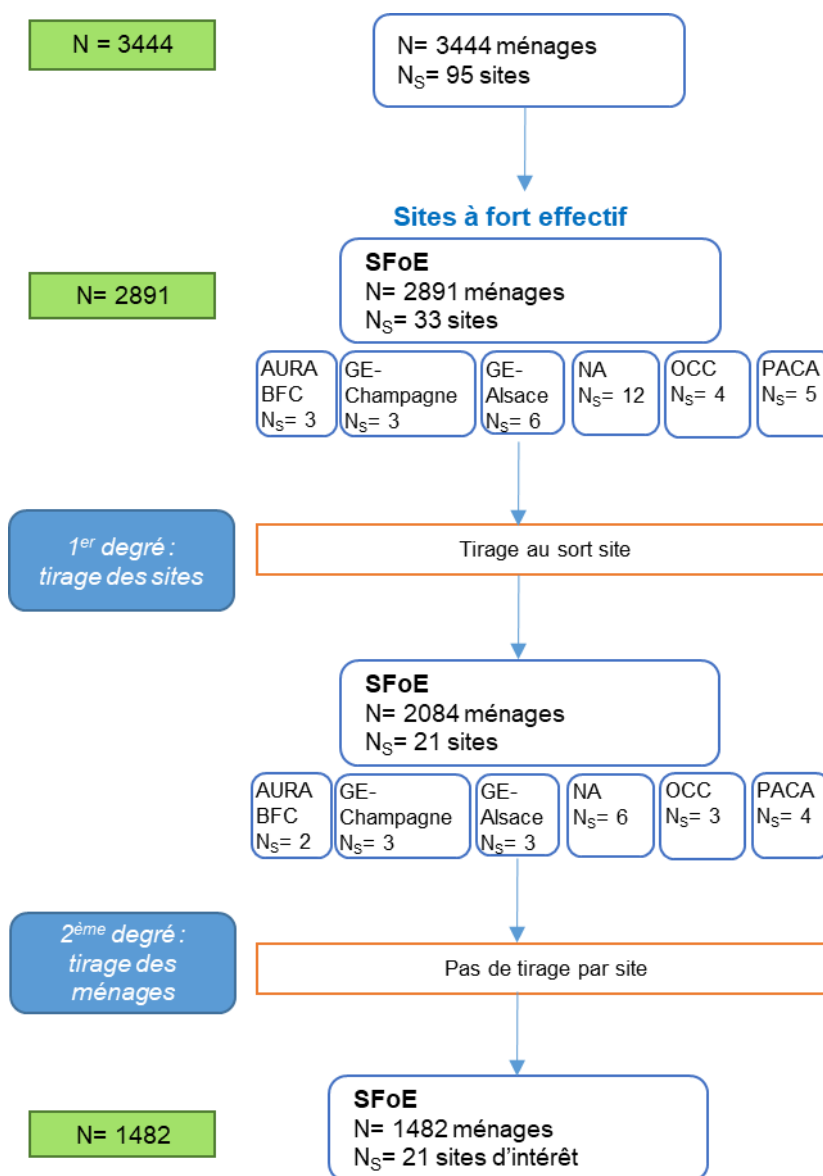
#### 3.2.2.1. Exclusion de sites

Comme déjà décrit pour les prélèvements de poussières au paragraphe 3.1.2.1 de cette annexe, l'étape d'exclusion des sites revient à retenir 3 444 ménages riverains de zones viticoles répartis sur 95 sites.

#### 3.2.2.2. Tirages des sites et ménages riverains de zones viticoles enquêtés pour la 1<sup>re</sup> fois en période de traitement

Pour le volet air intérieur, le tirage des sites et des ménages se fait uniquement sur les sites à fort effectif (SFoE). Comme déjà décrit pour les prélèvements de poussières au paragraphe 3.1.2.2 de cette annexe, 1 482 ménages riverains de zones viticoles sont sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur en période de traitement pour la 1<sup>re</sup> fois.

La figure ci-dessous représente la stratégie d'échantillonnage des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur pour la 1<sup>re</sup> fois en période de traitement.



**Figure 37 : Stratégie d'échantillonnage des ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur pour la 1<sup>re</sup> fois en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

### 3.2.3. Bilan

Au total, ce sont donc 2 391 ménages riverains de zones viticoles qui ont été sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur en période de traitement, dont 909 ménages déjà sélectionnés en période hors traitement et 1 482 ménages sélectionnés pour la 1<sup>re</sup> fois en période de traitement.

### 3.2.4. Statut des ménages riverains tirés au sort pour le prélèvement d'air intérieur en période de traitement à l'issue des contacts

#### 3.2.4.1. Riverains de zones viticoles déjà enquêtés en période hors traitement

Les 909 ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur en période de traitement déjà enquêtés en période hors traitement se répartissent de la façon suivante :

**Tableau 66 : Statut des ménages riverains deuxième inclusion sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Statut	Éligible	Inéligible	Non participant hors période de traitement	Total
Effectif	183	2	724	909

À noter que les ménages non participants hors période de traitement ont été considérés comme non-répondants en période de traitement.

Au total, 66 échantillons d'air intérieur sont réceptionnés parmi les 183 ménages éligibles.

#### 3.2.4.2. Nouveaux riverains

Parmi les 1 482 ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur pour la 1<sup>re</sup> fois en période de traitement, 99 d'entre eux sont hors-champ. Après exclusion de ces foyers hors-champ, les 1 383 ménages se répartissent de la façon suivante :

**Tableau 67 : Statut des ménages nouveaux riverains sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Statut	Eligible	Inéligible	Injoignable	Refus	Total
Effectif	427	31	390	535	1 383

Au total, 137 échantillons d'air intérieur sont réceptionnés parmi les 427 ménages éligibles.

### 3.2.5. Calcul des pondérations finales

Parmi les 2 292 ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur en période de traitement, un échantillon a donc été réceptionné par le laboratoire pour 203 d'entre eux. Pour le modèle de non-réponse appliqué au prélèvement de poussières, ces 203 ménages sont considérés comme répondants ; les 2 188 ménages sans échantillons d'air intérieur sont considérés comme des non-répondants.

La démarche de modélisation décrite au paragraphe 1 est appliquée, ce qui permet d'obtenir un modèle de non-réponse final avec 8 variables.

**Tableau 68 : Résultats du modèle utilisé pour prédire la probabilité d'être un ménage riverain de zones viticoles avec un échantillon d'air intérieur réceptionné en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Variables	OR <sup>(1)</sup>	IC95 %
<b>Constante</b>	<b>0,07</b>	<b>[0,03 – 0,13]</b>
<b>Type de local</b>		
Maison	Réf.	
Appartement	0,73	[0,46 - 1,13]
<b>Statut d'occupation du logement (propriétaire, locataire, vacant...)</b>		
Propriétaire	Réf.	
Locataire/Occupation par un bail rural	<b>0,50</b>	<b>[0,33 - 0,75]</b>
À titre gratuit	0,39	[0,09 - 1,08]
<b>Surface totale du logement</b>		
[11-68[ m²	Réf.	
[68-86[ m²	1,71	[0,99 - 3,02]
[86-113[ m²	1,46	[0,82 - 2,63]
[113-580[ m²	<b>2,32</b>	<b>[1,33 - 4,17]</b>
<b>Indicatrice de perception d'APL<sup>(2)</sup> en 2018</b>		
Non	Réf.	
Oui	<b>0,19</b>	<b>[0,05 - 0,53]</b>
<b>Indicatrice perception de pension alimentaire de la personne de référence</b>		
Non	Réf.	
Oui	0,43	[0,10 - 1,18]
<b>Indicatrice perception pension de la personne de référence</b>		
Non	Réf.	
Oui	<b>0,64</b>	<b>[0,44– 0,91]</b>
<b>Type de téléphone</b>		
Fixe	Réf.	
<b>Mobile</b>	<b>1,72</b>	<b>[1,23 - 2,46]</b>
<b>Nombre de numéros de téléphone disponibles pour une adresse après enrichissement</b>		
Aucun téléphone	Réf.	
Un téléphone	0,82	[0,51 - 1,35]
Deux téléphones	1,26	[0,78 - 2,10]
Trois téléphones	1,64	[0,60 - 4,06]

Légende : **GRAS** = résultats statistiquement significatifs (p-value < 0,05)

<sup>(1)</sup> OR = Odds-Ratio (i.e. rapport de côtes)

<sup>(2)</sup> APL = Allocation Pour le Logement

Les ménages répondants se caractérisent plutôt par le fait d'être propriétaire (versus locataire), et/ou d'avoir une surface de logement plus grande (supérieure à 113 m² versus entre 11 et 68 m²), et/ou de ne pas percevoir d'APL en 2018 ni de pension pour la personne de référence et/ou d'avoir un téléphone mobile (versus un téléphone fixe).

Au vu de notre effectif total (n = 2 292), un total de 20 GHR est choisi.

Le tableau ci-dessous présente la distribution des poids des ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement d'air intérieur en période de traitement après correction de la non-réponse et calage sur marges.

**Tableau 69 : Distribution des poids après correction de la non-réponse et du calage chez les ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement d'air intérieur en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Pondérations	Pondérations corrigées de la non-réponse	Pondérations corrigées de la non-réponse et tronquées	Poids calés et finaux
N	203	203	203
Variance	45083,3	26738,7	66038,1
Ecart-type	212,3	163,5	257,0
Moyenne	121,7	113,7	148,0
P5	8,1	8,1	6,6
P25	18,4	18,4	17,8
Médiane	52,3	52,3	51,3
P75	105,4	105,4	131,6
P90	370,4	370,4	408,7
P95	490,5	490,5	696,1
Min	4,8	4,8	3,1
Max	2016,5	720,6	1593,7
Somme des poids	24695,6	23071,9	30034,1

### 3.2.6. Description des variables de calage

La répartition des modalités des 4 variables de calage est présentée pour les 203 ménages ayant eu des prélèvements d'air intérieur et pour la population représentée après application des poids finaux (N = 30 034). Pour rappel, les marges de la population représentée après application des poids finaux (N = 30 034) sont identiques à celles fournies par l'Insee grâce à l'étape du calage.

**Tableau 70 : Description des variables de calage chez les ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement d'air intérieur en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

	Foyers avec prélèvements d'air intérieur (N=203) (%)	Population représentée (N=30034) (%)
<b>Taille du ménage</b>		
1 personne	10,34	34,9
2 personnes	26,11	31,28
3 personnes	22,17	14,94
4 personnes	32,51	14,34
5 personnes et plus	8,87	4,53
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Occupation du local</b>		
Locataire	79,31	54,66
Propriétaire	19,21	43,32
À titre gratuit	1,48	2,02
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Type de local</b>		
Appartement	18,23	40,36
Maison	81,77	59,64
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Date de construction</b>		
Avant 1949	32,02	20,36
Entre 1949 et 1967	14,29	13,32
Entre 1968 et 1981	15,76	16,5
Entre 1982 et 2000	16,75	25,46
Entre 2001 et 2010	12,81	11,23
En 2011 ou après	8,37	13,13
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>

#### 4. Cas particulier des ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières lors des deux périodes

L'analyse de la variation des contaminations des poussières entre les périodes de traitement et hors traitement des vignes est faite sur des données appariées. C'est pourquoi un jeu de poids de sondage est établi pour les riverains avec prélèvement de poussières lors des deux périodes.

Parmi les 1 153 ménages riverains de zones viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières, 240 ménages sont éligibles (cf. Tableau 61). Parmi ces ménages, 216 sont répondants.

Sur les 173 ménages avec prélèvements de poussières en période de traitement, 5 ménages n'en nont pas eu hors période de traitement.

Au total, 168 ménages ont eu des prélèvements poussières au cours des deux périodes.



## 4.1. Calcul des pondérations finales

Pour le modèle de non réponse appliqué au prélèvement de poussières, 168 ménages sont considérés comme répondants ; les 985 ménages sans échantillons de poussières sont considérés comme des non-répondants.

La démarche de modélisation décrite au paragraphe 1 est appliquée, ce qui permet d'obtenir un modèle de non-réponse final avec 9 variables. Le tableau suivant présente les rapports de côte (i.e. Odd-ratios) et les intervalles de confiance à 95 % correspondants pour les 9 variables du modèle final. Ce dernier permet de prédire la probabilité d'être un ménage riverain de zones viticoles avec un échantillon de poussières réceptionné lors des deux périodes.

Les ménages répondants se caractérisent plutôt par le fait d'être propriétaire (versus locataire), et/ou de ne pas percevoir d'allocation pour le logement (APL) en 2018, et/ou un ou deux téléphones (versus aucun téléphone).

Au vu de l'effectif total (n= 1 153), un total de 12 GRH a été choisi.

**Tableau 71 : Résultats du modèle utilisé pour prédire la probabilité d'être un ménage riverain de zones viticoles avec un échantillon de poussières réceptionné lors des deux périodes. PestiRiv, France, 2021-2022**

<b>Variables</b>	<b>OR<sup>(1)</sup></b>	<b>[IC95 %]</b>
<b>Constante</b>	<b>0,05</b>	<b>[0,02 - 0,13]</b>
<b>Type de local</b>		
Maison	Réf.	
Appartement	0,67	[0,39 - 1,11]
<b>Statut d'occupation du logement (propriétaire, locataire, vacant...)</b>		
Propriétaire	Réf.	
Locataire/Occupation par un bail rural	<b>0,61</b>	<b>[0,38 - 0,95]</b>
À titre gratuit	0,41	[0,1 - 1,22]
<b>Surface totale du logement</b>		
[11-68[ m <sup>2</sup>	Réf.	
[68-86[ m <sup>2</sup>	0,90	[0,49 - 1,68]
[86-113[ m <sup>2</sup>	1,32	[0,72 - 2,44]
[113-580[ m <sup>2</sup>	1,76	[0,98 - 3,27]
<b>Indicatrice de présence d'enfants d'âge 3-17 ans dans le ménage</b>		
Non		
Oui	1,33	[0,9 - 1,96]
<b>Indicatrice de perception d'APL<sup>(2)</sup> en 2018</b>		
Non	Réf.	
Oui	<b>0,32</b>	<b>[0,1 - 0,82]</b>
<b>Indicatrice perception allocation-chômage ou préretraite de la personne de référence</b>		
Non	Réf.	
Oui	0,59	[0,28 - 1,15]
<b>Indicatrice perception salaire de la personne de référence</b>		
Non	Réf.	
Oui	1,38	[0,89 - 2,16]
<b>Type de téléphone</b>		

Variables	OR <sup>(1)</sup>	[IC95 %]
Fixe	Réf.	
Mobile	1,39	[0,97 - 2,02]
<b>Nombre de numéros de téléphone disponibles pour une adresse après enrichissement</b>		
Aucun téléphone	Réf.	
Un téléphone	<b>2,05</b>	<b>[1,07 - 4,36]</b>
Deux téléphones	<b>2,48</b>	<b>[1,27 - 5,34]</b>
Trois téléphones	1,17	[0,17 - 5,1]

Légende : **GRAS** = résultats statistiquement significatifs (p-value < 0,05)

(1) OR = Odds-Ratio (i.e. rapport de côtes)

(2) APL = Allocation Pour le Logement

Le tableau ci-dessous présente la distribution des poids des ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières lors des deux périodes après correction de la non-réponse et calage sur marges.

**Tableau 72 : Distribution des poids après correction de la non-réponse et calage chez les ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières lors des deux périodes. PestiRiv, France, 2021-2022**

Pondérations	Pondérations corrigées de la non-réponse	Pondérations corrigées de la non-réponse et tronquées	Poids calés et finaux
N	168	168	168
Variance	19458,3	16961,3	45903,2
Ecart-type	139,5	130,2	214,3
Moyenne	112,9	110,7	131,6
P5	10,4	10,4	5,7
P25	23,8	23,8	19
Médiane	63,9	63,9	47,6
P75	143,9	143,9	143,9
P90	252,1	252,1	427,7
P95	353,6	353,6	548,2
Min	6,5	6,5	2,9
Max	755,4	620	1633
Somme des poids	18964,1	18593,8	22101,8

## 4.2. Description des variables de calage

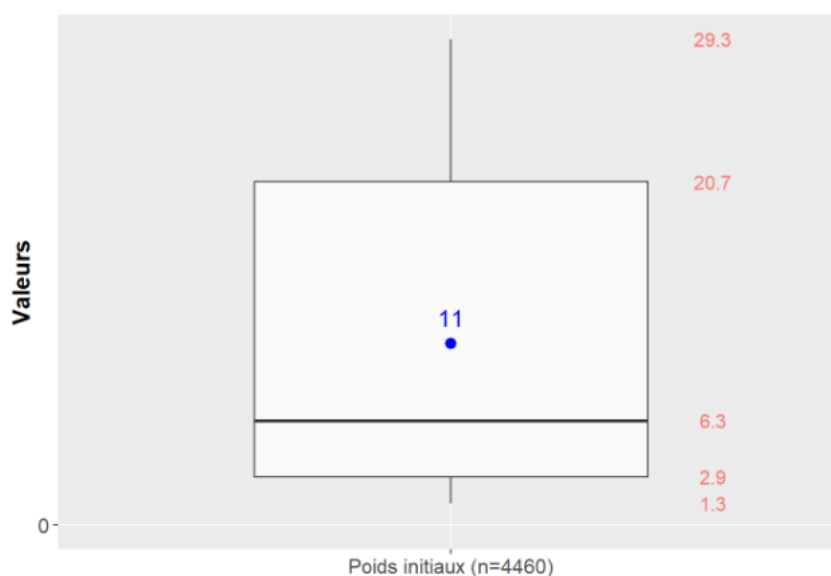
La répartition des modalités des 4 variables de calage est présentée pour les 168 ménages ayant eu des prélèvements de poussières et pour la population représentée après application des poids finaux (N = 22 102). Pour rappel, les marges de la population représentée après application des poids finaux (N = 22 102) sont identiques à celles fournies par l'Insee grâce à l'étape du calage.

**Tableau 73 : Description des variables de calage chez les ménages riverains de zones viticoles avec prélèvement de poussières hors période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

	<b>Foyers avec prélèvements de poussières (N=168) (%)</b>	<b>Population représentée (N=22102) (%)</b>
<b>Taille du ménage</b>		
1 personne	8,93	33,85
2 personnes	23,21	33,27
3 personnes	25,6	14,06
4 personnes	32,14	13,36
5 personnes et plus	10,12	5,47
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Occupation du local</b>		
Locataire	20,24	40,41
Propriétaire	77,98	57,24
À titre gratuit	1,79	2,35
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Type de local</b>		
Appartement	16,67	38,97
Maison	83,33	61,03
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Date de construction</b>		
Avant 1949	32,74	23,41
Entre 1949 et 1967	7,14	11,93
Entre 1968 et 1981	14,88	17,16
Entre 1982 et 2000	18,45	23,93
Entre 2001 et 2010	11,9	11,36
En 2011 ou après	14,88	12,22
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>

## 5. Poids de sondage chez les ménages riverains de zones non viticoles avec prélèvement de poussières ou d'air intérieur en période de traitement

Les probabilités d'inclusion initiales sont celles des ménages riverains de zones non viticoles à enquêter en période de traitement. Le graphique ci-dessous présente la distribution des poids de tirage des 4 460 ménages riverains de zones non viticoles dont les adresses sont mises sur le terrain en période de traitement (échantillon principal et échantillon de réserves 1, 2 et 3). La moyenne des poids, indiquée en bleue sur le graphique, est de 11.



**Figure 38 : Distribution des poids de tirage des ménages riverains de zones non viticoles à enquêter en période de traitement (n=4 460) . PestiRiv, France, 2021-2022**

## 5.1. Constitution de l'échantillon des ménages riverains de zones non viticoles avec prélèvement de poussières en période de traitement

### 5.1.1. Tirage des sites et des ménages riverains de zones non viticoles en période de traitement

L'étude comprend 102 sites en zones non viticoles. Sur ces 102 sites, 7 n'ont pas d'adresses tirées au sort par l'Insee. Les 4 460 ménages riverains de zones non viticoles à enquêter en période de traitement correspondent donc à 95 sites.

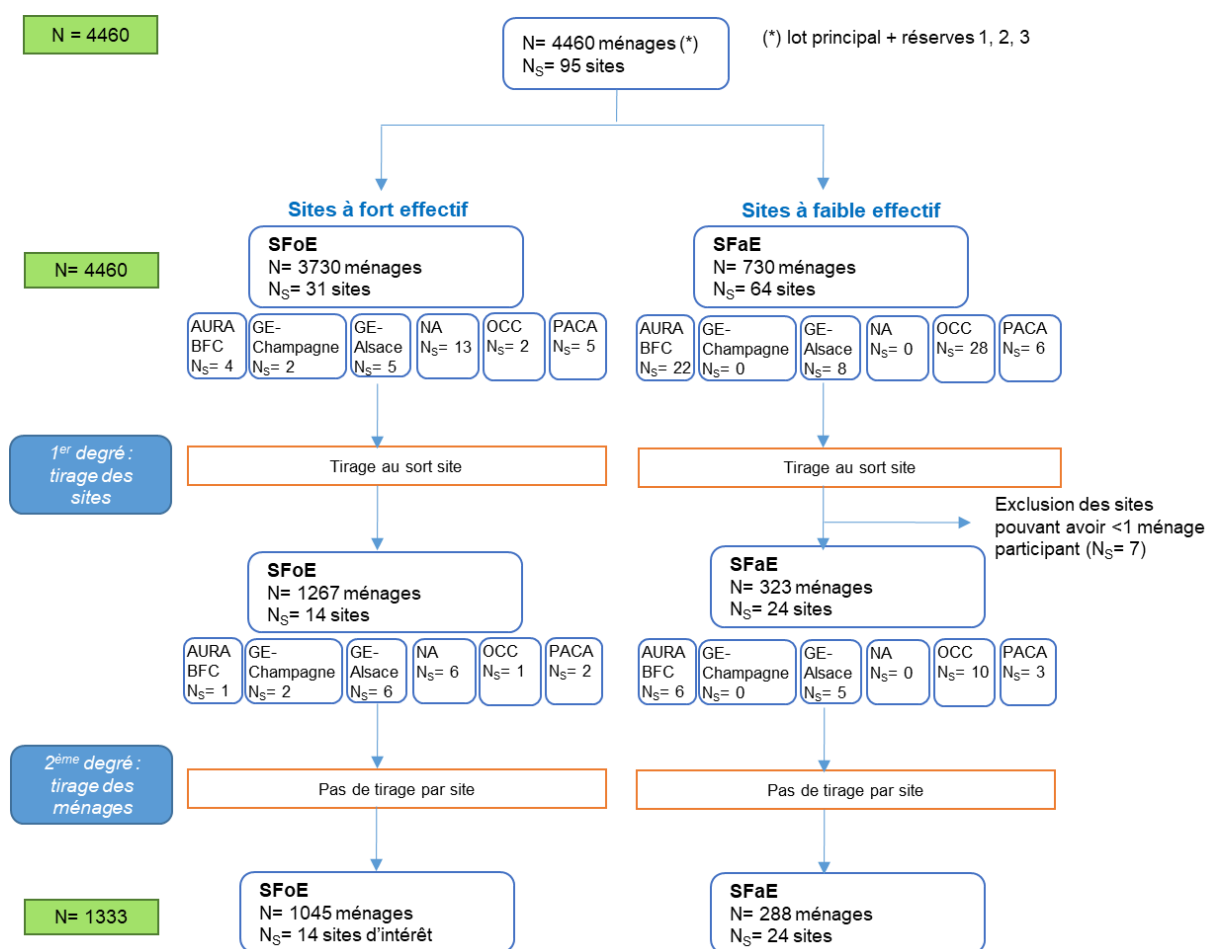
Le tirage des sites se fait en distinguant 1 strate correspondant à la catégorie de site : les sites à faible effectif (SFaE) et les sites à fort effectif (SFoE).

Dans la strate SFoE, les sites ont été en partie sélectionnés mais ils sont tous considérés comme tirés au sort pour simplifier le calcul des poids. Les ménages sont ensuite tirés au sort par site selon des pas de tirage établis pour atteindre les objectifs de prélèvement de poussières visés par région. 1 045 ménages riverains de zones non viticoles répartis sur 14 sites sont ainsi sélectionnés.

Au sein de la strate SFaE, les sites sont tirés au sort pour atteindre les objectifs de prélèvement de poussières visés par région, en excluant 7 sites susceptibles d'avoir moins d'un foyer participant. Les ménages sont ensuite tirés au sort par site selon des pas de tirage établis pour atteindre les objectifs de prélèvement de poussières visés par région. 288 ménages riverains de zones non viticoles répartis sur 24 sites sont ainsi sélectionnés.

Au total, 1 333 ménages riverains de zones non viticoles sont sélectionnés pour le prélèvement de poussières en période de traitement.

La figure ci-dessous représente la stratégie d'échantillonnage des ménages riverains de zones non viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières en période de traitement.



**Figure 39 : Stratégie d'échantillonnage des ménages riverains de zones non viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

### 5.1.2. Statut des ménages riverains de zones non viticoles sélectionnés pour le prélèvement des poussières en période de traitement tirés au sort à l'issue des contacts

Parmi les 1 333 ménages riverains de zones non viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières en période de traitement, 110 d'entre eux sont hors-champ. Après exclusion de ces foyers hors-champ, les 1 223 ménages se répartissent de la façon suivante :

**Tableau 74 : Statut des ménages riverains de zones non viticoles sélectionnés pour le prélèvement de poussières en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Statut	Éligible	Inéligible	Injoignable	Refus	Total
Effectif	240	34	435	514	1 223

Au total, 113 échantillons de poussières ont été réceptionnés parmi les 240 ménages éligibles.

### 5.1.3. Calcul des pondérations finales

Parmi les 1 223 ménages sélectionnés pour le prélèvement de poussières, un échantillon de poussières a donc été réceptionné par le laboratoire pour 113 d'entre eux. Pour le modèle de non-réponse appliqué au prélèvement de poussières, ces 113 ménages sont considérés comme répondants ; les 1 110 ménages sans échantillons de poussières sont considérés comme des non-répondants.

La démarche de modélisation décrite au paragraphe 1 est appliquée, ce qui permet d'obtenir un modèle de non-réponse final avec 10 variables.

**Tableau 75 : Résultats du modèle utilisé pour prédire la probabilité d'être un ménage riverain de zones non viticoles avec un échantillon de poussières réceptionné en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Variables	OR <sup>(1)</sup>	[IC95 %]
<b>Constante</b>	<b>0,04</b>	<b>[0,02 - 0,09]</b>
<b>Statut d'occupation du logement (propriétaire, locataire, vacant...)</b>		
Propriétaire	Réf.	
Locataire/Occupation par un bail rural	<b>0,32</b>	<b>[0,17 - 0,55]</b>
À titre gratuit	2,65	[0,81 - 7,51]
<b>Indicatrice de logement social</b>		
Non	Réf.	
Oui	<b>2,23</b>	<b>[1,04 - 4,69]</b>
<b>Indicatrice de perception de bénéfices agricoles d'au moins une personne du logement <sup>(2)</sup></b>		
Non	Réf.	
Oui	0,00	[0,00 - 58,44]
<b>Sexe de la personne de référence</b>		
Homme	Réf.	
Femme	1,47	[0,94 - 2,27]
<b>Ménage pauvre à 60 % en 2018</b>		
Non	Réf.	
Oui	0,58	[0,28 - 1,09]
<b>Indicatrice de présence d'enfants d'âge 3-17 ans dans le ménage</b>		
Non	Réf.	
Oui	<b>1,63</b>	<b>[1,01 - 2,67]</b>
<b>Indicatrice perception de pension alimentaire de la personne de référence</b>		
Non	Réf.	
Oui	0,43	[0,1 - 1,31]
<b>Indicatrice perception pension de la personne de référence</b>		
Non	Réf.	
Oui	1,5	[0,86 - 2,58]
<b>Type de téléphone</b>		
Fixe	Réf.	
Mobile	1,49	[0,95 - 2,41]
<b>Mail présent dans la base initiale</b>		
Non	Réf.	
Oui	1,77	[0,93 - 3,68]

Légende : **GRAS** = résultats statistiquement significatifs (p-value < 0,05)

<sup>(1)</sup> OR = Odds-Ratio (i.e. rapport de côtes)

<sup>(2)</sup> Pour la variable d'indicatrice de bénéfices agricoles, l'intervalle de confiance ne peut pas être calculé. On fournit ici un autre intervalle de confiance à 80 %.

Les ménages répondants se caractérisent plutôt par le fait d'être propriétaire (versus locataire), et/ou de vivre dans un logement social et/ou d'être un ménage avec des enfants de 3 à 17 ans.

Au vu de notre effectif total (n=1 223), un total de 13 GRH a été choisi.

Le tableau ci-dessous présente la distribution des poids des ménages riverains de zones non viticoles avec prélèvement de poussières en période de traitement après correction de la non-réponse et calage sur marges.

**Tableau 76 : Distribution des poids après correction de la non-réponse et du calage chez les ménages riverains de zones non viticoles avec prélèvement de poussières en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Pondérations	Pondérations corrigées de la non-réponse	Pondérations corrigées de la non-réponse et tronquées	Poids calés et finaux
N	113	113	113
Variance	20921,2	14769,2	19924,9
Écart-type	144,6	121,5	141,2
Moyenne	85,5	80,2	88,3
P5	7,8	7,8	4,6
P25	11,5	11,5	11,6
Médiane	28,0	28,0	30,3
P75	77,7	77,7	87,3
P90	237,4	237,4	274,0
P95	371,9	371,9	365,1
Min	5,6	5,6	3,0
Max	825,8	527,8	731,7
Somme des poids	9656,6	9065,8	9982,2

#### 5.1.4. Description des variables de calage

La répartition des modalités des 4 variables de calage est présentée pour les 113 ménages ayant eu des prélèvements de poussières et pour la population représentée après application des poids finaux (N=9982). Pour rappel, les marges de la population représentée après application des poids finaux (N=9982) sont identiques à celles fournies par l'Insee grâce à l'étape du calage.



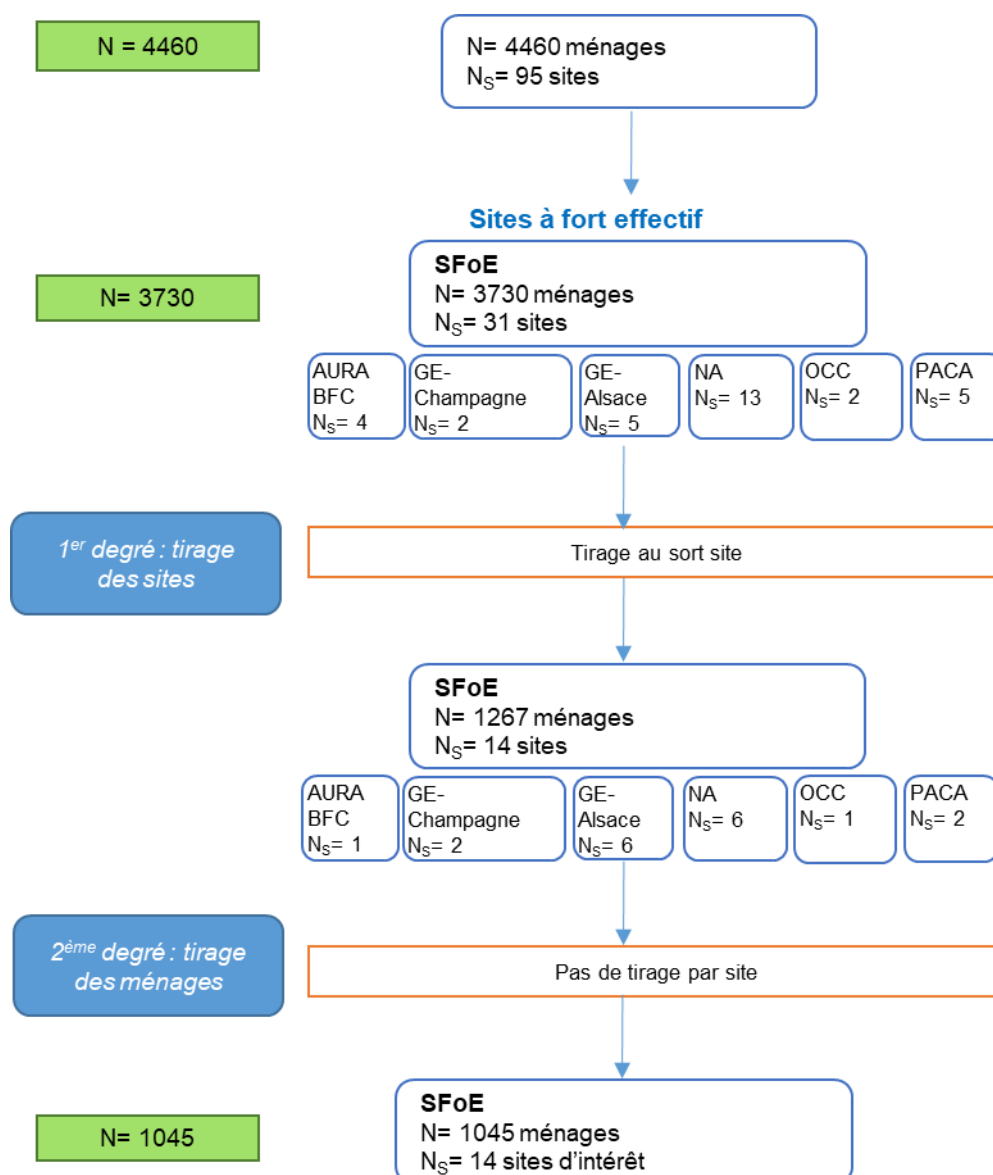
**Tableau 77 : Description des variables de calage chez les ménages riverains de zones non viticoles avec prélèvement de poussières en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

	Foyers avec prélèvements de poussières (N=113) (%)	Population représentée (N=9982) (%)
<b>Taille du ménage</b>		
1 personne	15,04	44,82
2 personnes	23,89	29,22
3 personnes	22,12	14,62
4 personnes	23,01	7,65
5 personnes et plus	15,93	3,7
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Occupation du local</b>		
Locataire	26,55	51,72
Propriétaire	69,03	46,72
À titre gratuit	4,42	1,56
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Type de local</b>		
Appartement	31,86	58,57
Maison	68,14	41,43
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Date de construction</b>		
Avant 1949	44,25	44,85
Entre 1949 et 1967	9,73	10,04
Entre 1968 et 1981	15,93	13,27
Entre 1982 et 2000	9,73	13,43
Entre 2001 et 2010	9,73	11,04
En 2011 ou après	10,62	7,36
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>

## 5.2. Constitution de l'échantillon des ménages riverains de zones non viticoles avec prélèvement d'air intérieur en période de traitement

### 5.2.1. Plan d'échantillonnage

Pour l'air intérieur, le plan d'échantillonnage pour les ménages riverains de zones non viticoles en période de traitement reprend celui déployé pour les poussières sur les SFoE uniquement. Au final, 1 045 ménages riverains de zones non viticoles sont sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur en période de traitement (cf. Figure 40).



**Figure 40 : Stratégie d'échantillonnage des ménages riverains de zones non viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

### 5.2.2. Statut des ménages riverains de zones non viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur en période de traitement après prise de contact

Parmi les 1 045 ménages riverains de zones non viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur en période de traitement, 84 d'entre eux sont hors-champ. Après exclusion de ces foyers hors-champ, les 961 ménages se répartissent de la façon suivante :

**Tableau 78 : Statut des ménages riverains de zones non viticoles sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Statut	Éligible	Inéligible	Injoignable	Refus	Total
Effectif	174	22	345	420	961

Au total, 45 échantillons d'air intérieur ont été réceptionnés parmi les 174 ménages éligibles.

### 5.2.3. Calcul des pondérations finales

Parmi les 961 ménages sélectionnés pour le prélèvement d'air intérieur, un échantillon a donc été réceptionné par le laboratoire pour 45 d'entre eux. Pour le modèle de non-réponse appliqué au prélèvement d'air intérieur, ces 45 ménages sont considérés comme répondants ; les 916 ménages sans échantillons d'air intérieur sont considérés comme des non-répondants.

La démarche de modélisation décrite au paragraphe 1 est appliquée, ce qui permet d'obtenir un modèle de non-réponse final avec 5 variables.

**Tableau 79 : Résultats du modèle utilisé pour prédire la probabilité d'être un ménage riverain de zones non viticoles avec un échantillon d'air intérieur réceptionné en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Variables	OR <sup>(1)</sup>	[IC95 %]
<b>Constante</b>	<b>0,01</b>	<b>[0 - 0,03]</b>
<b>Statut d'occupation du logement (propriétaire, locataire, vacant...)</b>		
Propriétaire	Réf.	
Locataire/Occupation par un bail rural	0,53	[0,23 - 1,17]
À titre gratuit	<b>12,66</b>	<b>[2,82 - 52,88]</b>
<b>Surface totale du logement</b>		
[11-68[ m <sup>2</sup>	Réf.	
[68-86[ m <sup>2</sup>	1,23	[0,43 - 3,57]
[86-113[ m <sup>2</sup>	1,04	[0,35 - 3,08]
[113-580[ m <sup>2</sup>	2,54	[0,98 - 7,22]
<b>Indicatrice perception de pension alimentaire de la personne de référence</b>		
Non	Réf.	
Oui	0,26	[0,01 - 1,56]
<b>Sexe de la personne de référence</b>		
Homme	Réf.	
Femme	<b>2,2</b>	<b>[1,1 - 4,34]</b>
<b>Mail présent dans la base initiale</b>		
Non	Réf.	
Oui	<b>4,39</b>	<b>[1,29 - 27,51]</b>

<sup>(1)</sup> OR = Odds-Ratio (i.e. rapport de côtes)

Légende : **GRAS** = résultats statistiquement significatifs (p-value < 0,05)

Les ménages répondants se caractérisent plutôt par le fait d'être hébergé à titre gratuit (versus d'être propriétaire), et/ou d'être une femme et/ou d'avoir un mail présent dans la base initiale.

Au vu de l'effectif total (n=961), un total de 10 GRH a été choisi.

Le tableau ci-dessous présente la distribution des poids des ménages riverains de zones non viticoles avec prélèvement d'air intérieur en période de traitement après correction de la non-réponse et calage sur marges.

**Tableau 80 : Distribution des poids après correction de la non-réponse et du calage chez les ménages riverains de zones non viticoles avec prélèvement d'air intérieur en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Pondérations	Pondérations corrigées de la non-réponse	Pondérations corrigées de la non-réponse et tronquées	Poids calés et finaux
N	45	45	45
Variance	100958,9	21638,6	71132,7
Ecart-type	317,7	147,1	266,7
Moyenne	155,3	123,3	163,0
P5	7,6	7,6	0,4
P25	21,5	21,5	5,2
Médiane	51,7	51,7	39,6
P75	178,7	178,7	179,7
P90	352,8	352,8	508,5
P95	400,6	400,6	783,3
Min	5,7	5,7	0,2
Max	2071,5	632,5	1125,9
Somme des poids	6988,9	5549,9	7336,1

#### 5.2.4. Description des variables de calage

La répartition des modalités des 4 variables de calage est présentée pour les 45 ménages ayant eu des prélèvements d'air intérieur et pour la population représentée après application des poids finaux (N=7 336). Pour rappel, les marges de la population représentée après application des poids finaux (N=7 336) sont identiques à celles fournies par l'Insee grâce à l'étape du calage.

**Tableau 81 : Description des variables de calage chez les ménages riverains de zones non viticoles avec prélèvement d'air intérieur en période de traitement. PestiRiv, France, 2021-2022**

	<b>Foyers avec prélèvements d'air intérieur (N=45) (%)</b>	<b>Population représentée (N=7 336) (%)</b>
<b>Taille du ménage</b>		
1 personne	13,33	45,97
2 personnes	20	28,53
3 personnes	24,44	13,81
4 personnes	31,11	7,7
5 personnes et plus	11,11	3,99
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Occupation du local</b>		
Locataire	26,67	55,16
Propriétaire	64,44	43,39
À titre gratuit	8,89	1,46
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Type de local</b>		
Appartement	33,33	61,56
Maison	66,67	38,44
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<b>Date de construction</b>		
Avant 1949	44,44	45,56
Entre 1949 et 1967	13,33	9,31
Entre 1968 et 1981	11,11	13,49
Entre 1982 et 2000	6,67	12,47
Entre 2001 et 2010	13,33	12,32
En 2011 ou après	11,11	6,85
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>

## **ANNEXE 13 : LISTE DES INDICATEURS CONSTRUITS POUR L'ANALYSE DES DONNÉES D'IMPRÉGNATIONS**

Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des indicateurs construits et testés dans le cadre des analyses des données d'imprégnations. Toutes ces variables n'ont pas nécessairement été retenues *in fine* dans les modèles d'analyses statistiques. La liste des variables introduites dans chacun des modèles d'analyse est détaillée dans le Tome 2 qui présente les résultats des mesures d'imprégnations.

**Tableau 82 : Liste des variables construites pour l'interprétation des mesures d'imprégnations. PestiRiv, France, 2021-2022**

Indicateur	Libellé	Nom de la variable	Modalités
<b>Variables socio-démographiques</b>			
Âge	Âge du participant en visite 1	AGE_AD	
	Âge du participant tiré au sort en 4 classes	class_age_4	1. 18-34 ans 2. 35-49 ans 3. 50-69 ans 4. 70-79 ans
Sexe	Sexe du participant tiré au sort	SEXE_AD	1. MASCULIN 2. FÉMININ
IMC	$\text{=pds\_kg}/((\text{taille\_m}/100)^2)$	poids taille	$\text{=pds\_kg}/((\text{taille\_m}/100)^2)$
Situation matrimoniale	Vivez-vous actuellement en couple ?	couple	0. Non 1. Oui
	Situation matrimoniale actuelle	situation_matri	1. Marié(e)/Pacsé(e)/en union libre 2. Veuf(ve)/Divorcé(e) 3. Célibataire
Revenus foyer	Ressenti sur l'état financier du foyer	finance	1. Vous êtes à l'aise 2. Ça va 3. C'est juste/Il faut faire attention 4. Vous y arrivez difficilement/vous ne pouvez pas y arriver sans faire de dettes
	Décile de revenu disponible monétaire 2018 (base Fidéli)	REVDISP_M_DECILE	1. < 1 <sup>er</sup> décile 2. Entre le 1 <sup>er</sup> et le 2 <sup>e</sup> décile 3. Entre le 2 <sup>e</sup> et le 3 <sup>e</sup> décile 4. Entre le 3 <sup>e</sup> et le 4 <sup>e</sup> décile 5. Entre le 4 <sup>e</sup> et le 5 <sup>e</sup> décile 6. Entre le 5 <sup>e</sup> et le 6 <sup>e</sup> décile 7. Entre le 6 <sup>e</sup> et le 7 <sup>e</sup> décile 8. Entre le 7 <sup>e</sup> et le 8 <sup>e</sup> décile 9. Entre le 8 <sup>e</sup> et le 9 <sup>e</sup> décile 10. > 9 <sup>e</sup> décile
	Déciles de niveau de vie 2018	NIVVIEM_DECILE	1. < 1 <sup>er</sup> décile 2. Entre le 1 <sup>er</sup> et le 2 <sup>e</sup> décile 3. Entre le 2 <sup>e</sup> et le 3 <sup>e</sup> décile 4. Entre le 3 <sup>e</sup> et le 4 <sup>e</sup> décile 5. Entre le 4 <sup>e</sup> et le 5 <sup>e</sup> décile 6. Entre le 5 <sup>e</sup> et le 6 <sup>e</sup> décile



			7. Entre le 6 <sup>e</sup> et le 7 <sup>e</sup> décile 8. Entre le 7 <sup>e</sup> et le 8 <sup>e</sup> décile 9. Entre le 8 <sup>e</sup> et le 9 <sup>e</sup> décile 10. > 9 <sup>e</sup> décile
	Indicatrice de ménage pauvre à 60 % en 2018	I_PAUVRE60M	0. Non 1. Oui
Nombre de personnes dans le ménage	Nombre de personnes dans le ménage	NB_TOT	
	Nombre d'adultes de 18 à 79 ans	NB_AD	
	Nombre d'enfants de 3 à 17 ans	NB_ENF	
Diplôme	Diplôme le plus élevé obtenu par le participant	diplôme	1. Pas de scolarité à CAP,BEP 2. Bac général/Bac techno, diplôme équivalent 3. 1 <sup>er</sup> cycle 4. 2 <sup>e</sup> cycle/3 <sup>e</sup> cycle
Situation professionnelle	Situation professionnelle actuelle	situation_pro	1. Occupe un emploi 2. Retraité(e) 3. Chômeur 4. Étudiant, élève, en formation, en stage non rémunéré 5. Autre inactif
	A eu une activité professionnelle au cours des 3 derniers mois	emploi_3m	0. Non 1. Oui
	Type d'emploi	type_emploi	1. Cadre, profession intellectuelle supérieure 2. Employé 3. Profession intermédiaire 4. Artisans, commerçants, chefs d'entreprise 5. Ouvrier 6. Agriculteur
<b>Paramètres physiologiques ou conditions de recueil pouvant influencer les niveaux d'imprégnations</b>			
Dilution urinaire	Concentration en créatinine		En g/L
Activité intense réalisée pendant la période de recueil des urines	Durée totale des activités d'intensité élevée sur 14 jours en continu (course à pied, vélo à vive allure, VTT, autre activité intense (aérobic, natation...), travaux de force)	tps_act_physiq_intens_14j	En minutes
Prise de médicaments	Prise de médicaments à base de paracétamol avant les recueils des urines	med_paracetamol	1. Aucune prise 2. Une prise 3. Plus d'une prise
Grossesse	Femme enceinte pendant la période de recueil des urines	grossesse	1. Femme non enceinte 2. Femme enceinte 3. Non concerné (hommes, femmes de plus de 50 ans)
Conditions de recueil des urines	Oubli de mettre un flacon au congélateur immédiatement après le recueil	oubli_congel	0. Non 1. Oui

	Oubli de recueillir les 1 <sup>res</sup> urines du matin au réveil	oubli_reveil	0. Non 1. Oui
Tabagisme	Statut tabagique du participant	statut_tabac	1. Non-fumeur 2. Fumeur 3. Ancien fumeur
	Consommation de tabac avant le recueil des urines	tabac_avant_recueil	0. Non 1. Oui
	Exposition à la fumée de tabac	tabac_passif	1. Jamais ou presque jamais 2. Moins d'une heure par jour ou plus

#### Auto-consommation

Auto-consommation pendant les 14 jours de suivi	Auto-consommation de légumes cultivés dans le sol (pommes de terre, carottes, etc.) pendant les 14 jours de suivi (binaire)	auto_conso_leg_ds_sol	1. N'a pas auto-consommé 2. A auto-consommé au moins un produit 3. Non concerné - non-autoconsommateur
	Auto-consommation de légumes cultivés dans le sol (pommes de terre, carottes, etc.) pendant les 14 jours de suivi (coupure au p75)	auto_conso_leg_ds_sol_p75	1. N'a pas auto-consommé 2. Auto-consommation faible à moyenne >0 et <= p75 3. Auto-consommation élevée >p75 4. Non concerné - non-autoconsommateur
	Auto-consommation de légumes cultivés au-dessus du sol avec grande surface de contact (salade, blettes, choux-fleurs, etc.) pendant les 14 jours de suivi (binaire)	auto_conso_leg_gde_surf	1. N'a pas auto-consommé 2. A auto-consommé au moins un produit 3. Non concerné - non-autoconsommateur
	Auto-consommation de légumes cultivés au-dessus du sol avec grande surface de contact (salade, blettes, choux-fleurs, etc.) pendant les 14 jours de suivi (coupure au p75)	auto_conso_leg_gde_surf_p75	1. N'a pas auto-consommé 2. Auto-consommation faible à moyenne >0 et <= p75 3. Auto-consommation élevée >p75 4. Non concerné - non-autoconsommateur
	Auto-consommation de légumes cultivés au-dessus du sol (aromates, aubergines, haricots, potirons, etc.) pendant les 14 jours de suivi (binaire)	auto_conso_leg_dess_sol	1. N'a pas auto-consommé 2. A auto-consommé au moins un produit 3. Non concerné - non-autoconsommateur
	Auto-consommation de légumes cultivés au-dessus du sol (aromates, aubergines, haricots, potirons, etc.) pendant les 14 jours de suivi (coupure au p75)	auto_conso_leg_dess_sol_p75	1. N'a pas auto-consommé 2. Auto-consommation faible à moyenne >0 et <= p75 3. Auto-consommation élevée >p75 4. Non concerné - non-autoconsommateur

	Auto-consommation de fruits pendant les 14 jours de suivi (binaire)	auto_conso_fruit	1. N'a pas auto-consommé 2. A auto-consommé au moins un produit 3. Non concerné - non-autoconsommateur
	Auto-consommation de fruits pendant les 14 jours de suivi (coupure au p75)	auto_conso_fruit_p75	1. N'a pas auto-consommé 2. Auto-consommation faible à moyenne >0 et <= p75 3. Auto-consommation élevée >p75 4. Non concerné - non-autoconsommateur
	Auto-consommation d'œufs pendant les 14 jours de suivi (binaire)	auto_conso_œuf	1. N'a pas auto-consommé 2. A auto-consommé au moins un produit 3. Non concerné - non-autoconsommateur
	Auto-consommation d'œufs pendant les 14 jours de suivi (coupure au p75)	auto_conso_œuf_p75	1. N'a pas auto-consommé 2. Auto-consommation faible à moyenne >0 et <= p75 3. Auto-consommation élevée >p75 4. Non concerné - non-autoconsommateur
Mode de préparation des produits auto-consommés	Rinçage des légumes cultivés dans le sol auto-consommés (pommes de terre, carottes, etc.)	rinc_leg_ds_sol_auto_c	1. Ne lave pas les produits avant autoconsommation (score<=0.5) 2. Lave les produits avant autoconsommation (score>0.5) 3. Non concerné - non-autoconsommateur
	Épluchage des légumes cultivés dans le sol auto-consommés (pommes de terre, carottes, etc.)	eplu_leg_ds_sol_auto_c	1. N'épluche pas ou n'enlève pas les feuilles extérieures des produits (score<=0.5) 2. Épluche ou enlève les feuilles extérieures des produits (score>0.5) 3. N'autoconsomme pas
	Rinçage des légumes cultivés au-dessus du sol avec grande surface de contact (salade, blettes, choux-fleurs, etc.) auto-consommés	rinc_leg_gde_surf_auto_c	1. Ne lave pas les produits avant autoconsommation (score<=0.5) 2. Lave les produits avant autoconsommation (score>0.5) 3. Non concerné - non-autoconsommateur
	Épluchage des légumes cultivés au-dessus du sol avec grande surface de contact (salade, blettes, choux-fleurs, etc.) auto-consommés	eplu_leg_gde_surf_auto_c	1. N'épluche pas ou n'enlève pas les feuilles extérieures des produits (score<=0.5) 2. Epluche ou enlève les feuilles extérieures des produits (score>0.5) 3. N'autoconsomme pas
	Rinçage des légumes cultivés au-dessus du sol (aromates, aubergines, haricots, potirons, etc.) auto-consommés	rinc_leg_dess_sol_auto_c	1. Ne lave pas les produits avant autoconsommation (score<=0.5) 2. Lave les produits avant autoconsommation (score>0.5) 3. Non concerné - non-autoconsommateur
	Épluchage des légumes cultivés au-dessus du sol (aromates, aubergines, haricots, potirons, etc.) auto-consommés	eplu_leg_dess_sol_auto_c	1. N'épluche pas ou n'enlève pas les feuilles extérieures des produits (score<=0.5) 2. Épluche ou enlève les feuilles extérieures des produits (score>0.5)

			3. N'autoconsomme pas
	Rinçage des fruits auto-consommés	rinc_fruit_auto_c	1. Ne lave pas les produits avant autoconsommation (score<=0.5) 2. Lave les produits avant autoconsommation (score>0.5) 3. Non concerné - non-autoconsommateur
	Épluchage des fruits auto-consommés	eplu_fruit_auto_c	1. N'épluche pas ou n'enlève pas les feuilles extérieures des produits (score<=0.5) 2. Épluche ou enlève les feuilles extérieures des produits (score>0.5) 3. N'autoconsomme pas
	Rinçage des oeufs auto-consommés	rinc_œuf_auto_c	1. Ne lave pas les produits avant autoconsommation (score<=0.5) 2. Lave les produits avant autoconsommation (score>0.5) 3. Non concerné - non-autoconsommateur
	Écaillage des œufs auto-consommés	eplu_œuf_auto_c	1. N'épluche pas ou n'enlève pas les feuilles extérieures des produits (score<=0.5) 2. Epluche ou enlève les feuilles extérieures des produits (score>0.5) 3. N'autoconsomme pas

#### Consommations de l'alimentation générale

Fréquences de consommations alimentaires au cours des trois derniers mois	Fréquence de consommation des légumes cultivés dans le sol (pommes de terre, carottes, etc.)	conso_leg_ds_sol	1. Moins de 2 fois par semaine 2. 2 à 4 fois par semaine 3. 4 à 6 fois par semaine 4. Tous les jours ou presque 5. Plus d'une fois par jour
	Fréquence de consommation des légumes cultivés au-dessus du sol avec grande surface de contact (salade, blettes, choux-fleurs, etc.)	conso_leg_gde_surf	1. Moins de 2 fois par semaine 2. 2 à 4 fois par semaine 3. 4 à 6 fois par semaine 4. Tous les jours ou presque 5. Plus d'une fois par jour
	Fréquence de consommation des légumes cultivés proches sol (aromates, aubergines, haricots, potirons, etc.)	conso_leg_dess_sol	1. Moins de 2 fois par semaine 2. 2 à 4 fois par semaine 3. 4 à 6 fois par semaine 4. Tous les jours ou presque 5. Plus d'une fois par jour
	Fréquence de consommation de fruits	conso_fruit	1. Moins de 4 fois par semaine 2. 4 à 6 fois par semaine 3. 1 fois par jour 4. 2 à 3 fois par jour 5. Plus de 3 fois par jour

	Fréquence de consommation de féculents, pains, céréales et biscuits (riz, pâtes, viennoiseries, etc. )	conso_fec_pa_ce_bis	1. Moins d'une fois par jour 2. 1 fois par jour 3. 2 à 3 fois par jour 4. Plus de 3 fois par jour
	Fréquence de consommation d'aliments d'origine animale (viandes, poissons, produits laitiers, œufs )	conso_ali_orig_animale	1. Moins d'une fois par jour 2. 1 fois par jour 3. 2 à 3 fois par jour 4. Plus de 3 fois par jour
Consommations de boissons au cours des 3 derniers mois	Fréquence de consommation de boissons non alcoolisées (hors jus de fruits qui sont intégrés avec la consommation de fruits)	conso_boi_non_alc	1. Moins d'une fois par jour 2. 1 fois par jour 3. 2 à 3 fois par jour 4. Plus de 3 fois par jour
	Fréquence de consommation de boissons non alcoolisées (hors jus de fruits qui sont intégrés avec la consommation de fruits)	conso_boi_alc	1. Moins d'une fois par mois 2. Plus d'une fois par mois mais moins d'une fois par semaine 3. 1 fois par semaine 4. 2 à 3 fois par semaine 5. 4 fois ou plus par semaine
	Type d'eau bu principalement au cours des trois derniers mois	conso_eau	1. Eau du robinet/Pas d'eau 2. Eau embouteillée 3. Eau issue d'un puits/ d'une source
Modes d'approvisionnement	Provenance des légumes cultivés dans le sol (pommes de terre, carottes, etc.)	prov_leg_ds_sol	1. Principalement marchés, supermarchés, restauration extérieure... 2. Principalement jardin/production/circuits locaux 3. Provenance mixte
	Consommation de légumes cultivés dans le sol issus de l'agriculture biologique (pommes de terre, carottes, etc.)	bio_leg_ds_sol	1. Jamais ou rarement 2. En partie 3. Souvent ou toujours
	Provenance des légumes cultivés au-dessus du sol avec grande surface de contact (salade, blettes, choux-fleurs, etc.)	prov_leg_gde_surf	1. Principalement marchés, supermarchés, restauration extérieure... 2. Principalement jardin/production/circuits locaux 3. Provenance mixte
	Consommation de légumes avec grande surface de contact issus de l'agriculture biologique (salade, blettes, choux-fleurs, ....)	bio_leg_gde_surf	1. Jamais ou rarement 2. En partie 3. Souvent ou toujours
	Provenance des légumes cultivés au-dessus du sol (aromates, aubergines, haricots, potirons, etc.)	prov_leg_dess_sol	1. Principalement marchés, supermarchés, restauration extérieure... 2. Principalement jardin/production/circuits locaux 3. Provenance mixte

	Consommation de légumes cultivés au-dessus du sol issus de l'agriculture biologique (aromates, aubergines, haricots, potirons, etc.)	bio_leg_dess_sol	1. Jamais ou rarement 2. En partie 3. Souvent ou toujours
	Provenance des fruits	prov_fruit	1. Principalement marchés, supermarchés, restauration extérieure... 2. Principalement jardin/production/circuits locaux 3. Provenance mixte
	Consommation de fruits issus de l'agriculture biologique (aromates, aubergines, haricots, potirons, etc.)	bio_fruit	1. Jamais ou rarement 2. En partie 3. Souvent ou toujours
Modes de préparation des aliments	Rinçage des légumes cultivés dans le sol avant de les consommer (pommes de terre, carottes, etc.)	rinc_leg_ds_sol	1. Rince rarement 2. Rince en partie 3. Rince en majorité
	Épluchage des légumes cultivés dans le sol avant de les consommer (pommes de terre, carottes, etc.)	eplu_leg_ds_sol	1. Épluche rarement 2. Épluche en partie 3. Épluche en majorité
	Rinçage des légumes cultivés au-dessus du sol avec grande surface de contact avant de les consommer (salade, blettes, choux-fleurs, etc.)	rinc_leg_gde_surf	1. Rince rarement 2. Rince en partie 3. Rince en majorité
Modes de préparation des aliments	Épluchage des légumes cultivés au-dessus du sol avec grande surface de contact avant de les consommer (salade, blettes, choux-fleurs, etc.)	eplu_leg_gde_surf	1. Épluche rarement 2. Épluche en partie 3. Épluche en majorité
	Rinçage des légumes cultivés au-dessus du sol avant de les consommer (aromates, aubergines, haricots, potirons, etc.)	rinc_leg_dess_sol	1. Rince rarement 2. Rince en partie 3. Rince en majorité
	Épluchage des légumes cultivés au-dessus du sol avant de les consommer (aromates, aubergines, haricots, potirons, etc.)	eplu_leg_dess_sol	1. Épluche rarement 2. Épluche en partie 3. Épluche en majorité
	Rinçage des fruits avant de les consommer	rinc_fruit	1. Rince rarement 2. Rince en partie 3. Rince en majorité
	Épluchage des fruits avant de les consommer	eplu_fruit	1. Épluche rarement 2. Épluche en partie 3. Épluche en majorité

### Expositions potentielles liées à l'utilisation domestique de pesticides

Exposition domestique aux pesticides pendant les 14 jours de suivi	Utilisation de pesticides au domicile au cours des 14 jours de suivi	utilisation_domestique_1A	0. Non 1. Oui
	Nombre de pesticides utilisés au domicile au cours des 14 jours de suivi	cumul_utilisation_globale_1B	continue
	Utilisation de pesticides au domicile au cours des 14 jours de suivi selon le lieu d'application	indicateur_lieu_1C	1. Au moins une utilisation locale de pesticides (peau, cuir chevelu, vêtement, literie) 2. Au moins une utilisation de pesticides en intérieur (plantes intérieures, animaux domestiques) 3. Utilisation de pesticides à l'extérieur ou autre
	Nombre de produits utilisés sur les 14 jours contenant au moins une SA priorisée dans PestiRiv pour laquelle des BM sont mesurés dans les urines	nb_SA_pestiriv_2A	continue
	Pour chaque SA, nombre de produits contenant la substance active du BM utilisés pendant les 14 jours de suivi	cumul_utilisation_SAX_2B	continue

### Expositions potentielles aux pesticides en lien avec les activités professionnelles du participant

Localisation du lieu de travail près de cultures ou autres aménagement potentiellement exposant aux PPP (voies ferrées, golf, usines, etc.)	Présence de cultures à moins de 500 mètres des lieux d'activité (activités professionnelles et études)	lieu_pro_cult_500 m	1. Aucune culture à proximité du lieu d'activité 2. Présence de vignes à proximité du lieu d'activité 3. Présence d'autres cultures que la vigne à proximité du lieu d'activité 4. Non concerné – pas d'activité au cours des 3 derniers mois
	CP des lieux d'activité dans ou hors de la zone viticole de l'étude (activités professionnelles et études)	CP_activite	1. Lieux d'activité situés hors CP de la zone viticole 2. Lieux d'activité situés dans un CP de la zone viticole 3. Non concerné - pas d'activité au cours des 3 derniers mois
Activité professionnelle potentiellement exposante aux pesticides	Type d'emploi agricole ou non du participant (y compris pour les retraités)	emploi_agri	1. Emploi non agricole 2. Emploi agricole 3. Non concerné - Participant n'ayant jamais travaillé
	Activité professionnelle dans une exploitation agricole	exploitation_agri	1. Aucune activité dans une exploitation agricole 2. Travaille dans une exploitation agricole 3. Non concerné - pas d'activité au cours des 3 derniers mois
Utilisation professionnelle de pesticides	Utilisation professionnelle de pesticides pendant les 14 jours de suivi	pest_pro_14j	0. non 1. oui
	Type d'utilisation professionnelles de pesticides pendant les 14 jours de suivi	pest_pro_14j_type	1. Pas d'utilisation professionnelle de pesticides 2. Utilisation professionnelle de pesticides en vigne 3. Utilisation professionnelle de pesticides pour d'autres usages (autre culture, médical, etc.)



### Exposition potentielle aux pesticides en lien avec les activités professionnelles des autres membres du foyer

Activité potentiellement exposante aux pesticides	Activités professionnelles potentiellement exposantes aux pesticides réalisées par les autres membres du foyer au cours des 3 derniers mois	travail_pro_vigne2_fam	1. Activités professionnelles dans le domaine de la viticulture 2. Activités professionnelles dans d'autres domaines potentiellement exposant aux PPP 3. Ne travaille dans aucun des domaines potentiellement exposant listés
Utilisation de pesticides dans le cadre professionnel	Fréquence d'utilisation professionnelle de pesticides par les autres membres du foyer au cours des 3 derniers mois (toutes cibles)	freq_pest_pro_cible_fam	continue
	Utilisation professionnelle de pesticides par les autres membres du foyer au cours des 3 derniers mois (toutes cibles)	freq_pest_pro_cible2_fam	0. Non 1. Oui

### Exposition potentielle aux pesticides liée aux activités de loisirs

Loisirs potentiellement exposant aux PPP	Réalisation d'activités potentiellement exposantes aux pesticides (jardinage si traitement, composition florale, manipulation de bois traités) pendant 14 jours	loisir_pest_14	0. Non 1. Oui
Activités réalisées près de vignes	Durée totale des activités réalisées à moins de 50 mètres de vignes sur 14 jours (marche, course à pied, vélo, motocross, etc.)	Tps_total_activite_vigne	En minutes
	Activités de faible intensité réalisées à moins de 50 mètres de vignes au cours des 14 jours (marche à faible allure...)	act_physiq_faible_vigne_14j_cl	1. Aucune pratique 2. 3 heures ou moins 3. Plus de 3 heures
	Activités d'intensité modérée réalisées à moins de 50 mètres de vignes au cours des 14 jours (marche vive, vélo à faible allure...)	act_physiq_modere_vigne_14j_cl	1. Aucune pratique 2. 4 heures ou moins 3. Plus de 4 heures
	Réalisation d'activités d'intensité élevée à moins de 50 mètres de vignes au cours des 14 jours (course à pied, VTT...)	act_physiq_intens_vigne_14j_cl	0. Non 1. Oui
Activités réalisées près d'autres cultures	Réalisation d'activités près d'autres cultures pendant 14 jours	act_physiq_aut_cult_14j	0. Non 1. Oui

### Budget espace-temps

budget espace-temps	Temps total passé chez soi à l'intérieur pendant les 14 jours	BET14j_Chez_vous_int	En heures
	Temps total passé à l'extérieur dans la commune pendant les 14 jours	BET14j_Chez_vous_ou_com_ext	En heures

	Temps total passé sur le lieu de travail pendant les 14 jours	BET14j_Lieu_travail	En heures
	Temps total passé dans les autres lieux pendant les 14 jours	BET14j_Autres_lieux	En heures

**Caractéristiques du logement pouvant conduire à des expositions aux pesticides ou influencer la contamination du logement en lien avec la présence de vignes**

Ancienneté du logement	Période de construction du logement	annee_const_vf	1. <1949 2. 1949-1969 3. 1970-1982 4. 1983-2000 5. 2001-2012 6. >=2013
Type de logement	Type de logement : maison individuelle ou logement collectif	type_logement	1. Logement individuel (maison, ferme) 2. Logement collectif (appartement ou autre logement collectif)
	Le logement est situé à un étage	etage	1. Rez-de-chausée 2. 1 <sup>er</sup> étage 3. 2 <sup>e</sup> étage et plus 4. Non concerné (logement individuel)
Aménagements dans le logement	Isolation du logement	isolation	1. Récente 2. Ancienne
	Présence d'éléments en bois dans le logement	presence_bois_interieur	0. Non 1. Oui
	Revêtement du sol : lisse ou non	revetement_lisse	1. Oui, lisse seul 2. Au moins un non lissé
	Présence de moquettes ou tapis	indicateur_tapis_moquette	0. Non 1. Oui
	Dispositif de ventilation	type_ventilation	1. Ventilation mécanique 2. Ventilation naturelle 3. Absence de système de ventilation
	Présence de climatiseur ou climatiseur réversible	climatiseur	0. Non 1. Oui
Environnement du logement	Présence d'autres cultures (hors vigne) ou d'aménagements potentiellement exposants aux pesticides à moins de 500 mètres du logement	logement_proxi_pest	1. Aucun aménagement (hors vigne) 2. Présence de cultures (hors vigne) 3. Présence d'autres aménagements potentiellement exposants aux pesticides (élevage, golf, voie ferrée, usine de production de pesticides) 4. Présence d'espaces publics (jardin, stade, cimetière)
	Présence d'une clôture occultante autour du logement	cloture	1. Pas de clôture autour du logement 2. Clôture de moins de 2 mètres de hauteur 3. Clôture de plus de 2 mètres de hauteur

**Comportements et habitudes au sein du ménage pouvant influencer la contamination du logement par les pesticides utilisés sur les vignes et l'exposition des occupants**

Habitudes	Habitude des membres du ménage de se déchausser en rentrant dans le logement au cours des 3 derniers mois	dechaus	1. Oui,tous et systématiquement 2. Oui, mais pas systématiquement ou pas tous les membres du foyer 3. Non
	Habitude de faire sécher le linge à l'extérieur au cours des 3 derniers mois	linge	1. Oui, pour la totalité du linge lavé 2. Oui, mais pas pour la totalité du linge lavé 3. Non, jamais
Risques d'exposition via l'eau	Utilisation domestique d'eau de pluie (arrosage, lavage des fruits et légumes, nettoyage, etc.)	pluie	0. non 1. oui
Risques d'exposition via l'eau	Utilisation domestique d'eau issue d'un puits (arrosage, lavage des fruits et légumes, ...)	puits	0. non 1. oui
	Présence d'une piscine dans le logement	piscine	1. Pas de piscine 2. Présence d'une piscine couverte (abri, bâche, volet, etc.) 3. Présence d'une piscine non couverte
Animaux domestiques	Animaux domestiques allant à l'extérieur du domicile au cours des 3 derniers mois	anx_ext	1. Aucun animal allant à l'extérieur 2. Un animal allant à l'extérieur 3. Plusieurs animaux allant à l'extérieur
Nettoyage du logement	Fréquence de nettoyage humide (serpillière ou autre) du logement au cours des 3 derniers mois	nettoyage_humide	1. Moins d'une fois par semaine 2. Une fois par semaine 3. Plus d'une fois par semaine
	Fréquence de nettoyage du logement par aspirateur au cours des 3 derniers mois	nettoyage_aspirateur	1. Moins d'une fois par semaine 2. Une fois par semaine 3. Deux à trois fois par semaine 4. Tous les jours ou presque
	Fréquence de nettoyage du logement par balai au cours des 3 derniers mois	nettoyage_balai	1. Jamais 2. Une fois par semaine ou moins 3. Plus d'une fois par semaine
Aération du logement	Durée d'aération du logement sur la période des 14 jours de suivi	duree_tot_aeration_14j	En minutes

### Attitudes et constat de traitements

Constat de traitements des cultures	Constat d'un traitement pendant les 14 jours de suivi	epandage_14j_cl	1. Aucun épandage constaté 2. Entre 1 et 3 épandages constatés 3. 4 épandages ou plus constatés
	Constat de traitements sur vignes pendant les 14 jours de suivi	epandage_vigne_14j_cl	1. Aucun épandage constaté 2. Entre 1 et 3 épandages constatés 3. 4 épandages ou plus constatés
	Constat de traitements sur d'autres cultures pendant les 14 jours de suivi	epandage_autre_14j_cl	0. Non 1. Oui
Précautions prises si constat de traitement des cultures	Nombre de précautions prises si constat d'un traitement	mesure_epandage	1. Aucune précaution prise 2. Au moins une précaution prise 3. Non renseignée 4. Non concerné (pas d'épandage constaté)
	Précautions prises pendant l'épandage pour limiter les contaminations (rester à l'intérieur, fermer les fenêtres, rentrer le linge, ...)	mesure_pendant_epandage	1. Aucune précaution prise 2. Au moins une précaution prise 3. Non renseignée 4. Non concerné (pas d'épandage constaté)
	Précautions prises après l'épandage pour limiter les contaminations (ne pas se rendre dans les zones traitées, ...)	mesure_post_epandage_cl	1. Aucune précaution prise 2. Au moins une précaution prise 3. Non renseignée 4. Non concerné (pas d'épandage constaté)

### Indicateurs liés à la zone d'étude et au contexte agricole

Caractéristiques de la commune / zone	Zone d'étude	ZONE	1. Riverain 2. Non riverain
	Région	REGION	
	Commune rurale / urbaine	densite_com	1. Très dense 2. Dense 3. Peu dense 4. Très peu dense
Indicateur d'exposition aux PPP lié à la présence de vigne	Distance des plus proches parcelles de vignes (en mètres)	distance_vigne	En mètres
	Distance des plus proches parcelles de vignes (en classes)	distance_cl	1. Entre 0 et 50 mètres 2. Entre 51 et 100 mètres 3. Entre 101 et 250 mètres 4. Entre 251 et 700 mètres 5. Plus de 1 000 mètres

	Surface de vignes à 100 mètres / 500 mètres / 100 mètres du logement	vignes_100 vignes_500 vignes_1 000	En m²
	Quantité de substance active (qsa) probablement utilisée pendant la période de suivi à 100 m / 500 m / 1 000 m du logement	Qsa_100 Qsa_500 Qsa_1 000	En kg
	Dispersion des qsa vers le logement à 100 m / 500 m / 1 000 m (prise en compte du vent)	Qsa_derive_100 Qsa_derive_500 Qsa_derive_1 000	En kg
Matériel de pulvérisation	Catégorie de matériel de pulvérisation		
Conduite de vignoble	Tranche d'âge du matériel de pulvérisateur		1. 0-10 ans 2. 11-20 ans 3. Plus de 20 ans
	Part de la surface en vigne biologique (certifié et en cours de conversion)	PART_BIO_VITI_CP	
	Part des exploitations en bio	PART_EXP_BIO_CP	
	Part de la surface en vigne du département certifiée TerraVitis		
Données météorologiques	Pluviométrie cumulée sur les 14 jours de suivi		en mm

## **ANNEXE 14 : LISTE DES INDICATEURS CONSTRUITS POUR L'ANALYSE DES DONNÉES ENVIRONNEMENTALES**

Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des indicateurs construits et testés dans le cadre des analyses des données de contamination (analyses descriptives ou modélisation). La liste des variables introduites dans chacun des modèles d'analyse est détaillée dans le Tome 1 qui présente les résultats des mesures de contamination.

**Tableau 83 : Liste des variables construites pour l'interprétation des mesures de contamination. PestiRiv, France, 2021-2022**

Indicateur	Libellé	Nom de la variable	Modalités
Variables socio-démographiques			
Revenus foyer	Niveau de revenus déterminé à partir des déciles de Niveau de vie en 2018	NIVVIEM_cat	Faible (< 2 <sup>e</sup> décile)
			Modéré (Entre le 2 <sup>e</sup> et le 6 <sup>e</sup> décile)
			Fort (> 6 <sup>e</sup> décile)
Nombre de personnes dans le ménage	Taille du ménage	NB_TOT_cl	1 personne
			2 personnes
			3 personnes
			4 personnes
			5 personnes ou plus
	Type de ménage	type_foy	1. Adultes sans enfants
			2. Adultes avec enfants
Tabagisme			
Tabagisme	Exposition à la fumée de tabac	tabac_passif	1. Jamais ou presque jamais
			2. Moins d'une heure par jour ou plus
Expositions potentielles liées à l'utilisation domestique de pesticides			
Exposition domestique aux pesticides pendant les 14 jours de suivi	Utilisation de pesticides au domicile au cours des 14 jours de suivi	pest_dom_14j	0. Non
			1. Oui



### Expositions potentielles aux pesticides en lien avec les activités professionnelles du participant

Activité professionnelle potentiellement exposante aux pesticides	Type d'emploi agricole ou non du participant (y compris pour les retraités)	emploi_agri	1. Emploi non agricole
			2. Emploi agricole
			3. Non concerné - Participant n'ayant jamais travaillé
Utilisation professionnelle de pesticides	Utilisation professionnelle de pesticides pendant les 14 jours de suivi	pest_pro_14j	0. Non
			1. Oui

### Exposition potentielle aux pesticides en lien avec les activités professionnelles des autres membres du foyer

Utilisation de pesticides dans le cadre professionnel	Utilisation professionnelle de pesticides par les autres membres du foyer au cours des 3 derniers mois (toutes cibles)	pest_pro_fam_BIN	1. Oui
			2. Non et Non concerné - pas d'autres personnes dans le foyer

### Exposition potentielle aux pesticides liée aux activités de loisirs

Loisirs potentiellement exposant aux PPP	Réalisation d'activités potentiellement exposantes aux pesticides (jardinage si traitement, composition florale, manipulation de bois traités) pendant 14 jours	loisir_pest_14	0. Non
			1. Oui

### Budget espace-temps

Budget espace-temps	Temps total passé chez soi à l'intérieur pendant les 14 jours	BET14j_Chez_vous_int	En heures
---------------------	---	----------------------	-----------

**Caractéristiques du logement pouvant conduire à des expositions aux pesticides ou influencer la contamination du logement en lien avec la présence de vignes**

Type de logement	Surface du logement	MEN9_int	En m²
Aménagements dans le logement	Isolation du logement	isol_logement	1. Récente 2. Ancienne
	Présence d'éléments en bois dans le logement	pres_bois_int	0. Non 1. Oui
	Présence de moquettes ou tapis (au moins 1 pièce sur 2)	tapis_moquette	0. Non 1. Oui
	Dispositif de ventilation	ventil_logement	1. Ventilation mécanique 2. Ventilation naturelle 3. Absence de système de ventilation
	Présence de climatiseur ou climatiseur réversible	clim_logement	0. Non 1. Oui
Environnement du logement	Présence d'autres cultures (hors vigne) ou d'aménagements potentiellement exposants aux pesticides à moins de 500 mètres du logement	logement_proxi_pest_Bis	1. Aucun aménagement (hors vigne) + Présence d'espaces publics (jardin, stade, cimetière) 2. Présence de cultures (hors vigne) + Présence d'autres aménagements potentiellement exposants aux pesticides (élevage, golf, voie ferrée, usine de production de pesticides)
	Présence d'une clôture occultante autour du logement	clôture	1. Pas de clôture autour du logement 2. Clôture de moins de 2 mètres de hauteur 3. Clôture de plus de 2 mètres de hauteur

**Comportements et habitudes au sein du ménage pouvant influencer la contamination du logement par les pesticides utilisés sur les vignes et l'exposition des occupants**

Habitudes	Habitude des membres du ménage de se déchausser en rentrant dans le logement au cours des 3 derniers mois	dechaus	1. Oui, tous et systématiquement 2. Oui, mais pas systématiquement ou pas tous les membres du foyer 3. Non
	Habitude de faire sécher le linge à l'extérieur au cours des 3 derniers mois	linge	1. Oui, pour la totalité du linge lavé 2. Oui, mais pas pour la totalité du linge lavé 3. Non, jamais
Animaux domestiques	Animaux domestiques allant à l'extérieur du domicile au cours des 3 derniers mois	anx_ext_bis	1. Aucun animal allant à l'extérieur 2. Un animal allant à l'extérieur + Plusieurs animaux allant à l'extérieur
Nettoyage du logement	Fréquence de nettoyage humide (serpillière ou autre) du logement au cours des 3 derniers mois	nettoyage_humide	1. Moins d'une fois par semaine 2. Une fois par semaine 3. Plus d'une fois par semaine
	Fréquence de nettoyage du logement par aspirateur au cours des 3 derniers mois	nettoyage_aspirateur	1. Moins d'une fois par semaine 2. Une fois par semaine

	Nettoyage humide (serpillière ou autre) du logement ou par aspirateur au cours des 3 derniers mois	nettoyage	3. Deux à trois fois par semaine
			4. Tous les jours ou presque
			1. Moins d'une fois par semaine
			2. Une fois par semaine
			3. Plus d'une fois par semaine
	Fréquence de nettoyage du logement par balai au cours des 3 derniers mois	nettoyage_balai	1. Jamais
			2. Une fois par semaine ou moins
			3. Plus d'une fois par semaine
Aération du logement	Durée d'aération du logement sur la période des 14 jours de suivi	duree_aeration_14j	En minutes

#### Indicateurs liés à la zone d'étude et au contexte agricole

Caractéristiques de la commune / zone	Zone d'étude	ZONE	1. Zones viticoles
	Région	REGION	2. Zones non viticoles
			1. Auvergne-Rhône-Alpes
			2. Bourgogne-Franche-Comté
			3. Grand Est
	Commune rurale / urbaine	densite_com_bis	4. Nouvelle-Aquitaine
			5. Occitanie
Indicateurs d'exposition aux PPP liés à la présence de vignes	Distance à la plus proche parcelle de vignes (en m)	distance_vigne	6. Provence Auvergne Côte d'Azur
			1. Très dense / dense
	Distance à la plus proche parcelle de vignes (en classes)	distance_cl	2. Peu dense / très peu dense
			1. Entre 0 et 50 mètres
			2. Entre 51 et 100 mètres
			3. Entre 101 et 250 mètres
			4. Entre 251 et 700 mètres
			5. Plus de 1 000 mètres
	Surface de vignes à 100 m / 500 m / 1 000 m du logement ou du préleveur d'air ambiant [niveau 1]	vignes_100	En ha
		vignes_500	En ha
		vignes_1 000	En ha
	Densité de vignes à 100 m / 500 m / 1 000 m du logement ou du préleveur d'air ambiant [niveau 1]	vignes_100	En %
		vignes_500	En %
		vignes_1 000	En %
	Quantité de substance active (qsa) probablement utilisée pendant la période de suivi à 100 m / 500 m / 1 000 m du logement ou du préleveur d'air ambiant [niveau 2]	Qsa_100	En kg
		Qsa_500	En kg
		Qsa_1 000	En kg
	Dispersion des qsa vers le logement ou le préleveur d'air ambiant à 100 m / 500 m / 1 000 m (prise en compte du vent) [niveau 3]	Qsa_derive_100	En kg
		Qsa_derive_500	En kg
		Qsa_derive_1 000	En kg

Indicateurs d'exposition aux PPP liés à la présence de vignes	Quantité de substance active (qsa) annuelle à 100 m / 500 m / 1 000 m du logement (en 2022)	Qsa_annuelle_100	En kg
		Qsa_annuelle_500	
		Qsa_annuelle_1 000	
	Mode d'application du soufre (part de la quantité annuelle de soufre pour poudrage) à 1 000 m du préleveur d'air ambiant		en %
	Densité autres cultures consommatrices PPP à 100 m / 500 m / 1 000 m du logement ou du préleveur d'air ambiant	autres_cultures_100	en %
		autres_cultures_500	en %
		autres_cultures_1 000	en %
Matériel de pulvérisation	Catégorie de matériel de pulvérisation (% de pulvérisateurs en face par face uniquement - considéré comme le plus protecteur vis-à-vis de la dérive)	-	1. < 25 %
			2. Entre 25 % et 50 %
			3. > 50 %
Conduite de vignoble	Part de la surface en vigne biologique (certifié et en cours de conversion)	PART_BIO_VITI_CP	
	Part des exploitations en bio	PART_EXP_BIO_CP	
Données météorologiques	Précipitations (données journalières CPF Agro)	RR	en mm
	Température min (données journalières CPF Agro)	Tn	en °C
	Température max (données journalières CPF Agro)	Tx	en °C
	Force du vent (à partir des données horaires AROME)	FF	en m/s
	Direction du vent (à partir des données horaires AROME)	DD	en °
	Température min par semaine	-	en °C
	Température max par semaine	-	en °C
	Vent fort >19 km/h par semaine (à partir des données horaires AROME)		en h
	Cumul de pluie par semaine		en mm
	Nombre de jours de pluie par semaine		en j

# ANNEXE 15 : CONSTRUCTION DES INDICATEURS

## Liste des indicateurs construits :

<a href="#"><u>Indicateurs sociodémographiques et économiques</u></a>	263
<a href="#"><u>Conditions de recueil pouvant influencer les niveaux d'imprégnations</u></a>	268
<a href="#"><u>Tabagisme</u></a>	272
<a href="#"><u>Auto-consommation</u></a>	273
<a href="#"><u>Indicateurs de consommations alimentaires au cours des 3 derniers mois issues de l'auto-questionnaire</u></a>	279
<a href="#"><u>Exposition potentielle liées à l'utilisation domestique de pesticides au cours des 14 jours de suivi</u></a>	285
<a href="#"><u>Exposition potentielle liée à l'utilisation domestique de pesticides au cours des 3 derniers mois précédant le suivi</u></a>	291
<a href="#"><u>Exposition potentielle aux pesticides en lien avec les activités professionnelles du participant</u></a>	294
<a href="#"><u>Exposition potentielle aux pesticides en lien avec les activités professionnelles du participant sur les 3 derniers mois</u></a>	300
<a href="#"><u>Exposition potentielle aux pesticides en lien avec les activités professionnelles des autres membres du foyer</u></a>	303
<a href="#"><u>Exposition potentielle aux pesticides liée aux activités de loisirs</u></a>	304
<a href="#"><u>Budget-espace-temps</u></a>	309
<a href="#"><u>Traitement du carnet journalier</u></a>	309
<a href="#"><u>Imputation des temps-lieux [T] et des BET-jour (BETj)</u></a>	314
<a href="#"><u>Calcul de l'indicateur du BET<sub>14jours</sub></u></a>	316
<a href="#"><u>Caractéristiques du logement pouvant influencer l'imprégnation ou la contamination du logement en lien avec la présence de vignes</u></a>	317
<a href="#"><u>Comportements et habitudes au sein du ménage pouvant influencer la contamination du logement par les pesticides utilisés sur les vignes et l'imprégnation des occupants</u></a>	324
<a href="#"><u>Constat de traitements des cultures près du logement et attitudes</u></a>	336
<a href="#"><u>Durées d'enquête</u></a>	338

## Indicateurs sociodémographiques et économiques

Les variables socio-démographiques regroupent les variables liées à l'âge des participants, le sexe, l'IMC, la situation matrimoniale, les revenus du foyer, le nombre de personnes dans le foyer, le niveau de diplôme et la situation professionnelle.

Les informations utilisées pour construire ces variables sont issues :

- de la base Fidéli 2018 utilisée pour constituer la base de sondage : indice de ménage de pauvreté à 60 %<sup>73</sup> en 2018, décile de niveau de vie en 2018, décile de revenu disponible monétaire 2018, année de construction du logement ;
- du questionnaire de visite 1 adressé en face-à-face au participant : âge, sexe, situation matrimoniale, ressenti sur l'état financier du foyer, nombre de personnes dans le foyer, situation professionnelle ;
- de l'auto-questionnaire : taille et poids du participant.

### Âge :

La date de naissance du participant est renseignée lors de la phase de recrutement. Cette date est utilisée pour calculer l'âge révolu du participant le jour de la visite 1 (arrondi inférieur du nombre d'année entre la date de naissance et la date de visite 1).

Trois variables d'âge sont créées :

- **AGE\_AD** : âge en variable continue
- **classe\_age\_4** : âge en 4 classes (découpage au P10, P50 et P90) :
  1. 18-34 ans
  2. 35-49 ans
  3. 50-69 ans
  4. 70-79 ans

### Sexe :

Le sexe du participant est renseigné lors de la phase de recrutement. Deux variables sont créées respectivement pour les adultes et les enfants « **SEXE\_AD** » et « **SEXE\_ENF** », en deux modalités : 1. MASCULIN ; 2. FÉMININ.

### IMC :

Le poids et la taille sont renseignés par le participant dans l'auto-questionnaire : question Q3\_1 (poids en kg) et Q3\_2 (taille en cm). Ces deux informations seront utilisées, après imputation des données manquantes, pour le calcul de l'indice de masse corporelle (IMC).

$$\text{IMC} = \frac{\text{poids (kg)}}{\text{taille (m)}^2} = \frac{\text{Q3\_1}}{(\text{Q3\_2}/100)^2}$$

La variable catégorielle « **IMC** » est créée selon le regroupement suivant pour les adultes :

- 1 :  $\text{IMC} < 18,5 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow$  **poids insuffisant**
- 2 :  $18,5 \text{ kg/m}^2 \leq \text{IMC} < 25 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow$  **poids normal**
- 3 :  $25 \text{ kg/m}^2 \leq \text{IMC} < 30 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow$  **surpoids**
- 4 :  $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow$  **obésité modérée à massive**

Pour les enfants, les classes d'IMC dépendent du sexe et de l'âge. Les bornes utilisées sont présentées dans le tableau ci-dessous.

---

<sup>73</sup> Un individu (ou un **ménage**) est considéré comme **pauvre** lorsqu'il vit dans un ménage dont le niveau de vie est inférieur au seuil de pauvreté. En France et en Europe, le seuil est le plus souvent fixé à 60 % du niveau de vie médian. <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1653>

**Tableau 84 : Bornes d'IMC utilisées pour les enfants. PestiRiv, France, 2021-2022<sup>74</sup>**

Âge (années)	Bornes pour les filles				Bornes pour les garçons			
	Maigreur	Poids normal	Surpoids	Obésité	Maigreur	Poids normal	Surpoids	Obésité
3	<14	14	17,5	19,5	<14	14	18	19,5
4	<13,5	13,5	17,5	19	<14	14	17,5	19,5
5	<13	13	17	19	<13,5	13,5	17,5	19,5
6	<13	13	17,5	19,5	<13	13	17,5	20
7	<13	13	18	20,5	<13	13	18	20,5
8	<13	13	18,5	21,5	<13	13	18,5	21,5
9	<13	13	19	23	<13,5	13,5	19	23
10	<13,5	13,5	20	24	<13,5	13,5	20	24
11	<14	14	20,5	25,5	<14	14	20,5	25
12	<14	14	21,5	26,5	<14	14	21	26
13	<15	15	22,5	28	<14,5	14,5	22	27
14	<15,5	15,5	23,5	28,5	<15	15	22,5	27,5
15	<16	16	24	29	<15,5	15,5	23,5	28,5
16	<16,5	16,5	24,5	29,5	<16	16	24	29
17	<16,5	16,5	24,5	29,5	<16,5	16,5	24,5	29,5

#### Situation matrimoniale :

Deux variables sont construites pour décrire la situation matrimoniale de l'adulte participant et, pour les enfants, du référent du foyer :

- la variable « **couple** » issue de la question INCA9 du questionnaire de visite 1 de l'adulte et de la question INCE13 du questionnaire de visite 1 de l'enfant ;
- la variable « **situation\_matri** » est créée à partir des questions INCA10 du questionnaire de visite 1 adulte et INCE14 du questionnaire enfant. La variable « situation\_matri » est une variable en 3 modalités permettant de regrouper les situations conjugales légales, Pacs et vie en couple.

Le tableau ci-dessous détaille la correspondance entre les variables initiales issues du questionnaire et les variables construites.

**Tableau 85 : Correspondance entre le questionnaire et les variables construites (situation matrimoniale). PestiRiv, France, 2021-2022**

Variable initiale		Variable construite	
INCA9 / INCE13	1. Oui	Couple	1. Oui
	2. Non		0. Non
	98. Refus		(donnée manquante)
	99. Ne sait pas		
INCA10 / INCE14	1. Marié(e)	situation_matri	1. Marié(e)/Pacsé(e)/En union libre
	2. Pacsé(e)		
	3. En union libre		
	4. Veuf(ve)		2. Veuf(ve)/Divorcé(e)
	5. Divorcé(e)		
	6. Célibataire		3. Célibataire
	98. Refus		. (donnée manquante)
	99. Ne sait pas		

Les réponses « Refus » et « Ne sait pas » sont considérées comme des données manquantes.

<sup>74</sup> Chiffres tirés des courbes de l'*International Obesity Task Force* (IOTF) - Cole TJ, Lobstein T. Pediatric Obesity 2012.



Pour les participants inclus lors de la période de non-traitement des vignes et réinterrogés lors de la période de traitement, les réponses fournies lors de l'inclusion ont été reportées dans les bases de données de la période de traitement des vignes.

#### Revenus du foyer :

Quatre variables sont créées pour caractériser les revenus du foyer :

- la variable « **finance** » qui décrit le ressenti sur l'état financier du foyer. Cette variable est issue de la question INCA36 du questionnaire de la visite 1. Pour construire cet indicateur le nombre de catégories a été réduit de 6 à 4 en regroupant les catégories « C'est juste » et « Il faut faire attention » et les catégories « Vous y arrivez difficilement » et « Vous ne pouvez pas y arriver sans faire de dettes » ;
- la variable « **REVDISP\_M\_DECILE** » issue de la base Fidéli 2018 qui décrit le décile de revenu disponible monétaire du foyer<sup>75</sup> ;
- la variable « **NIVVIEM\_DECILE** » issue de la base Fidéli 2018 qui décrit le décile de niveau de vie du foyer<sup>76</sup> ;
- la variable « **I\_PAUVRE60M** » issue de la base Fidéli 2018 qui indique si le niveau de vie du foyer est inférieur au seuil de pauvreté à 60 % du niveau de vie médian<sup>77</sup>. Il s'agit d'une variable en 2 modalités : OUI / NON.

Le tableau ci-dessous détaille la correspondance entre la variable INCA36 issue du questionnaire et la variable « finance » construite ainsi que les indicateurs issus de la base Fidéli 2018.

---

<sup>75</sup> Le **revenu disponible** comprend les revenus d'activité nets des cotisations sociales, les indemnités de chômage, les retraites et pensions, les revenus du patrimoine (fonciers et financiers) et les autres **prestations sociales** perçues, nets des **impôts directs** (impôt sur le revenu, taxe d'habitation, contribution sociale généralisée – CSG –, contribution à la réduction de la dette sociale – CRDS – et prélèvements sociaux sur les revenus du patrimoine). <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5371205?sommaire=5371304#documentation>

<sup>76</sup> Le niveau de vie correspond au revenu disponible du ménage rapporté au nombre d'unités de consommation (UC). Le niveau de vie est donc le même pour toutes les personnes d'un même ménage. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5371211?sommaire=5371304#documentation>

<sup>77</sup> <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1653>

**Tableau 86 : Correspondance entre le questionnaire et les variables construites (situation socio-économique). PestiRiv, France, 2021-2022**

Variable initiale		Variable construite	
INCA36	1. Vous êtes à l'aise	finance	1. Vous êtes à l'aise
	2. Ça va		2. Ça va
	3. C'est juste		3. C'est juste/Il faut faire attention
	4. Il faut faire attention		
	5. Vous y arrivez difficilement		4. Vous y arrivez difficilement/vous ne pouvez pas y arriver sans faire de dettes
	6. Vous ne pouvez pas y arriver sans faire de dettes		
Fidéli 2018		REVDISP_M_DECILE	0. < 1er décile 1. Entre le 1er et le 2e décile 2. Entre le 2e et le 3e décile 3. Entre le 3e et le 4e décile 4. Entre le 4e et le 5e décile 5. Entre le 5e et le 6e décile 6. Entre le 6e et le 7e décile 7. Entre le 7e et le 8e décile 8. Entre le 8e et le 9e décile 9. > 9e décile 10. données manquantes
Fidéli 2018		NIVVIEM_DECILE	0. < 1er décile 1. Entre le 1er et le 2e décile 2. Entre le 2e et le 3e décile 3. Entre le 3e et le 4e décile 4. Entre le 4e et le 5e décile 5. Entre le 5e et le 6e décile 6. Entre le 6e et le 7e décile 7. Entre le 7e et le 8e décile 8. Entre le 8e et le 9e décile 9. > 9e décile 10. données manquantes
Fidéli 2018		I_PAUVRE60M	0. Non 1. Oui 2. données manquantes

#### Nombre de personnes dans le ménage :

Le nombre de personnes présentes dans le ménage est renseigné lors de la phase de recrutement des participants. Cinq variables continues sont créées :

- « **NB\_TOT** » correspond au nombre total de personnes dans le foyer,
- « **NB\_AD** » correspond au nombre d'adultes de 18 à 79 ans présents dans le ménage,
- « **NB\_ENF** » correspond au nombre d'enfants de 3 à 17 ans présents dans le ménage.

#### Diplôme :

Le diplôme d'enseignement le plus élevé de l'adulte tiré au sort est renseigné dans le questionnaire de visite 1 (question INCA11). Pour l'enfant tiré au sort, le diplôme d'enseignement le plus élevé du référent du foyer est utilisé (question INCE15 du questionnaire enfant). La variable initiale comprend 15 catégories et la variable « **diplôme** » construite comprend 4 catégories.

Le tableau ci-dessous détaille la correspondance entre la variable initiale issue du questionnaire et la variable construite.

**Tableau 87 : Correspondance entre le questionnaire et les variables construites (diplôme). PestiRiv, France, 2021-2022**

Variable initiale		Variable construite	
INCA 11 / INCE15	1. Pas de scolarité ou scolarité achevée avant la fin de l'école primaire ;	diplôme	1. Pas de scolarité à CAP, BEP
	2. Aucun diplôme, mais scolarité suivie jusqu'à la fin de l'école primaire ou achevée avant la fin du collège ;		
	3. Aucun diplôme, mais scolarité jusqu'à la fin du collège ou au-delà ;		
	4. Certificat d'études primaires (CEP) ;		
	5. BEPC, brevet élémentaire, brevet des collèges, DNB ;		
	6. CAP, BEP ou diplôme de niveau équivalent ;		
	7. Baccalauréat général ou technologique, brevet supérieur, capacité en droit, DAEU, ESEU ;		2. Bac général/Bac techno, diplôme équivalent
	8. Baccalauréat technologique ou professionnel, brevet professionnel, de technicien ou d'enseignement, diplôme équivalent		
	9. BTS, DUT, Deug, Deust, diplôme de la santé ou du social de niveau bac+2, diplôme équivalent ;		3. Études de 1 <sup>er</sup> cycle
	10. Licence, licence professionnelle, maîtrise, diplôme équivalent de niveau bac+3 ou bac+4 ;		
	11. Master, DEA, DESS, diplôme de grande école de niveau bac+5, doctorat de santé ;		4. Études de 2 <sup>e</sup> et 3 <sup>e</sup> cycles
	12. Doctorat de recherche (hors santé)		
	13. Autre (préciser)		
	98. Refus (ne pas citer)		(donnée manquante)
	99. NSP (ne pas citer)		(donnée manquante)

La catégorie « Autre » est reclassée en fonction des réponses en clair.

Les réponses « Refus » et « Ne sait pas » à certaines questions ont été classées en données manquantes.

#### Situation professionnelle :

Trois variables sont construites afin de renseigner la situation professionnelle de l'adulte tiré au sort ou du référent du foyer pour les enfants :

- la variable « **situation\_pro** » qui renseigne la situation professionnelle actuelle issue de la question INCA12 (adulte) et INCE16 (référént du foyer pour les enfants) ;
- la variable « **emploi\_3m** » qui renseigne si l'adulte tiré au sort a eu une activité professionnelle au cours des 3 derniers mois, issue de la question INCA14 (adulte) ;
- la variable « **type\_emploi** » qui renseigne le type d'emploi exercé par l'adulte tiré au sort ou le référent du foyer, issue de la question INCA13 (adulte) et INCE17 (référént du foyer pour les enfants).

Le retraitement de ces variables comprend :

- le classement des réponses « Ne sait pas » ou « Refus » en données manquantes ;
- la récupération du type d'emploi déclaré en période HE pour les participants réinterrogés en période PE déclarant avoir le même type d'emploi ;

- la création d'une catégorie 7= « Non concernés » regroupant les participants n'ayant jamais travaillé (chômeur n'ayant jamais travaillé) ou ceux n'ayant pas exercé d'activité professionnelle au cours des trois derniers mois (retraité, étudiant, autre inactif) pour la variable « type\_emploi ».

Le tableau ci-dessous détaille la correspondance entre les variables initiales issues du questionnaire et les variables construites.

**Tableau 88 : Correspondance entre le questionnaire et les variables construites (situation professionnelle). PestiRiv, France, 2021-2022**

Variable initiale		Variable construite	
INCA12 / INCE16	1. Occupe un emploi	situation_pro	1. Occupe un emploi
	2. Chômeur ayant déjà travaillé		3. Chômeur
	3. Chômeur n'ayant jamais travaillé		
	4. Étudiant, élève, en formation, en stage non rémunéré		4. Étudiant, élève, en formation, en stage non rémunéré
	5. Retraité(e)		2. Retraité(e)
	6. Autre inactif		5. Autre inactif
	98. Refus		(donnée manquante)
	99. NSP		(donnée manquante)
INCA14	1. Oui	emploi_3m	1. Oui
	2. Non		0. Non
INCA13 / INCE17	1. Agriculteur	type_emploi	1. Agriculteur
	2. Artisans, commerçants, chefs d'entreprise		2. Artisans, commerçants, chefs d'entreprise
	3. Cadre, profession intellectuelle supérieure		3. Cadre, profession intellectuelle supérieure
	4. Profession intermédiaire		4. Profession intermédiaire
	5. Employé		5. Employé
	6. Ouvrier		6. Ouvrier
	98. Refus		(donnée manquante)
	99. NSP		(donnée manquante)
			7. Participant n'ayant jamais travaillé

## Conditions de recueil pouvant influencer les niveaux d'imprégnations

Six variables sont créées pour renseigner les conditions de recueils pouvant avoir un impact sur l'interprétation des résultats d'imprégnation : activités intenses, prise de médicaments, grossesse, conditions de recueils des urines. Ces variables sont issues du questionnaire de visite 2 :

- « tps\_act\_physiq\_intens\_14J » : durée d'activités physiques intenses pendant la période des 14 jours de suivi ;
- « oubli\_reveil » : oubli de réaliser le recueil des 1res urines du matin issue des questions LVAD27\_1\_VAD27 (adultes) et LVENF7\_1\_VENF7 (enfants) ;
- « oubli\_congel » : oubli de mettre les échantillons immédiatement au congélateur issue des questions LVAD27\_2\_VAD27 (adultes) et LVENF7\_2\_VENF7 (enfants) ;
- « med\_paracetamol » : consommation de médicaments à base de paracétamol avant le recueil issue des questions VAD31 / VENF11 ; VAD32\_1/ VENF12 ; VAD32\_1\_C\_1 / VENF12\_C\_1 et VAD32\_2\_1\_C\_1 / VENF13\_1\_C\_1, VAD32\_2\_2\_C\_2... (noms des médicaments en clair) ;

- « tabac\_avant\_recueil » : consommation de tabac avant le recueil des 1res urines du matin issue de la question VAD30 ;
- « grossesse » : être enceinte pour les femmes issue de la question VAD33.

Compte tenu du nombre de réponses, les variables « **oubli\_reveil** », « **oubli\_congel** » et « **tabac\_avant\_recueil** » sont regroupées en deux classes :

- 1. Oui : événement rencontré au moins une fois ;
- 0. Non : événement jamais rencontré.

La variable « grossesse » comprend une modalité supplémentaire pour regrouper les participants non concernés par la question (hommes et femmes de plus de 50 ans).

Pour toutes les variables les modalités de réponse « Refus » et « Ne sait pas » sont considérées comme des données manquantes.

Le tableau ci-dessous montre les correspondances entre les variables initiales issues du questionnaire et les variables construites.

**Tableau 89 : Correspondance entre le questionnaire et les variables construites (conditions de recueils). PestiRiv, France, 2021-2022**

Variable initiale		Variable construite	
Oubli de faire le recueil au réveil			
LVAD27_1_VAD27 / LVENF7_1_VENF7	1. Jamais	oubli_reveil	0. Non
	2. 1 à 2 fois		1. Oui
	3. Plus de 2 fois		
	4. À chaque fois		
	5. Refus		. (donnée manquante)
	6. NSP		
Oubli de stocker l'échantillon au congélateur			
LVAD27_2_VAD27 / LVENF7_2_VENF7	1. Jamais	oubli_congel	0. Non
	2. 1 à 2 fois		1. Oui
	3. Plus de 2 fois		
	4. À chaque fois		
	98.Refus		. (donnée manquante)
	99. NSP		
Consommation de tabac dans les deux heures précédant le recueil des urines			
VAD30	1. Oui, une fois	tabac_avant _recueil	1. Oui
	2. Oui, de 2 à 6 fois		
	3. Oui, de 2 fois à [NB de recueil -1]		
	4. À chaque fois		
	5. Non, jamais		0. Non
	98. Refus (ne pas citer)		. (donnée manquante)
	99. NSP (ne pas citer)		
Grossesse			
VAD33	.	grossesse	3. Non concerné (hommes, femmes de plus de 50 ans)
	1. Oui		2. Femme enceinte
	2. Non		1. Femme non enceinte
	98. Refus (ne pas citer)		. (donnée manquante)
	99. NSP (ne pas citer)		. (donnée manquante)

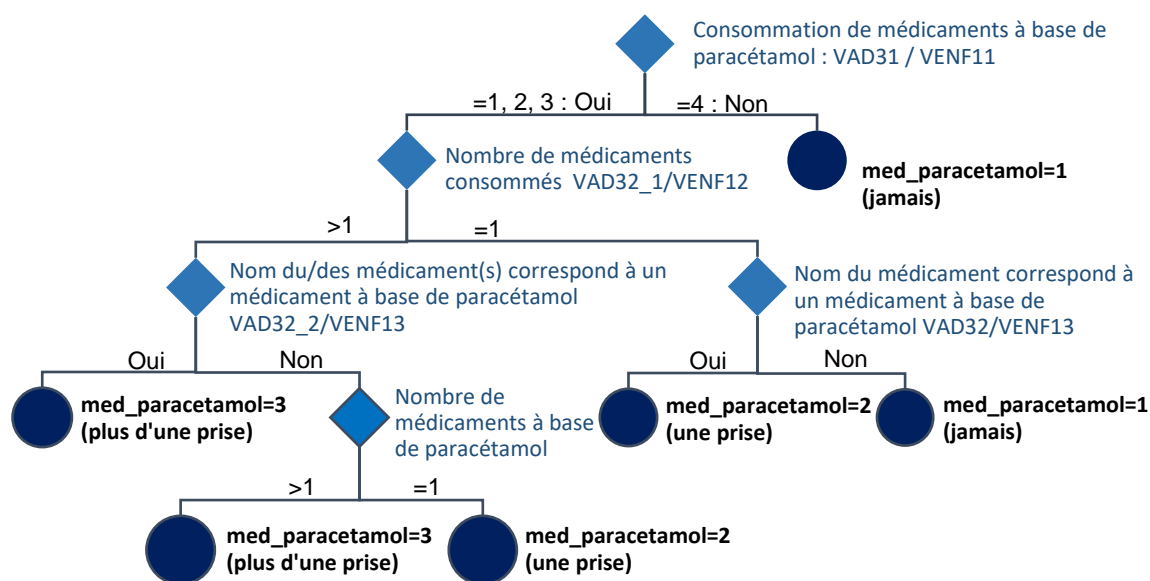
Le paracétamol est susceptible d'interagir avec certains carbamates via la métabolisation de l'aniline<sup>78</sup>. C'est la raison pour laquelle la prise de médicaments à base de paracétamol a été décrite dans PestiRiv.

La variable « **med\_paracetamol** » est construite en 3 modalités :

- 1. Aucune prise de médicament pendant les 14 jours de suivi ;
- 2. Une prise de médicament pendant les 14 jours de suivi ;
- 3. Plus d'une prise de médicament pendant les 14 jours de suivi ;

La première étape de construction de la variable « med\_paracetamol » vise à s'assurer que les médicaments consommés par les participants sont bien à base de paracétamol. Selon le Vidal<sup>79</sup>, parmi l'ensemble des médicaments déclarés par les participants (155 entrées pour les adultes et enfants confondus), 32 ne sont pas à base de paracétamol : ibuprofène, diclofénac, etc. Si le participant déclare avoir consommé plusieurs types de médicaments et qu'au moins un d'entre eux est à base de paracétamol, alors il est considéré qu'il a consommé un médicament à base de paracétamol pendant les 14 jours. Si les médicaments déclarés ne sont pas à base de paracétamol, alors il est considéré que le participant n'a pas consommé de médicament à base de paracétamol.

Dans certains cas, le participant a indiqué uniquement la marque du médicament ('Mylan', 'Biogaran', etc.). Dans ce cas, la réponse est considérée comme manquante.



**Figure 41 : Construction de la variable « Prise de médicament pendant les 14 jours de suivi ». PestiRiv, France, 2021-2022**

La variable « **tps\_act\_physiq\_intens\_14j\_cl** » correspond à la durée totale d'activités physiques intenses pratiquées pendant les 14 jours de suivi.

L'intensité de l'activité est basée sur la classification proposée dans le cadre du programme national nutrition santé et reprise par la HAS (Haute autorité de santé) (cf. Tableau 90). L'intensité de l'activité pratiquée va en effet influencer le rythme cardiaque et le débit respiratoire pendant la pratique. Or ces paramètres physiologiques sont susceptibles d'avoir

<sup>78</sup> Modick, H., Weiss, T., Dierkes, G., Brüning, T., & Koch, H. M. (2014). Ubiquitous presence of paracetamol in human urine: sources and implications. *Reproduction*, 147(4), R105-R117. Retrieved Apr 5, 2024, from <https://doi.org/10.1530/REP-13-0527>

<sup>79</sup> <https://www.vidal.fr/>

un impact sur l'exposition aux pesticides (exposition par voie respiratoire plus importante si le débit respiratoire augmente) mais également la métabolisation des substances mesurées dans les urines.

**Tableau 90 : Classification de l'intensité des activités physiques. PestiRiv, France, 2021-2022**

Intensité	Exemples d'activités	Durée
Faible	Marche lente (4 km/h). Laver les vitres ou la voiture, faire la poussière, entretien mécanique. Pétanque, billard, bowling, frisbee, voile, golf, volley-ball, tennis de table (en dehors de la compétition).	45 minutes
Modérée	Marche rapide (6 km/h). Jardinage léger, ramassage de feuilles, port de charges de quelques kg. Danse de salon. Vélo ou natation « plaisir », aqua-gym, ski alpin.	30 minutes
Elevée	Marche en côte, randonnée en moyenne montagne. Bêcher, déménager. Jogging (10 km/h), VTT, natation « rapide », saut à la corde, football, basket-ball, sports de combat, tennis (en simple), squash.	20 minutes

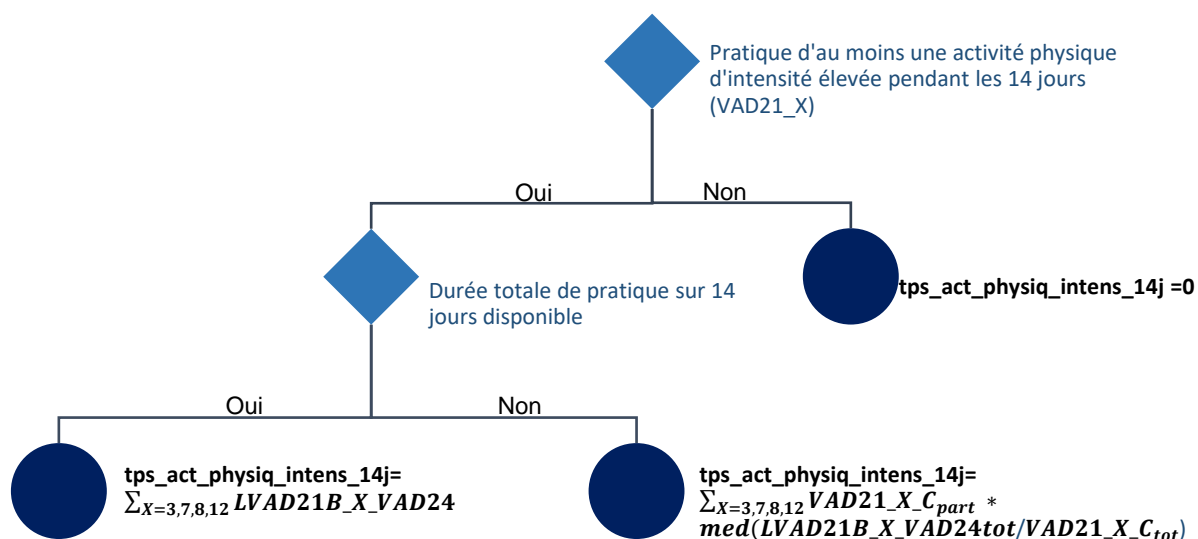
Source : Société française de nutrition, ministère des solidarités de la santé et de la famille, Société française de médecine du sport. Programme national nutrition santé. Activité physique et santé: arguments scientifiques, pistes pratiques: Parimage ; 2006.

Ainsi, dans PestiRiv, les activités considérées d'intensité élevée sont : la course à pied, le vélo à vive allure, le VTT, les autres activités physiques intenses (aérobic, natation, etc.), faire des travaux de force, soulever/déplacer de lourdes charges. Ces activités sont respectivement numérotées 3, 7, 8 et 12 dans le questionnaire.

Certains participants ont indiqué avoir réalisé une activité physique pendant les 14 jours en précisant le nombre de fois qu'ils l'ont pratiqué mais ont répondu « Ne sait pas » ou « Refus » à la question concernant la durée de la pratique sur les 14 jours. Ces cas représentent environ 1 % des répondants. La durée de la pratique est alors considérée comme une donnée manquante et est remplacée par une valeur d'imputation parmi les pratiquants. Pour cela :

- pour chaque activité, la durée médiane de chaque pratique est calculée = Durée de pratique déclarée sur 14 jours / Nb de pratique déclaré sur 14 jours. La valeur médiane est calculée uniquement chez les pratiquants de l'activité ;
- les durées manquantes sont imputées par la durée médiane de pratique calculée \* nb de pratique déclaré par le participant pour lequel la durée sur 14 jours est manquante.





**Figure 42 : Construction de la variable « Temps d'activité physique pendant les 14 jours de suivi ». PestiRiv, France, 2021-2022**

La variable construite à ce stade est une variable continue dont plus de 50 % des données correspondent à une durée égale à 0.

Dans ces cas, il est préférable d'utiliser une variable en classes car trop de participants ont la même valeur qui est ici égale à 0. Compte tenu de la distribution observée, la variable « act\_physiq\_intens\_14j\_cl » est construite en 3 classes avec un découpage à une valeur proche du temps d'activité médian observé parmi les participants ayant pratiqué une activité intense. Ainsi, la variable « act\_physiq\_intens\_14j\_cl » vaut :

1. Quand tps\_act\_physiq\_intens\_14j=0 ;
2. Quand tps\_act\_physiq\_intens\_14j est >0 et <=240 minutes ;
3. Quand tps\_act\_physiq\_intens\_14j est > 240 minutes.

**Toutes ces variables sont créées pour les adultes et les enfants.**

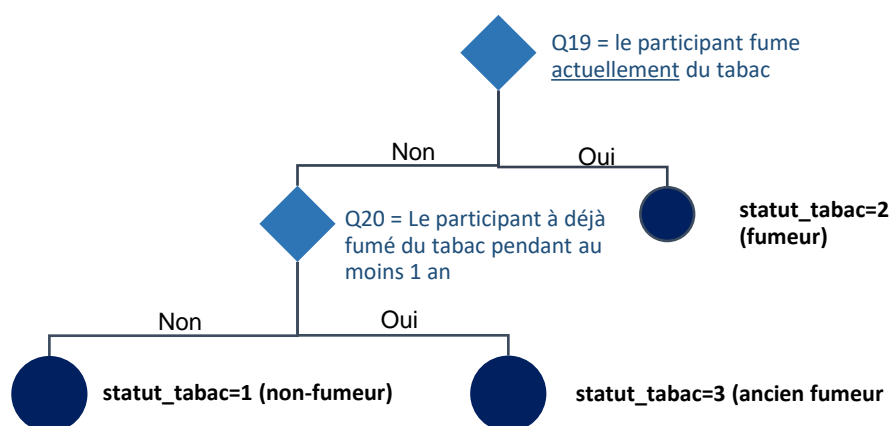
## Tabagisme

Deux variables sont construites pour caractériser le statut tabagique du participant et l'exposition passive à la fumée de tabac :

- la variable « **statut\_tabac** » est une variable en 3 classes qui indique si le participant est non-fumeur (1), fumeur (2) ou ancien fumeur (3), issue des questions Q19 et Q20 de l'auto-questionnaire ;
- la variable « **tabac\_passif** » est une variable en 2 classes qui indique si le participant est exposé passivement à la fumée de tabac, issue de la question Q21 de l'auto-questionnaire.

Ces questions concernent uniquement les adultes de l'étude car elles n'ont pas été posées aux enfants.

La méthode de construction de la variable « statut\_tabac » est précisée dans le logigramme ci-dessous.



**Figure 43 : Construction de la variable « Statut tabagique ». PestiRiv, France, 2021-2022**

La variable « tabac\_passif » est construite à partir de la question Q21 de l'auto-questionnaire qui indique combien de temps le participant est exposé quotidiennement à la fumée de tabac d'autres personnes lorsqu'il est à l'intérieur. La variable « tabac\_passif » est une variable binaire.

**Tableau 91 : Correspondance entre le questionnaire et la variable « tabagisme passif »**

Variable initiale		Variable construite	
Q21	Jamais ou presque jamais	tabac_passif	1. Jamais ou presque jamais
	Moins d'une heure par jour		2. Moins d'une heure par jour ou plus
	Entre 1 et 5 heures par jour		
	Plus de 5 heures par jour		

## Auto-consommation

La question Q8 du carnet journalier (CJ) porte sur la fréquence d'autoconsommation des produits du potager et sur le mode de préparation avant consommation (épluchage et enlèvement des feuilles extérieures + lavage des produits). Cette question permet ainsi de renseigner l'autoconsommation des participants pendant la période de suivi de 14 jours (collecte des urines).

### 1. Structure du fichier

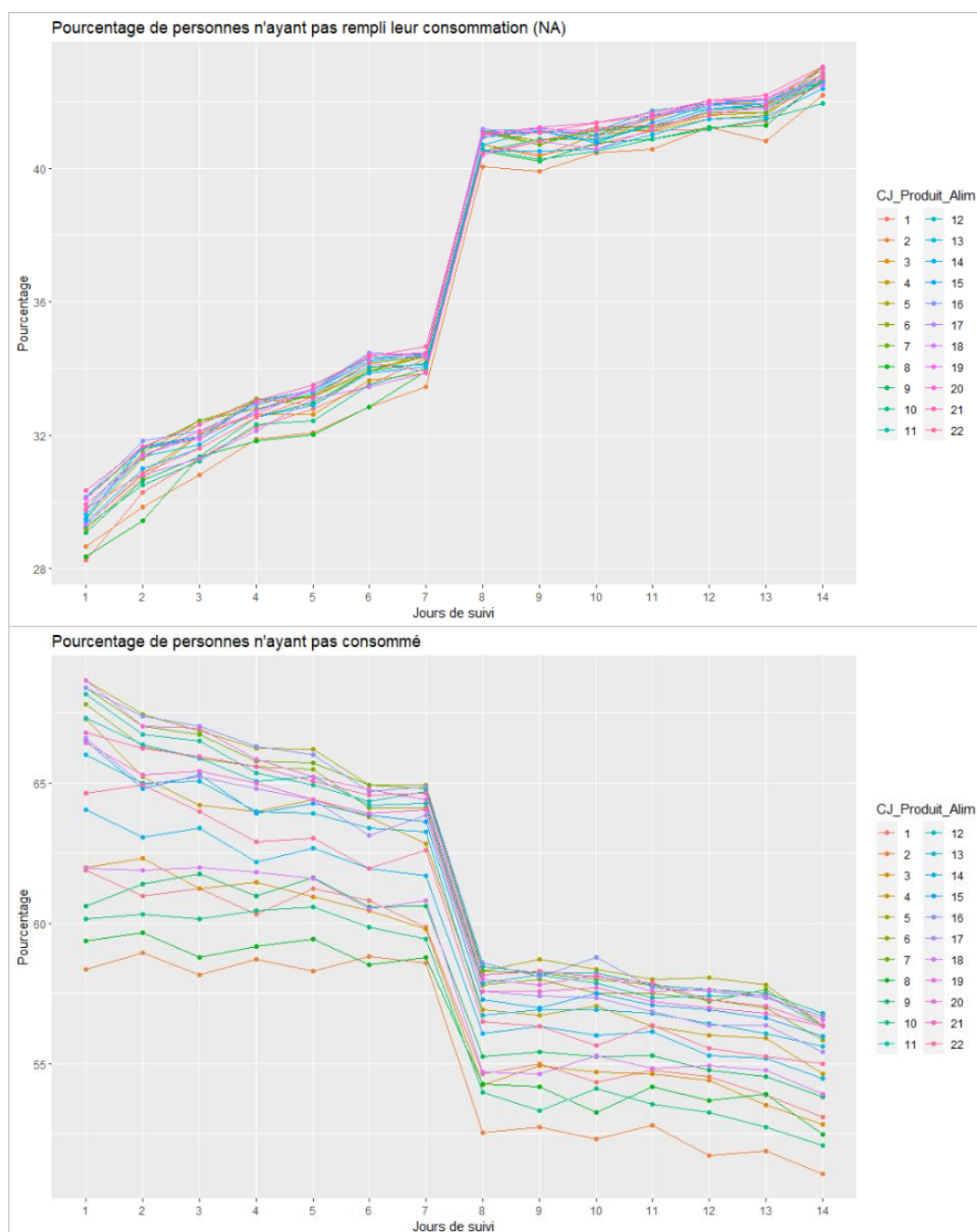
En période de traitement, 1 673 adultes de zones viticoles et non viticoles ont renseigné leur autoconsommation sur 14 jours pour 22 groupes de produits du potager ainsi que la consommation d'œufs autoproduits. Cela représente  $1\,673 \times 22 \times 14 = 515\,284$  observations.

### 2. Repérage des non auto-consommateurs des produits du potager

Un non-autoconsommateur est une personne qui ne consomme aucun des 22 aliments renseignés dans le questionnaire sur les 14 jours de suivi. C'est donc une personne qui n'a coché aucune case dans le CJ (valeur manquante) ou qui a coché la case 1 (il n'en a pas consommé) pour les 22 aliments pendant les 14 jours de suivi ( $22 \text{ aliments} \times 14 \text{ jours} = 308$  produits du potager pour 1 673 individus). Parmi les adultes participant en période de traitement des vignes, 616 personnes sont non autoconsommatrices pendant les 14 jours de suivi.

### 3. Valeurs manquantes sur la fréquence d'autoconsommation et imputation

Les deux graphiques ci-dessous montrent le taux de remplissage du CJ en période de traitement pour les adultes de zones viticoles et non viticoles pour les 22 produits du potager pendant les 14 jours de suivis : une augmentation du non-remplissage est observée à 7 jours.



#### Méthode d'imputation :

Création d'une modalité = 5 lorsque la personne est non autoconsommatrice des produits du potager → n=616 personnes (aucune imputation pour ces participants n'ayant rien coché ou ayant coché la case « je n'en consomme pas » pour les 22 produits du potager pendant les 14 jours de suivi).

Pour un produit du potager donné, lorsqu'une personne autoconsomme ou n'autoconsomme pas certains jours (a coché les cases 1, 2, 3 et/ou 4) et que pour d'autres jours elle ne coche aucune case (valeur manquante), la fréquence manquante est imputée par la fréquence modale sur les 14 jours de suivi de cette personne. Après imputation, il y a donc de nouvelles personnes non autoconsommatrices comme id3 dans l'exemple ci-dessous (n=190 personnes non autoconsommatrices supplémentaires).

**Exemple :** Pour un produit du potager donné, on a :

	Jour / Id	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Avant imputation	Id1	.	1	1	1	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Avant imputation	Id2	2	1	1	1	2	2	.	.	2	2	.	3	.	.
Avant imputation	Id3	1	1	.	.	.	1	1	.	.	.	1	.	.	.
Après imputation	Id1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Après imputation	Id2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2
Après imputation	Id3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

### Résultat de l'imputation :

D'après les CJ, sur les 1 673 adultes de zones viticoles et non viticoles ayant répondu à ce questionnaire en période de traitement, 616 sont non-autoconsommateurs, soit 36,8 %.

Après imputation, sur les 1 673 participants, 806 participants sont non-autoconsommateurs pendant la période de suivi de 14 jours, soit 48,2 %, et 867 sont autoconsommateurs, soit 51,8 %.

L'autoconsommation des produits du potager est très faible en période de traitement chez les adultes de zones viticoles et non viticoles (cf. tableaux ci-dessous). Sur les 515 284 cases à cocher des CJ des 1 673 participants (nombre de participants\*nombre de produits du potager\*nombre de jours de suivis) :

- avant imputation : seules 16 953 (3,3 %) cases représentent des fréquences d'autoconsommation positives, i.e., les participants ont coché une fréquence allant de « 1 fois / 24h » à « plus de 3 fois/24h » ;
- après imputation : seules 25 986 (5,04 %) cases représentent des fréquences d'autoconsommation positives, i.e., les participants ont coché une fréquence allant de « 1 fois / 24h » à « plus de 3 fois/24h ».

### Avant imputation

autoconsommateur	Fréquence	Pourcentage	Fréquence cumulée	Pctage cumulé
non	616	36.82	616	36.82
oui	1057	63.18	1673	100.00

Fréquence d'autoconsommation des produits du potager les 24 dernières heures				
CJ_Freq_Autoconso	Fréquence	Pourcentage	Fréquence cumulée	Pctage cumulé
.	190389	36.95	190389	36.95
Vous n'en avez pas consommé	307942	59.76	498331	96.71
1 fois / 24h	13373	2.60	511704	99.31
2 à 3 fois / 24h	3142	0.61	514846	99.91
Plus de 3 fois / 24h	438	0.09	515284	100.00

## Après imputation

Autoconsommateurs (oui/non)				
autoconsommateur	Fréquence	Pourcentage	Fréquence cumulée	Pctage cumulé
non	806	48.18	806	48.18
oui	867	51.82	1673	100.00

Fréquence d'autoconsommation des produits du potager les 24 dernières heures				
CJ_Freq_Autoconso	Fréquence	Pourcentage	Fréquence cumulée	Pctage cumulé
Vous n'en avez pas consommé	241050	46.78	241050	46.78
1 fois / 24h	20566	3.99	261616	50.77
2 à 3 fois / 24h	4739	0.92	266355	51.69
Plus de 3 fois / 24h	681	0.13	267036	51.82
Non autoconsommateurs	248248	48.18	515284	100.00

## 4. Construction des Indicateurs ou scores d'autoconsommation

### 4.1 Fréquences d'autoconsommation

Les étapes de construction de cet indicateur sont les suivantes :

- utilisation des fréquences d'autoconsommation après imputation ;
- conversion des fréquences d'autoconsommation qualitatives journalières en fréquences quantitatives journalières. Lorsqu'un participant coche :
  - 1 (vous n'en avez pas consommé) → fréquence = 0 fois
  - 2 (1 fois / 24h) → fréquence = 1 fois
  - 3 (2 à 3 fois / 24h) → fréquence = 2.5 fois
  - 4 (Plus de 3 fois / 24h) → fréquence = 4 fois
  - Les non autoconsommateurs (modalité crée 5) → fréquence = 0 fois

Les fréquences quantitatives journalières sont ensuite sommées sur l'ensemble des 14 jours de suivi.

- à partir des 22 groupes de produits du potager du CJ, 5 familles de produits du potager ont été créées en fonction du potentiel de captation des pesticides (caractéristiques intrinsèques) (cf. fin du document pour la définition des groupes d'aliments) :
  - groupe de produits du potager = (13 14 15 16 17 19 20 21) → Famille 1 = fruits hors fruits rouges ;
  - groupe de produits du potager = (3 7 8 10) → Famille 2 = Légumes cultivés au-dessus du sol avec une grande surface de contact (salades, blettes, choux-fleurs, etc.) ;
  - groupe de produits du potager = (1 9) → Famille 3 = Légumes cultivés dans le sol (pommes de terre, carottes, etc.) ;
  - groupe de produits du potager = (2 4 5 6 11 18) → Famille 4 = Légumes cultivés proches du sol (tomates, aubergines, haricots, potirons, etc. et fruits rouges) ;
  - groupe de produits du potager = (22) → Famille 5 = Œufs.
- pour chaque participant, l'indicateur d'autoconsommation est la somme des fréquences quantitatives d'autoconsommation sur les 14 jours de l'ensemble des produits du potager appartenant à chacune des 5 familles de produits définies ci-dessus.

Les fréquences quantitatives d'autoconsommation sur 14 jours pour les 5 familles de produits du potager chez les adultes autoconsommateurs (riverains et non riverains) sont présentées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 92 : Distribution des fréquences d'autoconsommation sur 14 jours pour les 5 familles d'aliments. PestiRiv, France, 2021-2022**

Variable d'analyse : sum14j_CAT_Freq_Autoconso Fréquence de consommation des produits du potager par famille sur les 14 jours chez les adultes autoconsommateurs									
Catégorie/famille des produits du potager	N Obs	N	Minimum	25e centile	50e centile	Moyenne	75e centile	90e centile	Maximum
fruits	867	867	0.000	0.000	0.000	11.226	7.500	35.000	312.000
leg_dessus_sol	867	867	0.000	1.000	4.000	10.804	14.000	28.500	145.500
leg_dans_sol	867	867	0.000	0.000	0.000	5.982	6.500	21.000	76.000
leg_proche_sol	867	867	0.000	0.000	4.000	10.843	14.000	29.000	213.000
oeufs	867	867	0.000	0.000	0.000	1.672	0.000	6.000	56.000

Les fréquences d'autoconsommation maximales observées s'expliquent par le nombre de groupes d'aliments du potager qui constituent la famille d'aliments. Par exemple, la famille « fruits » compte 9 groupes de produits du potager. Si chaque groupe est consommé 4 fois par jour (4 fois\*14 jours\*9 groupes=504 fois), la fréquence d'autoconsommation maximale de fruits est égale à 504 fois sur 14 jours, d'où des valeurs élevées pour les maximums dans le tableau ci-dessus.

À nouveau, sur les 867 autoconsommateurs de produits du potager, 50 % n'autoconsomment pas de fruits du potager ni de légumes dans le sol et 75 % ne consomment jamais d'œufs issus de leur jardin.

En moyenne, les légumes au-dessus du sol, proches du sol et les fruits issus du potager sont les plus consommés.

Une variable en 3 modalités est créée pour chaque famille d'aliments :

- 1. « a auto-consommé au moins un produit » si les fréquences sont positives (>0) = autoconsommateurs d'au moins un des produits de la famille d'aliments sur les 14 jours de suivi ;
- 2. « n'a pas autoconsommé » si les fréquences sont nulles parmi les 867 autoconsommateurs = n'autoconsomme aucun des produits de la famille d'aliments sur les 14 jours de suivi ;
- 3. non concerné – non-autoconsommateur = si le participant n'a jamais autoconsommé pendant la période de 14 jours.

#### 4.2 Construction des indicateurs ou score du mode de préparation

Au-delà de la fréquence d'autoconsommation des aliments du potager, le mode de préparation (lavage et épluchage) des aliments consommés est pris en compte afin d'évaluer l'impact potentiel de cette préparation pour limiter l'exposition aux PPP.

Les étapes de calcul sont les suivantes :

- la base de données de travail est le CJ avant imputation des fréquences d'autoconsommation limitée aux personnes qui ont renseigné leurs autoconsommations. Les personnes avec une fréquence d'autoconsommation manquante ou égale à 1 « n'en consomment pas » sont exclues car ces dernières ne sont pas concernées par le mode de préparation. Les personnes n'ayant pas renseigné le mode de préparation pour les produits du potager concernés par l'épluchage (valeur manquante) sont également exclues ;



**les scores du mode de préparation sont calculés, sur la période de suivi, directement sur la famille des produits du potager en se basant sur les produits du potager concernés par l'épluchage (cf.**

- Tableau 93) pour le score d'épluchage et sur l'ensemble des produits du potager pour le score de lavage ;
- pour chaque famille (1 famille = plusieurs groupes de produits), le score d'épluchage est égal au nombre de jours sur les 14 jours de suivi (de chaque groupe) où les produits du potager concernés par l'épluchage sont épluchés (« n », colonne 5) divisé par le nombre de jours où ces produits sont consommés (« nbre de conso 14j », colonne 6) ;
- ce score est compris entre 0 et 1 et peut être catégorisé en classes ;
- le score d'épluchage étant basé sur un sous-groupe des aliments constituant une famille de produits du potager, il a pour objectif de donner un profil d'épluchage du participant et non pas une vision exhaustive du nombre de fois où il a épluché ou non les produits autoconsommés.

### Exemple de calcul du score d'épluchage

ID_PESTIRIV	autoconsommateur	Categorie_Produit_Alim	CJ_Epluchage	n	nbre_de_conso14j	score_epluchage
<b>HE-A0109</b>	<b>oui</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>0,43</b>
HE-A0109	oui	4	2	4	7	0,57
<b>HE-A0109</b>	<b>oui</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>1,00</b>
<b>HE-A0367</b>	<b>oui</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>0,57</b>
HE-A0367	oui	1	2	3	7	0,43
<b>HE-A0367</b>	<b>oui</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1,00</b>
<b>HE-A0367</b>	<b>oui</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0,67</b>
HE-A0367	oui	3	2	1	3	0,33
<b>HE-A0367</b>	<b>oui</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0,50</b>
HE-A0367	oui	4	2	1	2	0,50
<b>PE-A2112</b>	<b>oui</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>21</b>	<b>36</b>	<b>0,58</b>
PE-A2112	oui	1	2	15	36	0,42
<b>PE-A2112</b>	<b>oui</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>0,85</b>
PE-A2112	oui	2	2	2	13	0,15
<b>PE-A2112</b>	<b>oui</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>0,92</b>
PE-A2112	oui	3	2	1	13	0,08
<b>PE-A2112</b>	<b>oui</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>0,40</b>
PE-A2112	oui	4	2	15	25	0,60
<b>PE-A2112</b>	<b>oui</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>0,75</b>
PE-A2112	oui	5	2	3	12	0,25

1=épluchage, 2=pas d'épluchage pour les produits concernés par l'épluchage

Par exemple, la personne identifiée HE-A0109 consomme 2 familles de produits du potager (4 et 5). Les produits de la famille 5 (œufs) sont consommés 13 fois sur 14 jours (nbre\_conso14j=13) et sont écaillés à chaque fois (n=13) → score d'épluchage = 1. Concernant les produits du potager de la famille 4 (Légumes au-dessus du sol avec grande surface de contact qui regroupe 6 groupes de légumes dont 2 sont concernés par l'épluchage), les légumes concernés par l'épluchage sont consommés 7 jours sur 14 jours : épluchés 3 fois et non épluchés 4 fois, le score d'épluchage est égal à  $3/7=0,43$ . La même procédure est appliquée pour le score de lavage, à la différence près que le score est calculé sur l'ensemble des produits du potager car tous sont concernés par le lavage.

Pour le participant PE-A2112, la famille 4 est consommée 25 fois sur 14 jours, l'épluchage est réalisé 10 fois sur les 25, le score d'épluchage est de  $10/25=0,4$ .



### 4.3 Familles des produits du potager et prise en compte de l'épluchage

La sélection de sous-groupes de produits du potager à considérer pour la construction du profil d'épluchage permet de baser le score d'épluchage sur des produits qui peuvent se consommer épluchés ou non épluchés (carottes, pommes de terre, tomates, courges, pêches, pommes, etc.), en ne tenant pas compte des produits dont l'épluchage est systématique (melon, noisettes, oignons) ou, au contraire, très rare (myrtilles, baies, champignons).

**Tableau 93 : Liste des aliments pris en compte pour caractériser le profil d'épluchage des participants. PestiRiv, France, 2021-2022**

Fruits / légumes	Prise en compte de l'épluchage (O/N)	Grandes familles catégories associées	n° famille
1. Carottes, betteraves, pomme de terre, radis, céleris-raves, choux-raves, navets, salsifis, topinambours, panais, rutabagas, persil tubéreux	O	légumes dans le sol	3
9. Oignons, échalotes, ail	N	légumes dans le sol	3
2. Tomates, poivrons, piments, aubergines	O	légumes proches du sol	4
4. Haricots, pois, fèves	N	légumes proches du sol	4
5. Potirons, potimarrons, courges butternuts, courges spaghetti et autres courges	O	légumes proches du sol	4
6. Artichauts, poireaux, asperges, céleris-branché	N	légumes proches du sol	4
11. Champignons	N	légumes proches du sol	4
18. Fraises, framboises, myrtilles, cassis, groseilles, mûres, baies, autres fruits rouges	N	légumes proches du sol	4
3. Concombres, courgettes, cornichons	O	légumes au dessus de sol avec grande surface	2
10. Oseille, persil, herbes aromatiques	N	légumes au dessus de sol avec grande surface	2
7. Choux-fleurs, brocolis	N	légumes au dessus de sol avec grande surface	2
8. Salades, endives, mâche, cresson, épinards, blette, fenouil, autres choux	N	légumes au dessus de sol avec grande surface	2
13. Oranges, citrons, pamplemousses, autres agrumes	N	fruits	1
14. Pêches, nectarines, brugnon, abricots, prunes, cerises, avocat, autres fruits à noyau	O	fruits	1
15. Pommes, poires, coings, autres fruits à pépins	O	fruits	1
16. Raisins (blanc ou noir)	N	fruits	1
17. Melon, pastèque	N	fruits	1
19. Autres fruits à peau comestible : figue, kaki, rhubarbe	O	fruits	1
20. Autres fruits à peau non comestible : kiwi, banane, ananas, mangue, grenade, litchi	N	fruits	1
21. Noisettes, noix, noix de cajou, autres fruits à coque	N	fruits	1
12. Olives	N	fruits	1
22. œufs		œufs	5

## Indicateurs de consommations alimentaires au cours des 3 derniers mois issues de l'auto-questionnaire

Les questions Q16 et Q17 de l'auto-questionnaire (version adulte en zone viticole) permettent de décrire les fréquences de consommations alimentaires au cours des 3 derniers mois, les modes de préparation des aliments (lavage, épluchage) et leur provenance (supermarchés, marchés, etc. et aliments issus de l'agriculture biologique). Ces questions concernent les aliments de la consommation générale. Ces données sont utilisées pour construire des indicateurs de fréquence de consommation de différents aliments de la consommation générale, les profils de modes de préparation des aliments et leur provenance.

Ces indicateurs sont construits pour les adultes de zones viticoles et non viticoles en période de traitement et pour les enfants.

### Données manquantes et méthode d'imputation :

Les données manquantes sont imputées par la méthode « hot-deck métrique » en utilisant l'âge du participant (en quatre classes), le sexe de participant, la zone (riverain/non riverain) et la région.

### Paramètres pris en compte dans les indicateurs :

Les indicateurs créés prennent en compte plusieurs paramètres :

- la fréquence de consommation des aliments ;
- le potentiel de contamination des aliments en fonction de leur surface de contact ;
- les habitudes de lavage et d'épluchage des aliments ;
- la consommation d'aliments issus de la filière agriculture biologique.

## **Construction des indicateurs :**

### **1/ Fréquences de consommation des aliments**

Les aliments sont regroupés selon plusieurs familles d'aliments basées selon le type d'aliments et, pour les légumes, le risque potentiel de captation des pesticides (cf. classification du Tableau 94) :

1. légumes cultivés dans le sol : pommes de terre, carottes, etc. (Q16\_1, Q16\_3, Q16\_4, Q16\_13) ;
2. légumes cultivés proches du sol : tomates, aubergines, haricots, potirons, etc. (Q16\_2, Q16\_5, Q16\_7, Q16\_8, Q16\_9, Q16\_12) ;
3. légumes cultivés au-dessus du sol avec une grande surface de contact : salade, blettes, choux-fleurs, etc. (Q16\_6, Q16\_10, Q16\_11, Q16\_14) ;
4. fruits (de Q16\_15 à Q16\_27) ;
5. aliments d'origine animale : viandes, poissons, produits laitiers, œufs (Q16\_28 à Q16\_35) ;
6. féculents, pains, céréales et biscuits : riz, pâtes, viennoiseries, etc. (Q16\_36 à Q16\_43) ;
7. boissons non alcoolisées (hors jus de fruits qui sont intégrés avec la consommation de fruits) (Q16\_44 à Q16\_46) ;
8. boissons alcoolisées : vin, cidre, bière, etc. (Q16\_47 à Q16\_50).

### **Les consommations concernent ici uniquement l'alimentation générale provenant des circuits locaux, des supermarchés ou de la restauration :**

- les fréquences de consommation d'aliments issus en majorité du jardin n'ont pas été prises en compte dans la création de ces indicateurs car l'autoconsommation est considérée comme une variable explicative d'intérêt et non pas comme une variable d'ajustement. **Un participant qui autoconsomme exclusivement une certaine famille d'aliments provenant de son jardin a une consommation issue des circuits généraux considérée comme nulle pour cette famille d'aliments ;**
- lorsque les aliments ont à la fois une provenance du jardin et de supermarché (impossibilité de les dissocier) alors la provenance du supermarché est comptée en alimentation générale et la fréquence de consommation déclarée en Q16 est conservée. Il y a un risque de surestimer la consommation de cet aliment provenant d'un circuit local ou supermarché mais il n'est pas possible de savoir de quelle façon il faudrait modifier la fréquence de consommation déclarée ;
- pour la construction des familles d'aliments, les aliments provenant des circuits locaux, des supermarchés ou de la restauration sont sommés. Par exemple pour les légumes cultivés dans le sol (pommes de terre, carottes, oignons, etc.), si les pommes de terre viennent principalement du jardin alors une consommation égale à 0 est considérée pour la somme de cette famille de l'alimentation générale. Par contre, la somme de consommation des carottes et oignons est conservée si la provenance principale est le supermarché.

Après imputation, les fréquences de consommation au cours des 3 derniers mois sont transformées en fréquences de consommation annuelles puis sommées pour les différents groupes d'aliments (courgettes, tomates, etc.) de chaque famille d'aliments (légumes avec grande surface de contact, dans le sol, fruits, etc.) :

- jamais => 0/an ;
- moins d'une fois par mois => 4 fois/an ;
- 1 à 3 fois par mois => 24 fois / an (valeur médiane de l'intervalle [12; 36]) ;
- 1 à 3 fois par semaine => 104 fois/an (valeur médiane de l'intervalle [52; 156]) ;
- entre 4 et 6 fois par semaine => 260 fois/an (valeur médiane de l'intervalle [208; 312]) ;

- 1 fois par jour ou plus => 547,875 fois/an (valeur médiane de l'intervalle [365,25; 730,5]).

Les fréquences annuelles sont ensuite transformées en fréquences journalières ou hebdomadaires pour faciliter l'interprétation. Ex :

- 0="0\* <2 fois par semaine => <=104 fois par an" ;
- 1="1\* 2 à 4 fois par semaine => [104 ; 208[fois par an" ;
- 2="2\* 4 à 6 fois par semaine => [208 ; 312[fois par an" ;
- 3="3\* Tous les jours ou presque => [312 ; 365.25] fois par an" ;
- 4="4\* Plus d'une fois par jour => >365.25 fois par an".

**Tableau 94 : Classification des aliments de la consommation générale. PestiRiv, France, 2021-2022**

Aliments issus de l'autoquestionnaire	Grande famille associée
<b>Légumes/féculents</b>	
1. Pommes de terre (purée, frite, vapeur...)	Légumes dans le sol
2. Légumes secs (haricots blancs secs, haricots rouges, flageolets secs, pois chiche, fèves sèches, lentilles...)	Légumes au-dessus du sol
3. Tubercules tropicaux (manioc, patates douces...)	Légumes dans le sol
4. Carottes, betteraves, céleris-raves, navets, salsifis ,topinambours, panais, rutabagas, radis, persil tubéreux	Légumes dans le sol
5. Tomates (y compris sauce tomate), poivrons, piments, aubergines	Légumes au-dessus du sol
6. Concombres, courgettes, cornichons	Légumes avec grande surface de contact
7. Haricots verts, pois mange-tout, petits pois frais, flageolets frais, fèves fraîches	Légumes au-dessus du sol
8. Potirons, potimarrons, courges butternuts, courges spaghetti et autres courges	Légumes au-dessus du sol
9. Artichauts, poireaux, asperges, céleris branche	Légumes au-dessus du sol
10. Choux-fleurs, brocolis	Légumes avec grande surface de contact
11. Salades vertes, endives, mâches, cressons, épinards, blettes, fenouils, autres choux	Légumes avec grande surface de contact
12. Champignons	Légumes au-dessus du sol
13. Oignons, échalotes, ail	Légumes dans le sol
14. Oseilles, persils, herbes aromatiques	Légumes avec grande surface de contact
<b>Fruits</b>	
15. Oranges, citrons, pamplemousses, mandarines, autres agrumes	fruits
16. Pêches, nectarines, brugnons, abricots, prunes, cerises, avocats, autres fruits à noyaux	fruits
17. Pommes, poires, coings, autres fruits à pépins	fruits
18. Raisins (blanc ou noir)	fruits
19. Melons, pastèques	fruits
20. Fraises, framboises, myrtilles, cassis, groseilles, mûres, baies, autres fruits rouges	fruits
21. Autres fruits à peau comestible : figue, kaki, rhubarbe	fruits
22. Autres fruits à peau non comestible : kiwi, banane, ananas, mangue, grenade, litchi	fruits
<b>Jus de fruits</b>	
23. Jus de fruits ou de légumes, nectars (hors jus de raisin et de pamplemousse)	fruits
24. Jus de raisin	fruits
25. Jus de pamplemousse	fruits
<b>Autres fruits</b>	
26. Fruits à coque : cacahuètes, amandes, pistaches, noisettes, noix, noix de cajou	fruits

Aliments issus de l'autoquestionnaire	Grande famille associée
27. Olives	fruits
<b>Viandes, charcuteries, poissons, œufs, produits laitiers</b>	
28. Bœuf et veau (y compris steak haché, tartare...)	Aliments d'origine animale
29. Agneau et mouton	Aliments d'origine animale
30. Poulet et autres volailles (dinde, canard, pintade...) y compris foie, gésier, mousse, rillette...	Aliments d'origine animale
31. Lapin (y compris terrine, foie...)	Aliments d'origine animale
32. Porc cru et cuit : morceau de porc, jambon blanc, jambon cru, saucisse, saucisson, lardons, chorizo, pâté	Aliments d'origine animale
33. Poissons, crustacés, fruits de mer (y compris panés, surgelés et en conserve)	Aliments d'origine animale
34. Œufs, quelle que soit la préparation	Aliments d'origine animale
35. Produits laitiers (lait, yaourt, fromage, dessert lacté...)	Aliments d'origine animale
<b>Féculents</b>	
36. Riz	Féculents, pains, céréales et biscuits
37. Pâtes, semoule de blé, boulgour	Féculents, pains, céréales et biscuits
38. Quinoa	Féculents, pains, céréales et biscuits
<b>Pains, céréales et biscottes</b>	
39. Pains et pains de mie blancs (baguette, flûte, tradition®, ...)	Féculents, pains, céréales et biscuits
40. Autres types de pains et pains de mie (de campagne, aux céréales, complets, son...)	Féculents, pains, céréales et biscuits
41. Biscottes (pains grillés préemballés du commerce)	Féculents, pains, céréales et biscuits
42. Céréales du petit-déjeuner et barres de céréales	Féculents, pains, céréales et biscuits
<b>Autres aliments sucrés ou salés</b>	
43. Biscuits, gâteaux, pâtisseries, viennoiseries, biscuits salés et sucrés	Féculents, pains, céréales et biscuits
<b>Boissons non alcoolisées</b>	
44. Café, thé, infusion, tisane	Boissons non alcoolisées
45. Soda, limonade, eau aromatisée, thé glacé, sirop	Boissons non alcoolisées
46. Autres boissons (laits végétaux...)	Boissons non alcoolisées
<b>Boissons alcoolisées</b>	
47. Vin blanc, rouge, rosé	Boissons alcoolisées
48. Cidre	Boissons alcoolisées
49. Bière	Boissons alcoolisées
50. Apéritif	Boissons alcoolisées

## 2/ Modes de préparation des aliments

Pour chaque groupe d'aliments consommé au cours des 3 derniers mois, les participants précisent leurs habitudes de préparation (Rinçage : OUI/NON ; épluchage : OUI/NON)

⇒ L'objectif est de créer un indicateur reflétant le mode de préparation pour les 4 grandes familles d'aliments [(1) fruits, (2) légumes cultivés proches du sol, (3) légumes cultivés au-dessus du sol avec une grande surface de contact et (4) légumes cultivés dans le sol.

Le profil d'épluchage du participant est construit à partir d'une sélection de groupes d'aliments à peau comestible qui peuvent ou non être consommés épluchés (ex pommes, nectarines, etc.). L'objectif est de disposer de profils d'épluchage des participants plutôt qu'une information groupe d'aliment par groupe d'aliment qui, pour certains groupes, n'aurait pas de sens (ex

cerises ou noix). La liste des groupes d'aliments sur lesquels est basé le profil d'épluchage est présentée dans le Tableau 95.

Le rinçage des aliments concerne tous les fruits et légumes consommés.

Les étapes de création des indicateurs d'épluchage et de rinçage sont les suivantes :

- en utilisant la question sur la consommation des aliments au cours des 3 derniers mois (Q16 pour le questionnaire de zone viticole et Q14 pour le questionnaire de zone non viticole), le nombre d'aliments réellement consommés par le participant pour chacune des 4 familles d'aliments (légumes cultivés dans le sol, proches du sol, au-dessus du sol et fruits) est compté ;
- pour l'épluchage, la somme concerne uniquement les catégories des fruits / légumes concernés par l'épluchage. Pour le rinçage, la somme concerne tous les fruits et légumes ;
- pour chaque famille d'aliments et pour chaque mode de préparation (rinçage/épluchage), le score suivant est calculé :

$$S = \frac{\text{Somme des modes de préparation (0 ou 1) pour un groupe donné}}{\text{le nombre d'aliments consommés pour le même groupe}}$$

Ce score vaut :

- 0 pour les participants déclarant ne pas utiliser un mode de préparation pour l'ensemble des aliments consommés du groupe ;
- 1 pour les participants déclarant avoir recours à un mode de préparation pour l'ensemble des aliments consommés du groupe ;
- entre 0 et 1 pour le reste des participants.

Les indicateurs « épluchage » et « rinçage » sont pour chaque famille d'aliments classés en 3 modalités:

1. Epluche/Rince **rarement** si  $S < P25$  ;
2. Epluche / Rince **en partie** Si  $P25 \leq S \leq P75$  ;
3. Epluche/Rince **en majorité** si  $S > P75$ .

Remarques :

- le calcul est basé uniquement sur les aliments consommés durant les trois derniers mois (Q16 R et Q14 NR) **sans imputation des données manquantes** ;
- le ratio calculé pour déterminer le profil d'épluchage et rinçage est basé sur les réponses données par les participants : par exemple pour la famille légumes cultivés dans le sol, si le participant déclare consommer des pommes de terre (groupe 1), des carottes (groupe 4) et des oignons (groupe 13) mais qu'il renseigne sa pratique d'épluchage uniquement pour les pommes de terre (1) et les oignons (13) alors le profil d'épluchage est basé sur ces 2 groupes d'aliments.

$$S = \frac{\text{Somme des modes de préparation (0 ou 1) pour les pdt et oignons}}{\text{le nombre d'aliments consommés pour les pdt et oignons}}$$

**Tableau 95 : Fruits et légumes pris en compte pour caractériser le profil d'épluchage des participants. PestiRiv, France, 2021-2022**

Légumes	Prise en compte de l'épluchage (O/N)	Grandes familles associées
1. Pommes de terre (purée, frite, vapeur...)	O	Légumes dans le sol
4. Carottes, betteraves, céleris-raves, navets, salsifis, topinambours, panais, rutabagas, radis, persil tubéreux	O	Légumes au-dessus du sol
5. Tomates (y compris sauce tomate), poivrons, piments, aubergines	O	Légumes au-dessus du sol
6. Concombres, courgettes, cornichons	O	Légumes avec grande surface de contact
7. Haricots verts, pois mange-tout, petits pois frais, flageolets frais, fèves fraîches	N	légumes au-dessus du sol
8. Potirons, potimarrons, courges butternuts, courges spaghetti et autres courges	O	Légumes au-dessus du sol
9. Artichauts, poireaux, asperges, céleris branche	N	Légumes au-dessus du sol
10. Choux-fleurs, brocolis	N	Légumes avec grande surface de contact
11. Salades vertes, endives, mâches, cressons, épinards, blettes, fenouils, autres choux	N	Légumes avec grande surface de contact
12. Champignons	N	légumes au-dessus du sol
13. Oignons, échalotes, ail	N	Légumes dans le sol
14. Oseilles, persils, herbes aromatiques	N	Légumes avec grande surface de contact
2. Légumes secs (haricots blancs secs, haricots rouges, flageolets secs, pois chiche, fèves sèches, lentilles...)	N	Légumes au-dessus du sol
3. Tubercules tropicaux (manioc, patates douces...)	N	Légumes dans le sol
15. Oranges, citrons, pamplemousses, mandarines, autres agrumes	N	fruits
16. Pêches, nectarines, brugnons, abricots, prunes, cerises, avocats, autres fruits à noyaux	O	fruits
17. Pommes, poires, coings, autres fruits à pépins	O	fruits
18. Raisins (blanc ou noir)	N	fruits
19. Melons, pastèques	N	fruits
20. Fraises, framboises, myrtilles, cassis, groseilles, mûres, baies, autres fruits rouges	N	fruits
21. Autres fruits à peau comestible : figue, kaki, rhubarbe	O	fruits
22. Autres fruits à peau non comestible : kiwi, banane, ananas, mangue, grenade, litchi	N	fruits
26. Fruits à coque : cacahuètes, amandes, pistaches, noisettes, noix, noix de cajou	N	fruits
27. Olives	N	fruits
23. Jus de fruits ou de légumes, nectars (hors jus de raisin et de pamplemousse)	N	fruits
24. Jus de raisin	N	fruits
25. Jus de pamplemousse	N	fruits



### 3/ Provenance des aliments (Q17\_B et Q17\_C)

Pour chaque famille d'aliments, deux variables sont construites :

- la part des aliments consommés issus de l'agriculture biologique :
  - 1. Consomme **rarement** des aliments issus de l'agriculture biologique si score <P25 ;
  - 2. Consomme **en partie** des aliments issus de l'agriculture biologique si score entre P25 et P50 ;
  - 3. Consomme **souvent ou toujours** des aliments issus de l'agriculture biologique si score >P75.
- la provenance principale des aliments : marchés, supermarché, restaurations, etc. / jardin, production circuits locaux :
  - 1/ Si  $\text{sum}(\text{score jardin}(B1), \text{score circuits locaux}(B2)) > \text{score autres}(B3) \Rightarrow$  provenance principalement du jardin ou circuits locaux ;
  - 2 / Si  $\text{sum}(\text{score jardin}(B1), \text{score circuits locaux}(B2)) < \text{score autres}(B3) \Rightarrow$  provenance principalement des marchés, supermarchés ou restaurations ;
  - 3/ Si  $\text{sum}(\text{score jardin}(B1), \text{score circuits locaux}(B2)) = \text{score autres}(B3) \Rightarrow$  provenance mixte.

## Exposition potentielle liée à l'utilisation domestique de pesticides au cours des 14 jours de suivi

L'utilisation domestique de pesticides au cours des 14 jours de suivi est caractérisée par la construction d'indicateurs qui ont pour objectifs d'identifier les participants :

- 1/ ayant eu des utilisations de PPP au domicile pendant la période d'enquête et caractériser ces utilisations ;
- 2/ ayant utilisé des produits contenant au moins une substance active priorisée dans PestiRiv.

Les indicateurs construits pour répondre à ces objectifs sont :

- a) la variable « pest\_dom\_14j » : un indicateur binaire renseignant s'il y a eu au moins une utilisation au domicile sur les 14 jours ;
- b) la variable « nb\_pest\_dom\_14j » : un indicateur renseignant le nombre d'utilisations sur les 14 jours ;
- c) la variable « indicateur\_lieu\_1C » : un indicateur précisant les lieux d'application des produits ;
- 2-a) la variable « nb\_SA\_pestiriv\_2A » : un indicateur précisant le nombre de substances actives d'intérêt PestiRiv (substances priorisées et biomarqueurs d'exposition mesurés dans les urines) retrouvées, au cours des 14 jours de suivi, dans les utilisations domestiques de pesticides ;
- 2-b) la variable « cumul\_utilisation\_SAX\_2B » : un indicateur précisant, pour chaque substance active d'intérêt X (substances priorisées et biomarqueurs d'exposition mesurés dans les urines), le nombre d'utilisation cumulée sur les 14 jours.

Ces variables sont construites à partir des réponses :

- au CJ dans lequel le participant indique, chaque jour pendant 14 jours, l'utilisation éventuelle de pesticides avec le nom du produit renseigné en champ libre ;
- au questionnaire de visite 2 (V2) qui précise le contexte d'utilisation des produits utilisés pendant les 14 jours de suivi et renseigne la référence du produit utilisé à partir d'une



liste préenregistrée de produits issue de l'enquête Pesti'Home<sup>80</sup> ou à partir d'un champ libre. Cette liste permet d'associer le produit utilisé avec les substances actives contenues dans celui-ci.

Les variables utilisées pour la construction de ces indicateurs sont décrites dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 96 : Correspondance entre le questionnaire et les variables construites (utilisation domestique de pesticides pendant les 14 jours de suivi). PestiRiv, France, 2021-2022**

Questionnaire source	Nom de la variable	Description de la variable	Modalités
Carnet journalier (CJ)	CJA_JJ_Q6_1	Au jour J, y a-t-il eu une utilisation au domicile de PPP	1 : oui 2 : non
	CJA_JJ_Q6_3_O	Nom du produit en clair utilisé au jour J	Alphanumérique
Visite 2 (V2)	LVAD2_P_VAD2_C	Code type lié au libellé produit P	Identifiant unique pour le libellé produit issu de la liste Pesti'Home Identifiant = 999998 pour les champs libres
	LVAD2_P_VAD2PROD	Nom des produits utilisés au domicile validés lors de la visite 2.	Le produit P est renseigné à partir d'une liste préenregistrée de produits issus de l'étude PestiHome ou d'un champ en clair.
	LVAD345_P_VAD4_X	Application du produit P dans le lieu X	1 : oui 2 : non

### Gestion des incohérences

À la suite de tests de cohérence, des corrections ont été réalisées sur plusieurs variables. Ces corrections sont résumées ci-dessous :

Incohérence identifiée	Correction appliquée
Un code type [LVAD2_P_VAD2_C] différent de « 999998 » et « 999999 » n'est associé à aucun libellé produit ([LVAD2_P_VAD2PROD] = NA).	Le libellé « NA » est remplacé par la valeur du libellé produit grâce à une requête sur le code type dans la liste des produits Pesti'Home.
Un champ libre renseigné [CJA_JJ_Q6_3_O] est lié à aucune utilisation : [CJA_JJ_Q6_1] = « Non » ou NA et [CJA_JJ_Q6_2] = « Non » ou NA et [CJA_JJ_Q6_3] = « Non » ou NA.	Si le libellé produit [CJA_JJ_Q6_3_O] apparaît dans les [LVAD2_P_VAD2PROD] de la V2, alors la variable [CJA_JJ_Q6_1] vaut « oui ».

### Association des produits renseignés en visite 2 aux produits renseignés dans le CJ

L'objectif est de calculer le nombre d'utilisations cumulées sur 14 jours pour chaque produit renseigné en visite 2.

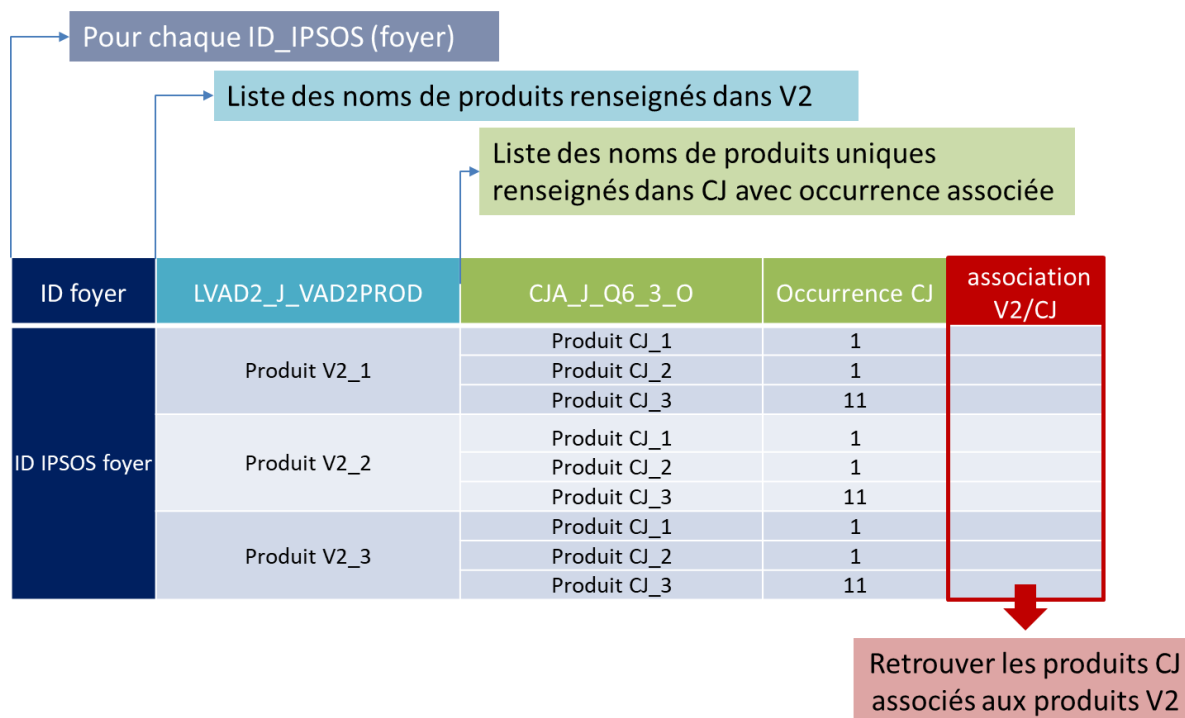
Pour cela, les données du CJ et de la V2 ont été croisées. En effet, les questions de la visite 2 permettent de décrire les modalités d'utilisation des pesticides utilisés pendant les 14 jours de

<sup>80</sup><https://www.anses.fr/fr/content/l%E2%80%99anses-publie-les-r%C3%A9sultats-de-l%E2%80%99%C3%A9tude-pesti%E2%80%99home-sur-les-usages-des-pesticides-%C3%A0-domicile>

suivi mais ne renseignent pas le nombre d'utilisations d'un produit, cette information étant disponible dans le CJ.

Pour faire la correspondance entre les deux questionnaires, une jointure est faite sur les libellés des produits. Pour chaque foyer, la liste des produits validés dans le questionnaire V2 est établie. Pour ce même foyer, la liste des produits renseignés en clair dans le CJ et présentant une utilisation au domicile ([CJA\_JJ\_Q6\_1] = « Oui ») est générée. En parallèle, l'occurrence sur les 14 jours de ces produits est calculée et correspond au nombre de fois où le produit a été utilisé. Le travail de correspondance entre la V2 et le CJ se traduit par la dernière colonne « association V2/CJ ».

Le principe est décrit dans le schéma ci-dessous :



**Figure 45 : Association des produits pesticides utilisés au domicile entre les différents questionnaires. PestiRiv, France, 2021-2022**

La colonne « association V2/CJ » peut prendre les modalités suivantes :

Modalité	Signification
À : Acceptable	Le libellé entre le CJ et la V2 est assurément le même
W : Warning	Le libellé entre le CJ et la V2 diffère mais l'usage est le même
I : Invalide	La jointure n'est pas possible car le libellé du produit de la V2 est absent de la liste des libellés du CJ
KO : Impossible	La jointure n'est pas possible car le foyer n'a pas de carnet journalier

Les produits n'ayant aucune association valide (I ou KO) sont considérés comme des données manquantes. En effet, la donnée d'utilisation est jugée partielle puisqu'aucune fréquence d'utilisation n'est associée. Pour ces cas, il a été choisi d'imputer le cumul d'utilisation par la valeur modale parmi les utilisateurs, soit la valeur 1.

Ainsi, pour chaque produit renseigné dans la visite 2, la somme des occurrences des libellés associés à ce produit dans le CJ correspond au nombre d'utilisations cumulées de ce produit sur 14 jours. Une nouvelle variable intermédiaire est créée :

[n\_utilisation\_LVAD2\_P\_VAD2PROD] avec P le numéro du produit décrit.

Remarque : Lors de la génération de ces indicateurs, deux types de non-réponses peuvent être distingués : les non-répondants n'ayant pas fourni une réponse à une question qui leur est posée, et les non concernés auxquels la question n'est pas adressée du fait des caractéristiques du foyer. Afin de faciliter la distinction des foyers non-répondants des foyers non concernés par l'indicateur, ces derniers sont notés en « Non concerné », pour les variables qualitatives, ou « 999999 » pour les variables quantitatives. Les non-répondants conservent leurs réponses vides NA.

#### *1.A : Utilisation globale sur les 14 jours (pest\_dom\_14j) :*

L'indicateur « pest\_dom\_14j » est créé pour renseigner s'il y a eu au moins une utilisation au domicile sur les 14 jours. Il s'appuie sur les variables [n\_utilisation\_LVAD2\_P\_VAD2PROD], qui tracent le nombre d'utilisation cumulée sur 14 jours de chaque produit P utilisé par le foyer. Il prend la valeur « Oui » si au moins l'une des variables [n\_utilisation\_LVAD2\_P\_VAD2PROD] associées au foyer présente une valeur supérieure à 0.

#### *1.B : Utilisation globale cumulée sur les 14 jours [nb\_pest\_dom\_14j] :*

L'indicateur « nb\_pest\_dom\_14j » vise à décrire le nombre d'utilisations global des pesticides au domicile sur les 14 jours d'étude. Il est donc généré, pour chaque foyer, à partir de la somme des [n\_utilisation\_LVAD2\_P\_VAD2PROD] associés.

#### *1.C : Caractérisation des lieux d'utilisation sur les 14 jours [loc\_pest\_dom\_14j] :*

Selon le lieu d'utilisation d'un produit, le risque de contamination et d'imprégnation n'est pas le même. Effectivement, une application cutanée d'un produit représente un risque d'exposition plus important vis-à-vis de l'imprégnation biologique qu'une application en extérieur sur un objet inerte.

L'indicateur « **loc\_pest\_dom\_14j** » vise ainsi à préciser les lieux d'application des produits et caractériser le risque associé. Il est construit uniquement pour les foyers présentant au moins une utilisation de pesticides au domicile sur les 14 jours.

Dans le questionnaire de visite 2, la variable caractérisant le lieu d'application [LVAD345\_P\_VAD4\_X] a 13 modalités. Pour construire l'indicateur, un groupement de modalités a été fait selon le tableau ci-dessous.

**Tableau 97 : Catégorie des pesticides utilisés au domicile en fonction du lieu d'application. PestiRiv, France, 2021-2022**

Modalité : LVAD345_P_VAD4_X	Nouvelle catégorie
Sur la peau et/ou le cuir chevelu d'un/plusieurs membres du foyer, y compris vous-même	« local » (application locale)
Sur des vêtements et/ou de la literie et/ou du linge de maison	
Dans les pièces d'habitation à vivre (chambres, salle à manger, salle de séjour, salons, studios, chambres de service, cuisine, véranda ou balcon/terrasse...)	« intérieur » (application dans un environnement en intérieur/cloisonné)
Dans les autres pièces de l'habitation (Entrée, couloirs, salle de bains, salle d'eau, cabinet de toilette, penderies, alcôves, W.-C., buanderies, lingerie, chaufferie, cellier, cage d'escalier, palier, dégagement, dressing...)	
Sur un/des animaux domestiques	
Dans les dépendances attenantes à l'habitation (Garages, greniers non aménagés, combles non aménagés, sous-sols non aménagés)	
Dans les dépendances non attenantes à l'habitation (Garage, parking, cabane de jardin, remise...)	
À l'extérieur, dans votre potager ou sur vos arbres fruitiers	« extérieur » (application dans un environnement en extérieur/non cloisonné)
À l'extérieur, sur des plantes (herbes, fleurs, etc.)	
À l'extérieur, sur des barrières, clôtures, balcon, terrasse, piscine (dalles, garde-corps, etc.)	
À l'extérieur, sur des murs ou le toit	
Autres lieux d'application (ouverture d'un champ libre)	« autre » (à traiter au cas par cas)
Refus	aucun
NSP	

Pour les libellés « autre », les champs libres sont étudiés au cas par cas et rattachés si possible à l'une des catégories (local, intérieur, extérieur).

La somme des utilisations cumulées par groupe de lieu d'application est calculée pour chaque foyer à partir de la somme des variables [n\_utilisation\_LVAD2\_P\_VAD2PROD] pour chaque lieu renseigné [LVAD345\_P\_VAD4\_X = « Oui »].

Ainsi, l'indicateur « loc\_pest\_dom\_14j » créé prend en compte la totalité des utilisations de produits et comprend quatre classes :

- « local » : si au moins une des utilisations du foyer est associée à cette catégorie ;
- « intérieur » : si au moins une des utilisations du foyer est associée à cette catégorie sans aucune utilisation pour la catégorie « local » ;
- « extérieur » : si au moins une des utilisations du foyer est associée à cette catégorie sans aucune utilisation pour les catégories « local » et « intérieur » ;
- « autre » : si un autre lieu d'application est renseigné mais n'est associé à aucune des précédentes catégories, et sans aucune utilisation pour les catégories « local », « intérieur » et « extérieur » (cas non rencontré).

## 2.A. Diversité des SA PestiRiv retrouvées sur les 14 jours (nb\_SA\_pestiriv\_2A) :

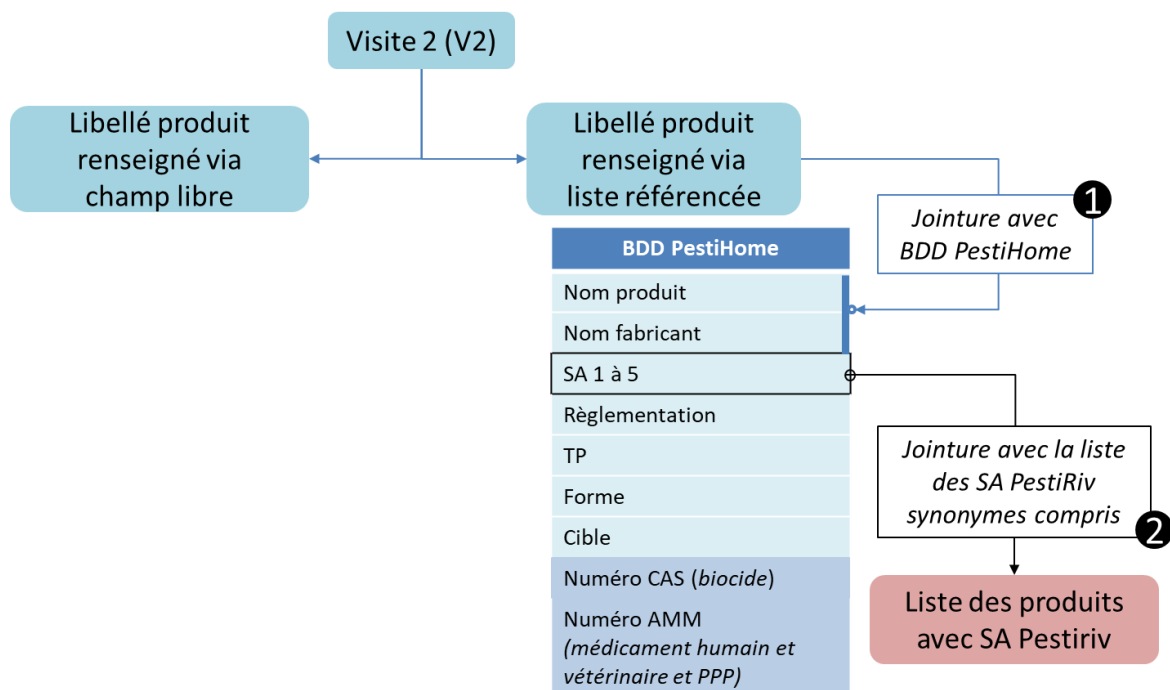
L'indicateur « nb\_SA\_pestiriv\_2A » caractérise l'utilisation au domicile de substances actives d'intérêt pour l'étude PestiRiv (substances prioritaires et biomarqueurs d'exposition mesurés dans les urines) au cours des 14 jours de suivi. Pour le construire, il est nécessaire de remonter à la formulation des produits utilisés au domicile.

Pour les produits renseignés à partir de la liste de l'enquêteur, une jointure est faite avec la base de données (BDD) PestiHome en se basant sur le nom du produit et le nom du fabricant. Dans cette base, les SA composant le produit sont décrites. Pour identifier les produits avec des SA prioritaires dans PestiRiv, une deuxième jointure est faite avec la liste des SA prioritaires. Au préalable, cette liste est enrichie des synonymes possibles établis à partir du portail substances chimiques de l'Ineris.<sup>81</sup> Pour finir, cette liste a été élargie au zineb et au benalaxyl-m qui partagent des métabolites communs avec les biomarqueurs d'exposition mesurés dans les urines. Le travail fait sur les métabolites communs n'a pas identifié d'autres pyrèthrénoïdes que ceux déjà prioritaires dans PestiRiv.

Il est important de noter que pour les produits renseignés *via* un champ libre (PE : 27.29 % ; PHE : 25.71 %), il n'est pas possible de remonter à la formulation. En effet, les libellés renseignés par les enquêteurs ne permettent pas de retrouver le produit précis utilisé. Ces champs libres sont considérés comme des données manquantes.

Ces différentes jointures permettent d'identifier pour chaque foyer, s'il y a eu au moins une utilisation au domicile des SA prioritaires dans PestiRiv. L'indicateur construit « nb\_SA\_pestiriv\_2A » est une variable quantitative discrète reflétant la diversité des SA d'intérêt pour PestiRiv retrouvées dans les produits utilisés au domicile.

La figure ci-dessous synthétise la méthode suivie.



**Figure 46 : Synthèse de la méthode de construction de la liste des produits pesticides utilisés pour des usages domestiques pendant les 14 jours de suivi. PestiRiv, France, 2021-2022**

<sup>81</sup> <https://substances.ineris.fr/fr/>

## 2.B. Utilisations cumulées des SA Pestiriv sur les 14 jours [cumul\_utilisation\_SAX\_2B]

La variable « cumul\_utilisation\_SAX\_2B » renseigne le cumul du nombre d'utilisations par le foyer sur les 14 jours de la SA X d'intérêt pour Pestiriv. Sa construction mobilise le travail d'association du CJ et de la V2 et le travail de jointure avec la BDD Pesti'Home présentés ci-dessus. L'indicateur est construit uniquement pour les foyers présentant au moins une utilisation d'une SA d'intérêt PestiRiv sur les 14 jours. Il s'agit d'une variable quantitative discrète du cumul des utilisations sur 14 jours.

## Exposition potentielle liée à l'utilisation domestique de pesticides au cours des 3 derniers mois précédant le suivi

L'utilisation domestique de pesticides au cours des 3 derniers mois précédant le suivi est caractérisée par la construction de 10 indicateurs. Ces indicateurs ont pour objectif de comparer les habitudes d'utilisation de PPP au domicile de la population étudiée dans PestiRiv à celles de la population générale (Baromètre Santé publique France). Les indicateurs construits pour répondre à cet objectif sont :

- a) un indicateur binaire renseignant s'il y a eu au moins une utilisation au domicile sur les 3 derniers mois ;
- b) quatre indicateurs binaires renseignant l'utilisation de pesticides pour lutter contre différentes catégories de nuisibles (un indicateur pour chacune des catégories) ;
- c) cinq indicateurs binaires renseignant la mise en place de différentes catégories de précaution (un indicateur par catégorie) lors de l'utilisation d'un pesticide.

Ces indicateurs sont construits à partir des réponses à l'auto-questionnaire. Il s'agit d'un bilan des habitudes et modes de vie rapportés sur les 3 derniers mois précédant l'enquête. Les variables du questionnaire mobilisées sont présentées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 98 : Variables de l'auto-questionnaire utilisées pour la création des variables (utilisation domestique de pesticides au cours des 3 derniers mois). PestiRiv, France, 2021-2022**

Nom de la variable		Description de la variable	Modalités
Riverain	Q8_N_A	Fréquence (variable catégorielle ordinale ayant 4 modalités) associée à la lutte contre le nuisible N (22 catégories de nuisibles possibles).	0 : Jamais 1 : 1 à 3 fois 2 : 4 à 9 fois 3 : 10 fois ou plus
Non Riverain	Q6_N_A		
Riverain	Q8_22_AUT	Champ en clair associé à la variable Q8_22_A ou Q6_22_A.	Alphanumérique
Non Riverain	Q6_22_AUT		
Riverain	Q8_N_B_1	Confirmation d'une utilisation par « Vous-même » du pesticide contre le nuisible N.	0 : Non cité 1 : Cité
Non Riverain	Q6_N_B_1		
Riverain	Q9_Pr	Fréquence (variable catégorielle ordinale ayant 4 modalités) associée à la mise en place de la précaution Pr lors de l'utilisation de pesticides.	0 : Non, jamais 1 : Oui, parfois 2 : Oui, toujours 9 : Non concerné - pour les produits utilisés
Non Riverain	Q7_Pr		
Riverain	Q9_11_AUT	Champ en clair associé à la variable Q9_11.	Alphanumérique
Non Riverain	Q7_11_AUT		

### 1.A. Utilisation domestique de pesticides au cours des 3 derniers mois (pest\_dom\_3m)

Cet indicateur est généré à partir des variables Q8\_N\_A et Q8\_N\_B\_1 pour les riverains et Q6\_N\_A et Q6\_N\_B\_1 pour les non-riverains. L'indicateur « pest\_dom\_3m » prend la valeur de « Oui » pour les foyers présentant, pour au moins un nuisible, une fréquence d'utilisation différente de « Jamais » (Q8\_N\_A / Q6\_N\_A) ainsi qu'une utilisation par « vous-même » (Q8\_N\_B\_1 / Q6\_N\_B\_1 = « Cité ») du pesticide en question.

### 1.B. Présence de lutte contre une catégorie de nuisible (Indi\_Pest\_3\_4\_N ; avec N la catégorie de nuisible)

Ces indicateurs s'appuient sur les variables Q8\_N\_A et Q8\_N\_B\_1 pour les riverains et Q6\_N\_A et Q6\_N\_B\_1 pour les non-riverains.

Le questionnaire rempli lors de l'étude PestiRiv propose un plus grand nombre de catégories de nuisibles que le questionnaire diffusé lors de l'enquête Baromètre. Un travail de groupement a donc été réalisé pour faire correspondre les 22 catégories de l'AQ à l'une des quatre catégories du Baromètre.

**Tableau 99 : Attribution des catégories de nuisibles de l'auto-questionnaire. PestiRiv, France, 2021-2022**

Indicateur généré	Nuisible	
	Baromètre	Auto-questionnaire
pest_dom_3m_1	Maladies des plantes et mauvaises herbes	17 : les mauvaises herbes 18 : les mousses, les lichens 19 : les maladies des plantes d'intérieur 22_AUT : Autres pesticides en clair *
pest_dom_3m_2	Lutte contre les parasites comme les tiques, les puces ou les poux, pour vous-même, l'un des membres de votre foyer ou pour un animal de compagnie	8 : les tiques 9 : les puces 10 : les poux 11 : les vers parasites 12 : la gale 22_AUT : Autres pesticides en clair *
pest_dom_3m_3	Lutte contre les insectes comme les moustiques ou les araignées, contre les rongeurs ou les nuisibles du jardin	1 : les mouches 2 : les moustiques 3 : les guêpes/frelons 4 : les araignées 5 : les cafards/blattes 6 : les fourmis 7 : les acariens de maison 13 : les ravageurs du bois (termites, mères, capricornes, etc.) 14 : les rongeurs 15 : les pucerons 16 : les escargots/limaces 20 : d'autres insectes du jardin 21 : d'autres ravageurs du jardin 22_AUT : Autres pesticides en clair *
pest_dom_3m_4	Lutte contre les moisissures ou les champignons	22_AUT : Autres pesticides en clair *

\* Chaque champ libre rapporté est, si possible, catégorisé, par expertise, dans l'une des 4 différentes classes de nuisibles.



- Génération de l'indicateur « pest\_dom\_3m\_N » (N étant la classe de nuisible associée) :

Pour chacune des N catégories de nuisibles, l'indicateur généré prend la valeur de « Oui » si une utilisation, par « vous-même » (Q8\_N\_B\_1 / Q6\_N\_B\_1 = « Cité ») avec une fréquence d'utilisation différente de « Jamais » (Q8\_N\_A / Q6\_N\_A différent de « Jamais ») est associée à la lutte contre la catégorie N de nuisibles.

### 1.C. Mise en place de précautions (pest\_prec\_3m\_Pr ; avec Pr la précaution mise en place ; pest\_prec\_3m\_7)

Ces indicateurs s'appuient sur les variables Q9\_Pr pour les riverains et Q7\_Pr pour les non-riverains. Le questionnaire rempli lors de l'étude PestiRiv propose plus de précautions que le questionnaire diffusé lors de l'enquête Baromètre. Un travail a donc été réalisé pour faire correspondre chacune des 11 catégories de l'AQ à l'une des cinq catégories du Baromètre.

**Tableau 100 : Attribution des catégories de précaution de l'auto-questionnaire. PestiRiv, France, 2021-2022**

Indicateur généré	Précautions	
	Baromètre	Auto-questionnaire
pest_prec_3m_1	Lecture des consignes sur l'emballage ou la notice	1 : Lecture des étiquettes sur les emballages 2 : Lecture de la notice intérieure 11_AUT : Autres précautions en clair *
pest_prec_3m_23	Application des consignes et doses renseignées sur l'emballage	3 : Application de la dose figurant sur la notice et/ou l'emballage 4 : Application des autres recommandations figurant sur la notice et/ou l'emballage 11_AUT : Autres précautions en clair *
pest_prec_3m_4	Port des protections comme des gants, un masque ou un tablier	5 : Port de gants 6 : Port de masque 7 : Port de lunettes 8 : Port de vêtement(s) de protection (tablier, blouse...) 11_AUT : Autres précautions en clair *
pest_prec_3m_5	Lavage des mains après utilisation	9 : Lavage des mains après utilisation 11_AUT : Autres précautions en clair *
pest_prec_3m_7 **	Aération du logement après l'application du produit	10 : Aération de la pièce après utilisation 11_AUT : Autres précautions en clair *
	Aération du logement après l'application du produit avec modalité « NON CONCERNE » renseignée	10 : Aération de la pièce après utilisation <b>Avec :</b> Modalité « Non concerné - pour les produits utilisés » renseignée

\* Chaque champ libre rapporté est, si possible, catégorisé, par expertise, dans l'une des quatre différentes classes de précaution.

\*\* L'indicateur Indic\_Pest\_7 est le seul indicateur pour lequel la modalité « Non concerné - pour les produits utilisés » de l'AQ est recodée en « Non concerné » et non en « Non ».

- Génération de l'indicateur pest\_prec\_3m\_Pr (Pr étant la classe de nuisibles associée) & pest\_prec\_3m\_7 :

Pour chacun des types de précautions, l'indicateur généré prend la valeur de « Oui » si au moins une utilisation de pesticides au domicile contre un type de nuisibles est réalisée par « vous-même » (Indic\_Pest\_3 = Oui), et que la précaution Pr est mise en place (Q9\_Pr ou Q7\_Pr = « Oui, toujours » ou « Oui, parfois »). De plus, pour tous les indicateurs « pest\_prec\_3m\_Pr », la modalité « Non concerné - pour les produits utilisés » de l'AQ est recodée en « Non ».

## Exposition potentielle aux pesticides en lien avec les activités professionnelles du participant

Plusieurs variables sont construites afin de décrire les expositions potentielles aux pesticides en lien avec les activités professionnelles du participant.

Ces variables ont pour objectifs :

- 1/ identifier les participants dont l'activité professionnelle est potentiellement exposante aux pesticides (emplois agricoles, activité dans une exploitation agricole) afin de caractériser les sources d'exposition professionnelles aux pesticides ;
- 2/ identifier les participants dont les lieux d'activités, d'étude ou de garde sont situés en zone viticole ou près de cultures ;
- 3/ identifier les participants ayant utilisé des pesticides dans le cadre professionnel au cours de la période d'enquête : soit les 14 jours derniers pour les mesures urinaires ou les trois derniers mois pour les mesures dans les cheveux.

Les variables construites pour répondre à ces objectifs sont :

1/ concernant les activités professionnelles :

- 1-a) le type d'emploi du participant : voir variable « type\_emploi » dans les variables socio-démographiques ;
- 1-b) la variable « emploi\_agri » qui indique si l'emploi du participant est en lien avec une activité agricole ;
- 1-c) la variable « exploitation\_agri » qui indique si le participant travaille dans une exploitation agricole.

2/ Concernant la localisation des lieux d'activité, établissements scolaires et lieux de garde :

- a) la variable « lieu\_pro\_cult\_500m » qui indique si le lieu d'activité ou établissement scolaire du participant est situé à moins de 500 mètres de vignes ou d'autres cultures ;
- b) la variable « CP\_activite » qui indique si le lieu d'activité, établissement scolaire ou lieu de garde des enfants est situé dans un code postal de la zone viticole de l'étude.

3/ Concernant l'utilisation professionnelle de pesticides :

- 3-a) la variable « pest\_pro\_14j » qui indique si le participant a utilisé des pesticides dans le cadre professionnel pendant les 14 jours de suivi ;
- 3-b) la variable « pest\_pro\_14j\_type » qui précise le type d'utilisation professionnelle de pesticides : pour vignes ou pour d'autres usages ;
- 3-c) la variable « freq\_pest\_pro\_3m » qui précise le nombre d'utilisation professionnelle de pesticides par le participant au cours des 3 derniers mois ;

- 3-d) les variables « protect\_pest\_pro\_durant » et « protect\_pest\_pro\_global » qui précisent le type de précautions prises par le participant lors de l'utilisation professionnelle de pesticides au cours des 3 derniers mois.

- **1.a Emploi agricole**

La variable « emploi\_agri » permet d'identifier les participants ayant une activité dans le secteur agricole. Les participants considérés comme ayant un emploi agricole (modalité 1 de la variable) sont :

- les participants ayant un type d'emploi dans la catégorie « Agriculteur » (question INCA13) ;
- les participants ayant décrit une activité en clair en lien avec l'agriculture (questions INCA15 et INCA23). Pour cela, les termes considérés en lien avec l'agriculture sont : 'AGRI\*' ; 'VITI\*' ; 'VIGN\*' ; 'PAYS\*' ; 'SEMENCE' ; 'FOREST\*' ; 'SERRE' ; 'ÉLEVEUR' ; 'OLÉICULTEUR' ; 'VENDANGE\*' ;

Les participants n'ayant jamais travaillé (chômeur n'ayant jamais travaillé) ou ceux n'ayant pas exercé d'activité professionnelle au cours des trois derniers mois (retraité, étudiant, autre inactif) sont classés dans une catégorie 3= 'Non concerné'.

La variable « emploi\_agri » comprend ainsi trois modalités :

1. oui ;
2. non ;
3. non concerné.

- **1.b Travail dans une exploitation agricole**

La variable « exploitation\_agri » est créée à partir des questions INCA19 (activité principale) et INCA27 (activité secondaire) du questionnaire de visite 1 permettant de savoir si l'activité se situe dans une exploitation agricole.

- environ 5 % des adultes riverains ont leur activité principale située dans une exploitation agricole et moins de 1 % pour leur activité secondaire. Les deux réponses sont donc regroupées afin d'augmenter les effectifs concernés : l'indicateur construit correspond ainsi au fait que le participant ait au moins un lieu d'activité situé dans une exploitation agricole ;
- les réponses déclarées en période hors traitement (HE) sont récupérées en période de traitement (PE) pour les participants déclarant travailler au même endroit ;
- les participants n'ayant jamais travaillé (chômeur n'ayant jamais travaillé) ou ceux n'ayant pas exercé d'activité professionnelle au cours des trois derniers mois (retraité, étudiant, autre inactif) sont classés dans une catégorie 3= 'Non concernés'.

La variable « exploitation\_agri » comprend ainsi trois modalités :

1. oui ;
2. non ;
3. non concerné.

- **2.a Présence de vignes ou d'autres cultures à moins de 500 mètres des lieux d'activité et établissement scolaire**

La variable « lieu\_pro\_cult\_500m » est construite pour les adultes à partir des questions INCA20 (activité principale), INCA28 (activité secondaire), et INCA33 (établissement scolaire pour les participants de 18 ans et plus) qui permettent de renseigner si les lieux d'activité sont situés près de vignes ou d'autres cultures/élevage (arboriculture, grandes cultures, maraîchage, autres types de culture, prairie, élevage).

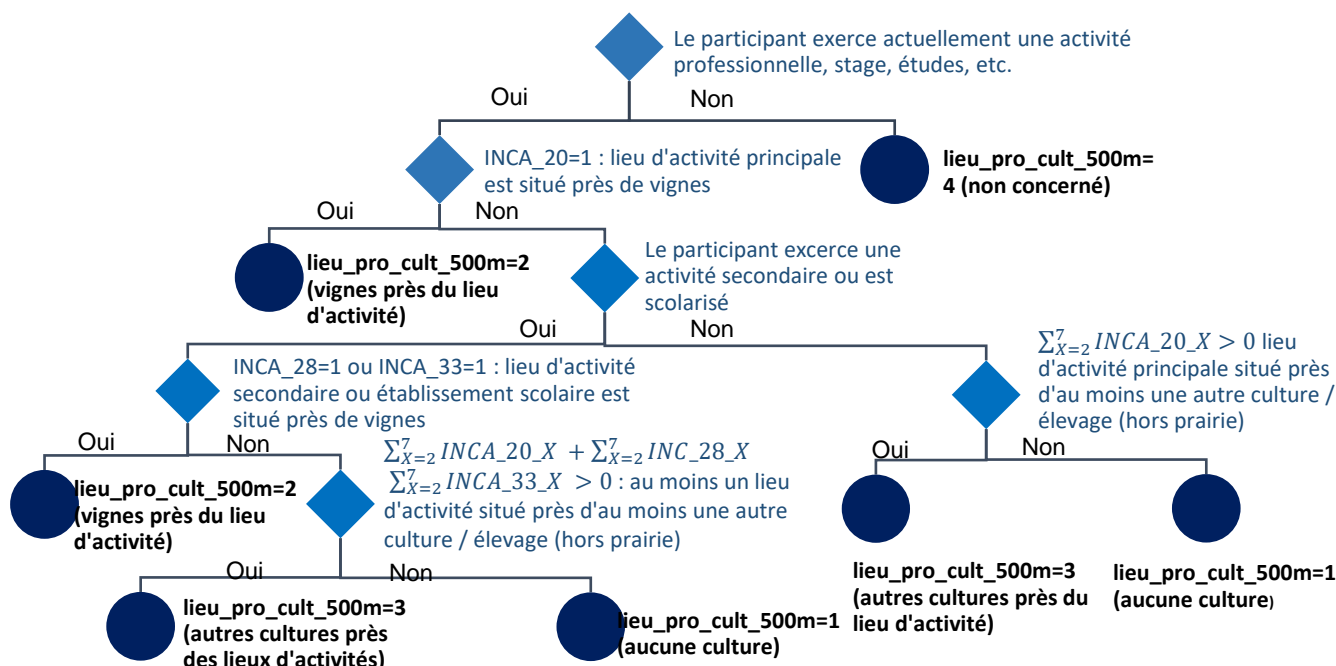
Parmi les riverains de vignes, environ 2 % déclarent avoir leur lieu d'activité principale situé près de chaque type de culture (arboriculture - 1,7 % ; maraîchage - 1,5 % ; etc.). Ce taux est identique parmi les « non-riverains » (arboriculture – 1,6 % ; maraîchage – 2,7 % ; etc.). Le type de cultures le plus fréquemment cité est la présence de prairie (4,2 % parmi les « riverains » et 9,9 % parmi les « non-riverains »). Le nombre de participants déclarant avoir leur lieu d'activité secondaire situé près de cultures est plus faible : au maximum 2 participants « riverains » et « non-riverains » ont leur activité secondaire située près de prairies. Compte tenu de ces réponses :

- l'ensemble des cultures citées autre que la vigne sont regroupées afin de construire un indicateur permettant de renseigner si le lieu d'activité est situé à moins de 500 mètres d'au moins un type de culture ou d'élevage ;
- la catégorie « Autres cultures » est prise en compte uniquement si les cultures décrites correspondent à des cultures potentiellement traitées (« SYLVICULTURE », « OLIVIERS », etc.). Les autres cultures déclarées telles que « LYCÉE AGRICOLE », « CENTRE ÉQUESTRE », etc. ne sont pas considérées comme des cultures potentiellement traitées et ne sont pas intégrées dans la somme ;
- les prairies n'ayant pas la même fréquence de traitement que les autres cultures, elles ne sont pas prises en compte dans cette somme ;
- les réponses pour les différents lieux d'activité sont regroupées afin d'augmenter les effectifs concernés ; l'indicateur construit renseigne ainsi si au moins un lieu d'activité est situé près de vignes ou près d'autres types de cultures ;
- comme pour les autres indicateurs, les réponses déclarées en période HE sont récupérées en période PE pour les participants déclarant travailler au même endroit ;
- les participants n'ayant jamais travaillé (chômeur n'ayant jamais travaillé) ou ceux n'ayant pas exercé d'activité professionnelle au cours des trois derniers mois (retraité, étudiant, autre inactif) sont classés dans une catégorie 4= 'Non concernés'.

**Tableau 101 : Correspondance entre les variables initiales concernant le lieu principal d'activité et la variable construite (présence de culture à proximité du lieu d'activité). PestiRiv, France, 2021-2022**

Variables initiales			Variable construite	
Le lieu principal de votre activité est-il situé à moins de 500 mètres de ?			lieu_pro_cult_500m	
INCA20_1	Viticulture	1. Oui	=2	Présence de vignes près du lieu d'activité
		0. Non	=> INCA20_2	
INCA20_2	Élevage	1. Oui	=3	Présence d'autres cultures que la vigne
		0. Non	=> INCA20_3	
INCA20_3	Arboriculture	1. Oui	=3	Présence d'autres cultures que la vigne
		0. Non	=> INCA20_4	
INCA20_4	Grande culture	1. Oui	=3	Présence d'autres cultures que la vigne
		0. Non	=> INCA20_5	
INCA20_5	Culture maraîchère	1. Oui	=3	Présence d'autres cultures que la vigne
		0. Non	=> INCA20_7	
INCA20_7	Autre culture agricole	1. Oui	En fonction de la réponse en clair	
		0. Non	=> INCA20_6	
INCA20_6	Prairie	1. Oui	=1	Aucune culture près du lieu d'activité
		0. Non		
INCA20_8	Aucune activité agricole	1. Oui	=1	Aucune culture près du lieu d'activité
		0. Non		
INCA20_99	Ne sait pas	1. Oui	=.	Donnée manquante
		0. Non		

La même correspondance est appliquée sur l'ensemble des lieux d'activité si le participant en a plusieurs : lieu d'activité secondaire et établissement scolaire si le participant est scolarisé. La démarche appliquée est présentée dans la figure ci-dessous.



**Figure 47 : Construction de la variable « présence de culture à 500 mètres du lieu d'activité ».**  
PestiRiv, France, 2021-2022

La variable « lieu\_pro\_cult\_500m » comprend ainsi 4 modalités :

1. aucune culture près du lieu d'activité ;
2. présence de vignes près du lieu d'activité ;
3. présence d'autres cultures que la vigne près du lieu d'activité ;
4. non concerné - pas d'activité au cours des 3 derniers mois.

Le même traitement est réalisé pour les questionnaires enfants (établissement scolaire et éventuellement lieu d'activité pour les adolescents ayant une activité professionnelle) à partir des questions INCE20 (établissement scolaire) et INCE35 (activité professionnelle pour les adolescents).

La variable « ecole\_act\_cult\_500m » comprend 3 modalités :

1. aucune culture à proximité de l'école ou lieu d'activité ;
2. présence de vignes à proximité de l'école ou lieu d'activité ;
3. présence d'autres cultures que la vigne à proximité de l'école ou lieu d'activité.

## • 2.b. Code postal des lieux d'activité, établissement scolaire et lieux de garde (enfants uniquement) situé dans la zone viticole de l'étude

Les adresses des lieux d'activité, établissements scolaires et lieux de garde sont renseignées dans le questionnaire de visite 1. Les participants avaient la possibilité d'indiquer l'adresse exacte ou uniquement le code postal. Toutefois, les adresses complètes ont été peu renseignées et le taux de remplissage est très hétérogène selon les groupes de participants : par exemple, parmi les 958 riverains de la PE ayant indiqué un code postal, seuls 613 ont également renseigné le nom de la commune (soit 64 %) ; ce taux s'élève à 93 % au sein du groupe des « non-riverains » et 18 % au sein du groupe des « riverains » en période hors épandage.

L'adresse exacte des lieux d'activité, établissements scolaires et lieux de garde étant difficilement exploitable, l'indicateur construit est basé sur le code postal de ces différents lieux.

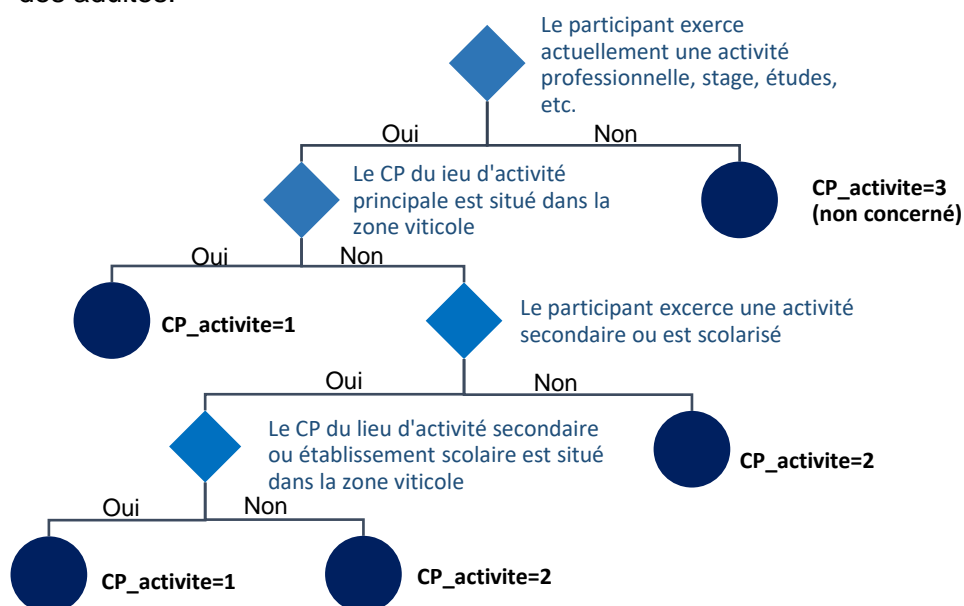
Deux variables sont construites : la variable « CP\_activite » pour les adultes et « CP\_ecole\_garde » pour les enfants.

- les variables identifient les lieux d'activité, établissements scolaires et lieux de garde dont le code postal correspond à un code postal des communes de la zone viticole (cf. liste des codes postaux en fin de document) ;
- la variable « CP\_ecole\_garde » prend également en compte la localisation des lieux de garde d'enfants pour lesquels la présence de cultures à proximité n'est pas disponible ;
- la zone viticole comprend des sites localisés dans les communes de Bordeaux et de Toulon dont les codes postaux sont intégrés dans la liste des codes postaux de la zone viticole malgré la présence plus limitée de vignes dans ces villes ;
- les réponses pour les différents lieux d'activité sont regroupées afin d'augmenter les effectifs concernés: les variables construites renseignent ainsi si au moins un lieu d'activité est situé près de vignes ou près d'autres types de cultures ;
- les réponses déclarées en période de non-traitement (HE) sont récupérées en période de traitement (PE) pour les participants déclarant travailler au même endroit ;
- les participants n'ayant jamais travaillé (chômeur n'ayant jamais travaillé) ou ceux n'ayant pas exercé d'activité professionnelle au cours des trois derniers mois (retraité, étudiant, autre inactif) sont classés dans une catégorie 3= 'Non concernés'.

Les variables « CP\_activite » pour les adultes et « CP\_ecole\_garde » pour les enfants comprennent 3 modalités :

1. oui ;
2. non ;
3. non concerné - pas d'activité au cours des 3 derniers mois.

Le schéma ci-dessous synthétise la démarche appliquée pour construire la variable « CP\_activité » des adultes.



**Figure 48 : Construction de la variable « Code postal du lieu d'activité dans la zone viticole de l'étude ». PestiRiv, France, 2021-2022**



- **3.a. Utilisation professionnelle de pesticides pendant les 14 jours de suivi**

La variable « pest\_pro\_14j » est construite à partir de la question VAD7\_1\_C\_1 du questionnaire de visite 2 qui indique le nombre de produits utilisés par les participants pendant les 14 jours de suivi dans le cadre de leur(s) activité(s) professionnelle(s).

Si VAD7\_1\_C\_1 >0 alors pest\_pro\_14j=1 (au moins une utilisation professionnelle de pesticides pendant les 14 jours de suivi). Sinon, pest\_pro\_14j=0.

Ces questions étant posées en face-à-face aux participants il n'y a pas de données manquantes sur ces variables.

Ainsi la variable « pest\_pro\_14j » indique l'utilisation professionnelle de pesticides quel que soit le type d'utilisation. Cette variable compte 2 modalités :

0. non : pas d'utilisation professionnelle de pesticides pendant les 14 jours de suivi ;
1. oui : utilisation professionnelle de pesticides pendant les 14 jours de suivi.

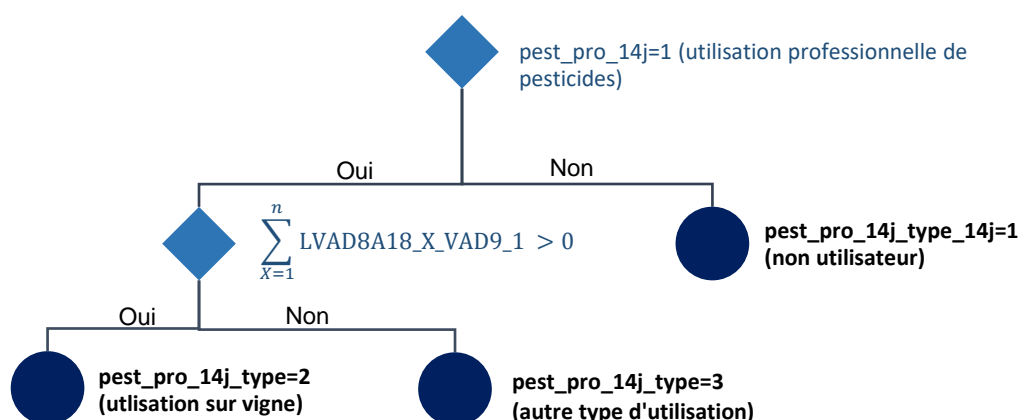
- **3.b. Type d'utilisation professionnelle de pesticides pendant les 14 jours de suivi**

La variable « pest\_pro\_14j\_type » permet de distinguer les utilisations professionnelles de pesticides pendant les 14 jours de suivi, en distinguant le traitement des vignes et les autres types d'utilisation (autre type de culture, utilisation de médicament vétérinaire ou humain, etc.).

Le participant est considéré comme ayant un usage de pesticide pour le traitement des vignes dès lors qu'une utilisation déclarée concerne le traitement des vignes. C'est-à-dire que pour le produit X utilisé, la variable LVAD8A18\_X\_VAD9\_1=1.

Le participant est considéré comme ayant un usage de pesticides pour d'autres usages que la vigne si aucune utilisation déclarée ne concerne le traitement des vignes.

Les non-utilisateurs professionnels de pesticides sont classés en modalité 1 (pas d'utilisation professionnelle de pesticides).



**Figure 49 : Construction de la variable « Utilisation professionnelle de pesticides pendant les 14 jours de suivi ». PestiRiv, France, 2021-2022**

Ainsi la variable « pest\_pro\_14j\_type » compte 3 modalités :

1. pas d'utilisation professionnelle de pesticides ;
2. utilisation professionnelle de pesticides en vigne ;
3. utilisation professionnelle de pesticides pour d'autres usages (autre culture, médical, etc.).



Compte tenu du faible nombre de participants concernés par l'utilisation professionnelle de pesticides pendant les 14 jours de suivi, ces variables seront essentiellement utilisées pour caractériser les sources d'exposition possibles des participants présentant les niveaux d'imprégnations les plus élevés.

## Exposition potentielle aux pesticides en lien avec les activités professionnelles du participant sur les 3 derniers mois

Les questions exploitées à partir de l'auto-questionnaire concernent les activités réalisées dans différents domaines d'activité **au cours des 3 derniers mois** par le participant adulte ou adolescent. Il pouvait s'agir d'activités rémunérées ou non (aide à un membre de la famille ou à un proche, emploi, stage de formation, etc.), déclarées ou non, dans le cadre de la profession actuelle ou antérieure.

Cette variable est destinée à l'interprétation des concentrations de pesticides mesurées dans les cheveux (mesures réalisées sur une mèche de 3 cm)

Les variables construites ont pour objectifs :

- d'identifier les activités professionnelles potentiellement exposantes aux pesticides réalisées par le participant au cours des 3 derniers mois ;
- de caractériser la fréquence d'utilisation professionnelle de pesticides par le participant au cours des 3 derniers mois ;
- de prendre en compte l'application de mesures de protection par le participant dans le contexte d'une utilisation professionnelle de pesticides au cours des 3 derniers mois.

### 1. Activité professionnelle dans un secteur potentiellement exposant aux pesticides au cours des 3 derniers mois

Les variables « travail\_pro\_vigne\_3m » et « pest\_pro\_3m » sont construites à partir de la question Q10 de l'auto-questionnaire adulte (à savoir à partir de la question 12 dans l'auto-questionnaire adolescent).

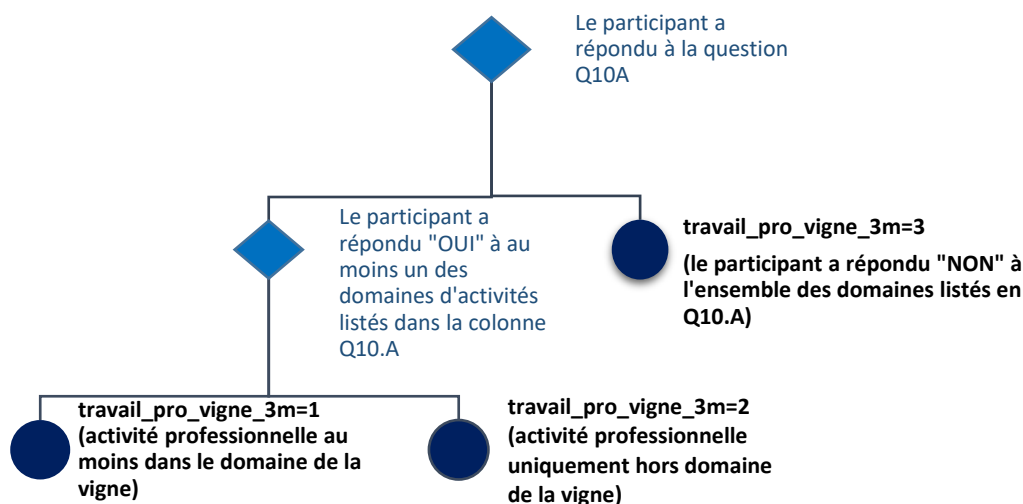
- **1.a Activité professionnelle dans le secteur de la vigne au cours des 3 derniers mois**

La variable « travail\_pro\_vigne\_3m » permet de distinguer les participants ayant une activité professionnelle uniquement dans le domaine viticole quelle que soit la tâche effectuée (Q10.1A=1), de ceux ayant une activité professionnelle dans d'autres domaines potentiellement exposant aux pesticides hors domaine viticole quelles que soient les tâches effectuées.

Les douze domaines d'activité (potentiellement exposante à des pesticides) listés dans la question Q10 étaient les suivantes : Q10.1 Vignes ; Q10.2 Grandes cultures ; Q10.3 Prairies ; Q10.4 Arboricultures ; Q10.5 Maraîchage ; Q10.6 Horticulture / Jardinerie / Pépinière / Fleuriste ; Q10.7 Autres cultures agricoles (à préciser par le participant) ; Q10.8 Travail avec les animaux ; Q10.9 Traitement du bois ; Q10.10 Travail dans le milieu médical ; Q10.11 Travaux d'entretien ; Q10.12 Production de pesticides.

- Les participants ayant répondu « 1. Oui » pour le domaine viticole (Q10.1A=1) sont regroupés dans la catégorie « Activité professionnelle en vigne » qu'ils aient ou non une autre activité dans un autre domaine potentiellement exposant.
- Les deux participants ayant coché « Q10.7A Autres cultures agricoles » et ayant précisé « VIGNE » ou « VIGNES » ont été classés comme ayant une activité professionnelle dans le domaine de la vigne (Q10.1A=1).

- Les participants ayant répondu « 2. NON » à tous les domaines d'activité listés en Q10A sont classés comme n'ayant aucune activité dans un des domaines d'activité potentiellement exposant aux pesticides.
- Les données manquantes correspondent aux participants n'ayant fourni aucune réponse pour l'ensemble des domaines d'activité listés à la question Q10A.



**Figure 50 : Construction de la variable « Activité professionnelle dans le secteur de la vigne au cours des 3 derniers mois ». PestiRiv, France, 2021-2022**

### • 1.b Réalisation de traitement pesticides (tâches) dans le secteur d'activité au cours des 3 derniers mois

Les variables « pest\_pro\_3m » permettent de distinguer les participants ayant effectué un traitement de pesticides quel que soit le domaine d'activité potentiellement exposant aux pesticides (Q10.B = traitement pesticides), de ceux n'ayant pas effectué une tâche de traitement pesticides dans leur domaine d'activité potentiellement exposant aux pesticides.

- Les participants ayant répondu 2. NON dans tous les domaines d'activité listés en Q10A sont classés comme n'ayant aucune activité dans un des domaines potentiellement exposant aux pesticides.
- Les données manquantes totales correspondent aux participants n'ayant fourni aucune réponse pour l'ensemble des domaines d'activité listés (en Q10A) ou sur les tâches réalisées (en Q10B).

## 2. Utilisation professionnelle ciblée de pesticides au cours des 3 derniers mois

Les variables « freq\_pest\_pro\_cible » et « freq\_pest\_pro\_cible2 » sont construites à partir de la question Q11 de l'auto-questionnaire adulte (à savoir à partir de la question 13 dans l'auto-questionnaire adolescent). Elles renseignent sur l'utilisation professionnelle de pesticides suivant les types de nuisibles ciblés et la fréquence de cette utilisation. Dans la variable originelle, huit catégories de cibles de pesticides sont proposées (insectes volants ; insectes rampants ; parasites humains / animaux ; moisissures, champignons ; mauvaises herbes ; rongeurs ; ravageurs du bois ; et autres pesticides à préciser) avec pour chacune six intervalles de fréquences possibles (jamais ; 1-3 fois ; 4-9 fois ; 10-29 fois ; et 30 fois ou plus).

Le très faible nombre de participants concernés par une utilisation professionnelle de pesticides au cours des 3 derniers mois pour chacune des cibles nous a conduits à construire deux types de variables : une fréquentielle et une binaire.

La variable fréquentielle « freq\_pest\_pro\_cible » est construite en additionnant la « fréquence minimale » d'utilisation des pesticides par le participant toute cible confondue. Les bornes inférieures de chacune des intervalles de fréquences initialement proposées à la question Q11 sont prises comme valeurs minimales déclarées, à savoir les valeurs 1, 4, 10 et 30. La valeur 0 est attribuée aux participants déclarant n'avoir jamais utilisé de pesticides pour aucune des huit cibles proposées.

La variable binaire « freq\_pest\_pro\_cible2 » est construite en regroupant dans le groupe « Non » les participants ayant coché « jamais » toutes cibles confondues, et dans « Oui » les participants ayant coché une fréquence d'utilisation pour au moins une des huit cibles proposées à la question Q11.

### 3. Application de mesures de protection lors d'une utilisation professionnelle de pesticides au cours des 3 derniers mois

Les variables portant sur les mesures de protection prises lors d'une utilisation professionnelle de pesticides au cours des 3 derniers mois (cf. question Q11 précédente de l'auto-questionnaire adulte) ont été construites à partir de la question Q12 de l'auto-questionnaire adulte (à savoir à partir de la question Q14 de l'auto-questionnaire adolescent).

- Dans le traitement, les participants ayant déclaré à la question Q11 précédente n'avoir jamais utilisé de pesticides (freq\_pest\_pro\_cible2 = 0. Non) constituent systématiquement le groupe des personnes non concernées par la question Q12.
- Les modalités de réponse « Oui, parfois » et « Oui, toujours » ont été regroupées en une seule modalité de réponse « Oui, parfois ou toujours ».

**Tableau 102 : Liste des précautions renseignées dans les questionnaires, selon le moment d'application (pendant l'utilisation ou après l'utilisation du produit). PestiRiv, France, 2021-2022**

Question Q12 détaillée suivant les précautions appliquées au moment de l'utilisation des pesticides OU après l'utilisation des pesticides	
Précautions prises au moment de l'utilisation des pesticides	Précautions prises après l'utilisation des pesticides
Q12.1 Avez-vous porté les protections individuelles suivantes au moment de l'utilisation de pesticides ? a) Lunettes de sécurité b) Demi-masque ou masque complet anti-poussières et aérosols sans cartouche c) Demi-masque ou masque complet avec cartouche anti-vapeur ou gaz d) Gants en tissu (coton) ou en cuir e) Gants de protection chimique f) Tablier ou combinaison non jetable g) Combinaison jetable type Tyvek® h) Bottes en matière résistante aux produits chimiques	Q12.2 Si vous portiez des gants au moment de l'utilisation de pesticides, les avez-vous remplacés immédiatement après l'application du produit ?
	Q12.3 Avez-vous nettoyé les chaussures portées lors de l'utilisation de pesticides immédiatement après l'application du produit ?
	Q12.4 Êtes-vous rentré dans votre domicile avec les chaussures portées lors de l'utilisation de pesticides ?
	Q12.5 Avez-vous changé vos vêtements portés pendant l'utilisation de pesticides immédiatement après l'application du produit ?
	Q12.6 Êtes-vous rentré dans votre domicile avec vos vêtements portés pendant de l'utilisation de pesticides ?
	Q12.7 Avez-vous lavé vos vêtements portés lors de l'utilisation de pesticides avec votre linge quotidien (le vôtre ou celui des membres de votre foyer) ?
	Q12.8 Avez-vous lavé vos mains immédiatement après l'utilisation de pesticides ?
	Q12.9 Avez-vous pris une douche ou un bain immédiatement après l'utilisation de pesticides ?

- **3.a Application de mesures protection au moment de l'utilisation professionnelle de pesticides**

La variable « protec\_pest\_pro\_durant » décrit les mesures de protection prises au moment de l'utilisation professionnelle des pesticides. Elle est construite uniquement à partir de la question Q12.1 (en regroupant l'ensemble des réponses des sous-questions Q12.1a à Q12.1h).

- **3.b Application de mesures protection pendant ou après l'utilisation professionnelle de pesticides**

La variable « protec\_pest\_pro\_global » décrit les mesures de protection prises à la fois au moment de l'utilisation des pesticides et immédiatement après l'utilisation des pesticides. Elle est construite à partir de toutes les sous-questions de la Q12 (en regroupant l'ensemble des réponses de la Q12.1 à Q12.9).

## **Exposition potentielle aux pesticides en lien avec les activités professionnelles des autres membres du foyer**

Les questions exploitées à partir de l'auto-questionnaire concernent les activités réalisées dans différents domaines d'activité **au cours des 3 derniers mois par les autres membres du foyer du participant adulte ou adolescent**. Il pouvait s'agir d'activités rémunérées ou non (aide à un membre de la famille ou à un proche, emploi, stage de formation, etc.), déclarées ou non, dans le cadre de la profession actuelle ou antérieure.

Les variables construites sont complémentaires à celles relatives à l'activité professionnelle du participant avec pour objectif ici d'identifier des sources potentiellement d'exposition indirecte aux pesticides via les activités professionnelles au sein du foyer.

### **1. Activité professionnelle dans un domaine potentiellement exposant aux pesticides au cours des 3 derniers mois**

Les variables « domaine\_pro\_pest\_fam » et « pest\_pro\_fam » sont construites à partir de la question Q13 de l'auto-questionnaire adulte (à savoir à partir de la question Q15 de l'auto-questionnaire adolescent). Elles sont les équivalentes des variables « travail\_pro\_vigne\_3m » et « pest\_pro\_3m » pour le participant et sont construites suivant les mêmes règles précédemment décrites.

Les participants dont le foyer est constitué d'un seul adulte sont considérés comme « non concernés ».

### **2. Utilisation professionnelle ciblée de pesticides au cours des 3 derniers mois**

Les variables « freq\_pest\_pro\_cible\_fam » et « freq\_pest\_pro\_cible2\_fam » sont construites à partir de la question Q14 de l'auto-questionnaire adulte (à savoir à partir de la question Q16 de l'auto-questionnaire adolescent). Elles sont les équivalentes des variables « freq\_pest\_pro\_cible » et « freq\_pest\_pro\_cible2 » pour le participant et sont construites suivant les mêmes règles précédemment décrites.

### **3. Application de mesures de protection lors d'une utilisation professionnelle de pesticides au cours des 3 derniers mois**

La variable « protec\_pest\_pro\_global\_fam » est construite à partir de la question Q15 de l'auto-questionnaire adulte (à savoir à partir des questions Q17 de l'auto-questionnaire adolescent). Elle est l'équivalente de la variable « protec\_pest\_pro\_global » précédemment

décrite pour le participant (à partir de la question Q12 de l'autoquestionnaire adulte), mais suivant les questions spécifiques ici aux autres membres du foyer du participant (moins de questions que chez le participant portant sur d'éventuelles mesures de protection).

<b>Détail de la question Q15 portant sur les mesures de précaution appliquées par d'autres membres du foyer de retour au domicile après une utilisation professionnelle des pesticides</b>
--

<b>Q15. Lorsqu'un membre de votre foyer a utilisé des pesticides dans votre travail au cours des 3 derniers mois, a-t-il eu les attitudes suivantes :</b>
---

Q15.1 Est-il rentré dans votre domicile avec les chaussures utilisées lors de l'utilisation du produit ?
--

Q15.2. Est-il rentré dans votre domicile avec les vêtements portés lors de l'utilisation du produit ?
---

Q15.3 Les vêtements qu'il portait lors de l'utilisation du produit étaient-ils lavés avec le linge du quotidien (le vôtre ou celui des autres membres du foyer) ?
---

## Exposition potentielle aux pesticides liée aux activités de loisirs

L'exposition potentielle aux pesticides liée aux activités de loisirs considère à la fois les expositions potentielles liées à la présence de vignes et celles non liées à la présence de vignes. En effet, certaines substances mesurées dans PestiRiv peuvent avoir d'autres usages qu'en vignes. Ainsi, les variables construites décrivent :

- la pratique d'activités physiques près de vignes (exposition potentielle liée à la présence de vignes). La pratique d'activité physique en extérieur près de vignes va augmenter le risque d'être exposé aux pesticides mesurés dans PestiRiv ;
- la pratique d'activités de loisirs pouvant être potentiellement exposantes aux pesticides en population générale : pratique du jardinage quand des traitements par des pesticides ont été réalisés, réalisation de compositions florales et manipulation de bois traités ;
- La pratique d'activités physiques près d'autres cultures que la vigne (grandes cultures, maraîchage, etc.).

L'intensité de l'activité (faible, modérée, élevée) basée sur la classification proposée dans le cadre du programme national nutrition santé et reprise par la HAS (cf. Tableau 90) est prise en compte pour décrire la pratique d'activité physique près de vignes. L'intensité de l'activité pratiquée va en effet influencer le rythme cardiaque et le débit respiratoire pendant la pratique. Or ces paramètres physiologiques sont susceptibles d'avoir un impact sur l'exposition aux pesticides (exposition par voie respiratoire plus importante si le débit respiratoire augmente) mais également la métabolisation des substances mesurées dans les urines.

Ainsi, 6 variables sont construites pour décrire les expositions potentielles aux pesticides liées aux activités de loisirs (cf. Tableau 103). Ces variables sont construites à la fois pour la période des 14 jours de suivi, pour l'interprétation des mesures d'imprégnations urinaires, et pour la période des 3 derniers mois pour l'interprétation des mesures dans les cheveux.

La description ci-dessous se focalise sur les variables construites pour décrire les activités de loisirs potentiellement exposantes aux pesticides au cours des 14 jours de suivi des participants.

**Tableau 103 : Liste des variables construites pour décrire les activités de loisirs potentiellement exposantes aux pesticides. PestiRiv, France, 2021-2022**

Nom variable	Libellé	Modalité
loisir_pest_14j	Réalisation d'activités potentiellement exposantes aux pesticides (jardinage si traitement, composition florale, manipulation de bois traités) pendant 14 jours	0. Non 1. Oui
tps_total_act_physiq_vigne	Durée totale des activités réalisées à moins de 50 mètres de vignes sur 14 jours (marche, course à pied, vélo, motocross, etc.)	En minutes
act_physiq_faible_vigne_14j_cl	Durée totale sur 14 jours des activités de faible intensité réalisées à moins de 50 mètres de vignes (marche à faible allure, usinage, manipulation de bois traités, composition florale, autres activités)	1. Aucune pratique 2. 3 heures ou moins 3. Plus de 3 heures
act_physiq_moderate_vigne_14j_cl	Durée totale sur 14 jours des activités d'intensité modérée réalisées à moins de 50 mètres de vignes (marche vive, sport dans le jardin / balcon / terrasse, sport dans les espaces publics, vélo à faible allure, motocross, quad, jardinage)	1. Aucune pratique 2. 4 heures ou moins 3. Plus de 4 heures
act_physiq_intens_vigne_14j_cl	Réalisation d'activités d'intensité élevée à moins de 50 mètres de vignes au cours des 14 jours (course à pied, vélo à vive allure, VTT, autre activité physique intense (aérobic, natation, etc...), travaux de force, soulever/déplacer de lourdes charges)	1. Non 2. Oui
act_physiq_aut_cult_14j	Réalisation d'activités près d'autres cultures pendant 14 jours	0. Non 1. Oui

Les variables sont construites à partir des questions VAD21\_X, VAD22\_X et VAD23\_X du questionnaire de visite 2 (14 derniers jours) et Q4\_X / Q5\_X de l'auto-questionnaire (3 derniers mois). Ces questions permettent de renseigner pour chaque activité [X] (marche, course à pied, vélo, jardinage, etc.), la fréquence de pratique et la localisation de la pratique (à moins de 50 mètres de vignes ou d'autres cultures). Le questionnaire de visite 2 renseigne également le temps total consacré à chaque activité pratiquée au cours des 14 jours de suivi.

Le détail des activités renseignées dans les questionnaires en fonction de leur intensité est décrit dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 104 : Niveau d'intensité des activités renseignées dans les questionnaires. PestiRiv, France, 2021-2022**

Activité Questionnaire V2	Activité auto-questionnaire	Intensité
Composition florale	Composition florale	Faible
Usinage, manipulation de bois traités	Usinage, manipulation de bois traités	Faible
Marche à faible allure	Marche	Faible
Marche d'un pas vif, grimper une côte à vive allure		Modérée
Vélo à faible allure, motocross, quad	Motocross, quad	Modérée



Sport dans votre jardin, balcon, terrasse	Sport dans votre jardin, balcon, terrasse	Modérée
Sport / activités dans des espaces publics en extérieur	Sport / activités dans des espaces publics en extérieur	Modérée
Jardinage	Jardinage	Modérée
Course à pied	Course à pied, vélo, VTT	Élevée
Vélo à vive allure, VTT		
Autre activité physique intense (aérobic, natation, etc.)		Élevée
Travaux de force, soulever/déplacer de lourdes charges		Élevée
Autre activité réalisée en extérieur	Autre activité réalisée en extérieur	En fonction des réponses

### Données manquantes :

Certains participants ont indiqué avoir réalisé une activité physique pendant les 14 jours en précisant le nombre de fois qu'ils l'ont pratiqué mais ont répondu « Ne sait pas » ou « Refus » à la question concernant la durée de la pratique sur les 14 jours. Ces cas représentent environ 1 % des répondants. La durée de la pratique est alors considérée comme une donnée manquante et est remplacée par une valeur d'imputation parmi les pratiquants. Pour cela :

- pour chaque activité, la durée médiane de chaque pratique est calculée =  $\text{Durée de pratique déclarée sur 14 jours} / \text{Nb de pratique déclaré sur 14 jours}$ . La valeur médiane est calculée uniquement chez les personnes pratiquant l'activité ;
- les durées manquantes sont imputées par la durée médiane de pratique calculée \* nb de pratique déclaré par le participant pour lequel la durée sur 14 jours est manquante (cf. Conditions de recueil pouvant influencer les niveaux d'imprégnations).

Après imputation, un temps de pratique de chaque activité est attribué à tous les participants (tps\_act\_X\_14j). Ce temps est égal à 0 pour les participants déclarant ne pas avoir pratiqué l'activité.

### Construction des variables :

La description ci-dessous se focalise sur la construction des variables décrivant les activités de loisirs potentiellement exposantes aux pesticides au cours des 14 jours de suivi des participants : **loisir\_pest\_14j** : Réalisation d'activités potentiellement exposantes aux pesticides.

La variable « loisir\_pest\_14j » est construite en sommant les temps consacrés à la pratique du jardinage, de la composition florale et de la manipulation / usinage de bois traités. La pratique du jardinage est considérée uniquement si le participant a déclaré avoir utilisé des pesticides dans son jardin au cours de la saison (question MEN43 du questionnaire ménage).

Compte tenu du faible nombre de participants concernés par ces activités potentiellement exposantes aux pesticides (5 % des « non-riverains » et 8 % des « riverains » de vignes), la variable « loisir\_pest\_14j » est une variable binaire qui vaut :

- 1. oui = si le temps cumulé sur 14 jours de pratique d'activités potentiellement exposantes aux pesticides est supérieur à 0 ;
- 0. non = si le temps cumulé sur 14 jours de pratique d'activités potentiellement exposantes aux pesticides vaut 0.
- **tps\_total\_act\_physiq\_vigne** et **act\_physiq\_aut\_cult\_14j** : Durée totale des activités réalisées à moins de 50 mètres de vignes ou d'autres cultures respectivement sur 14 jours (marche, course à pied, vélo, motocross, etc.)



Les variables « tps\_total\_act\_physiq\_vigne » et « act\_physiq\_aut\_cult\_14j » sont construites en sommant les temps consacrés aux activités physiques dès lors que le participant a déclaré pratiquer ces activités à moins de 50 mètres de cultures (vignes ou autres cultures respectivement).

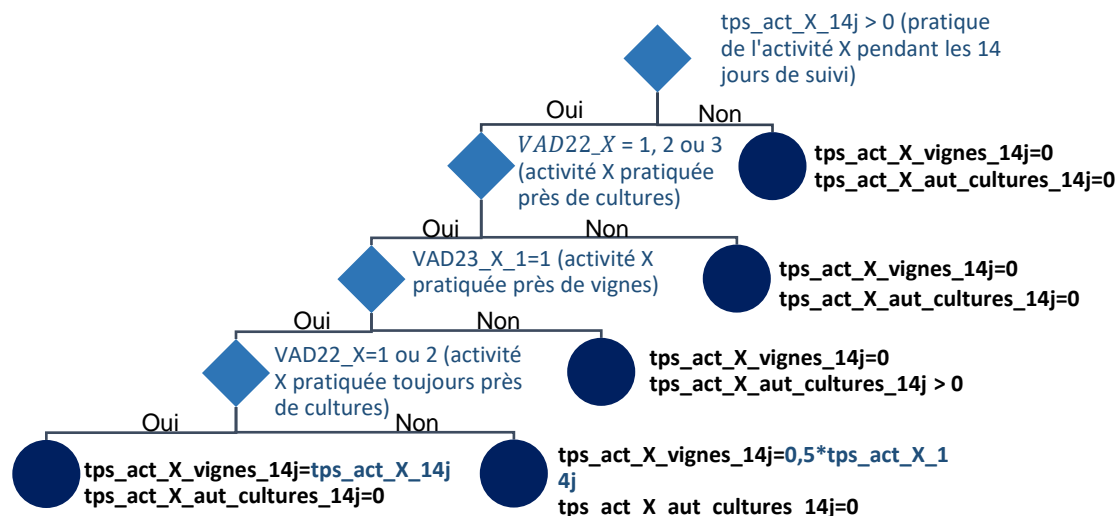
Dans un premier temps, la localisation du participant lors de la pratique de chaque activité est considérée à partir des questions VAD22 et VAD23 du questionnaire de visite 2 (14 jours de suivi). Pour chaque activité pratiquée, le participant peut indiquer s'il se trouvait à moins de 50 mètres de vignes ou d'autres cultures (grandes cultures, arboriculture, maraîchage, etc.) : Jamais / Parfois / Toujours.

Le temps de pratique de chaque activité près de cultures est modulé de la façon suivante :

VAD22_X	Temps de pratique de l'activité X près de cultures pendant les 14 jours de suivi
1. Toujours (nb de pratique =1)	1,0* Temps cumulé sur 14 jours
2. Toujours (nombre de pratiques >1)	
3. Parfois	0,5* Temps cumulé sur 14 jours
4. Activité réalisée en intérieur	0*Temps cumulé sur 14 jours
5. Jamais	0*Temps cumulé sur 14 jours

Ensuite, le participant précise de quel type de cultures il s'agissait : vignes, grandes cultures, arboriculture, maraîchage, bois privé, autres cultures. Pour chaque activité, deux variables intermédiaires de temps cumulé consacré à l'activité pratiquée près de vignes (tps\_act\_X\_vignes\_14j) ou d'autres cultures (tps\_act\_X\_aut\_cultures\_14j) sont construites.

Le schéma ci-dessous décrit la démarche appliquée pour l'activité X.



**Figure 51 : Construction des variables de durée des activités réalisées près de vignes ou d'autres cultures pendant les 14 jours de suivi. PestiRiv, France, 2021-2022**

Compte tenu du faible nombre de participants concernés par la pratique d'activités physiques près d'autres cultures que la vigne (4 % des « riverains » de vignes et 9 % des « non-riverains »), la variable « act\_physiq\_aut\_cult\_14j » est une variable binaire qui vaut :

- 1. oui = si  $\sum_{X=1}^{13} tps\_act\_X\_aut\_cultures > 0$  ;
- 0. non = si  $\sum_{X=1}^{13} tps\_act\_X\_aut\_cultures = 0$ .

Avec [X] l'activité concernée de la marche (1) à la catégorie autre (13).

La variable « tps\_total\_act\_physiq\_vigne » correspond à la somme des durées de chaque activité pratiquée près de vignes  $\sum_{X=1}^{13} tps\_act\_X\_vignes$

Il s'agit d'une variable continue avec un temps donné en minutes.

- **tps\_act\_physiq\_faible\_vigne\_14j\_cl, act\_physiq\_moderate\_vigne\_14j\_cl et act\_physiq\_intens\_vigne\_14j\_cl** : Durée totale sur 14 jours des activités d'intensité faible / moyenne / intense réalisées à moins de 50 mètres de vignes

Dans un premier temps, la même démarche que celle utilisée pour construire la variable « tps\_total\_act\_physiq\_vigne\_14j » est appliquée pour construire les variables continues « tps\_tps\_act\_physiq\_faible\_vigne\_14j », « tps\_act\_physiq\_moderate\_vigne\_14j » et « tps\_act\_physiq\_intens\_vigne\_14j », sauf que la somme des temps de chaque activité [X] pratiquée près de vignes est répartie selon le type d'activité.

Dans PestiRiv l'intensité des activités est répartie de la façon suivante :

- activités de faible intensité : marche à faible allure, usinage, manipulation de bois traités, composition florale, autres activités : l'examen des données en clair montrant qu'il s'agit d'activités faiblement intenses (baignade, bricolage) ;
- activité d'intensité modérée : marche vive, sport dans le jardin / balcon / terrasse, sport dans les espaces publics, vélo à faible allure, motocross, quad, jardinage ;
- activité d'intensité élevée : course à pied, vélo à vive allure, VTT, autre activité physique intense (aérobic, natation, etc.), faire des travaux de force, soulever/déplacer de lourdes charges.

Ainsi :

- $tps\_act\_physiq\_faible\_vigne\_14j = \sum_X tps\_act\_X\_vignes$ , avec X=marche à pied à faible allure (1), composition florale (11), usinage / manipulation de bois traités (10), autres activités (13) ;
- $tps\_act\_physiq\_moderate\_vigne\_14j = \sum_X tps\_act\_X\_vignes$ , avec X=marcher d'un pas vif, grimper une côte à vive allure (2), sport dans le jardin, balcon, terrasse (4), sport / activités dans des espaces publics en extérieur (5), vélo à faible allure, motocross, quad (6), jardinage (9) ;
- $tps\_act\_physiq\_intens\_vigne\_14j = \sum_X tps\_act\_X\_vignes$ , avec X=course à pied (3), vélo à vive allure / VTT (7), autre activité physique intense (8), faire des travaux de force, soulever/déplacer de lourdes charges (12).

Les variables construites à ce stade sont des variables continues dont plus de 50 % des données correspondent à une durée égale à 0. Dans ces cas, il est préférable d'utiliser des variables en classes car plus de 50 % des participants ont la même valeur qui est ici égale à 0.

Compte tenu des distributions observées, les variables « activite\_faible\_vigne\_14j\_cl » et « activite\_moderate\_vigne\_14j\_cl » sont construites en 3 classes avec un découpage à une valeur proche de la valeur médiane du temps d'activité observé parmi les participants ayant pratiqué une activité d'intensité faible ou modéré.

La variable « activite\_intens\_vigne\_14j\_cl » est quant à elle construite en 2 classes compte tenu du faible nombre de participants concernés.

Ainsi, la variable « activite\_faible\_vigne\_14j\_cl » vaut :

1. quand  $Tps\_activite\_faible\_vigne\_14j = 0$  ;
2. quand  $Tps\_activite\_faible\_vigne\_14j$  est  $>0$  et  $\leq 180$  minutes ;
3. quand  $Tps\_activite\_faible\_vigne\_14j$  est  $> 180$  minutes.

La variable « activite\_moder\_vigne\_14j\_cl » vaut :

1. quand Tps\_activite\_moder\_vigne\_14j =0 ;
2. quand Tps\_activite\_moder\_vigne\_14j est >0 et ≤ 240 minutes ;
3. quand Tps\_activite\_moder\_vigne\_14j est > 240 minutes.

La variable « activite\_intens\_vigne\_14j\_cl » vaut :

0. quand Tps\_activite\_intens\_vigne\_14j =0 ;
1. quand Tps\_activite\_intens\_vigne\_14j est >0.

## Budget-espace-temps

Le budget-espace-temps (BET) a pour objectif de décrire les lieux fréquentés par les participants et le temps passé dans chacun de ces lieux pendant les 14 jours de suivi.

Pour le suivi sur 14 jours, un BET<sub>14jours</sub> est construit à partir des réponses à la question Q4 du CJ qui permet de renseigner pour chaque jour de suivi, le temps passé dans des lieux prédéfinis au cours des dernières 24 heures. Jusqu'à 12 lieux peuvent être renseignés :

- 1. chez vous, à l'intérieur du logement ;
- 2. chez vous, à l'extérieur (jardin, terrasse, etc.) ;
- 3. à l'extérieur dans un parc, terrain de jeux en plein air, etc. situé dans votre commune ;
- 4. sur votre lieu de travail, à l'intérieur : dans un bureau, salle de réunion, magasin, entrepôt, etc ;
- 5. sur votre lieu de travail, à l'extérieur : espaces naturels, champs, etc ;
- 6. autres lieux renseignés sous forme de texte libre (jusqu'à 7 lieux possibles).

Les durées de fréquentation des différents lieux sont renseignées en heures et minutes dans deux variables différentes.

## Traitement du carnet journalier

En période de traitement (PE), la base du CJ contient 1 673 individus qui renseignent 14 jours de BET. Au total, la base contient donc 23 422 BET-jour (BETj).

Un BETj est constitué de temps en heures et minutes renseignés pour les lieux fréquentés.

Pour chaque lieu prédéfini :

- lorsqu'un lieu est fréquenté, un temps en heure et/ou minute est renseigné par le participant ;
- lorsqu'un lieu n'est pas fréquenté, certains participants indiquent 0 mais la plupart ne renseignent rien (valeur [T] manquante).

Les minutes sont converties en heures puis agrégées avec les durées initialement renseignées en heures afin de construire la variable « temps-lieu » [T] pour chaque lieu fréquenté au cours des 24 dernières heures. La base contient alors 281 064 lignes [T] = 1 673 individus \* 14 jours \* 12 lieux fréquentés.

Pour chacun des BETj, le cumul de temps par jour (temps\_cum\_jour) qui somme les [T] renseignés pour chaque lieu fréquenté au jour J est calculé.

Exemples de BET<sub>j</sub> du 1<sup>er</sup> jour de suivi (J1) de participants avec la variable « temps-lieu » [T] et le calcul du cumul de temps par jour « temps\_cum\_jour » en heures :

ID_PESTIRIV	Jour	Q4lieux	Temps-lieu [T]	temps_cum_jour	prop
HE-A0109	1	1	11	24	45,8 %
HE-A0109	1	2	4	24	16,7 %
HE-A0109	1	3	.	24	.
HE-A0109	1	4	2	24	8,3 %
HE-A0109	1	5	7	24	29,2 %
HE-A0109	1	6a	.	24	.
HE-A0109	1	6b	.	24	.
HE-A0109	1	6c	.	24	.
HE-A0109	1	6d	.	24	.
HE-A0365	1	1	16.5	24	68,8 %
HE-A0365	1	2	2.5	24	10,4 %
HE-A0365	1	3	0	24	0,0 %
HE-A0365	1	4	0	24	0,0 %
HE-A0365	1	5	0	24	0,0 %
HE-A0365	1	6a	5	24	20,8 %
HE-A0365	1	6b	0	24	0,0 %
HE-A0365	1	6c	.	24	.
HE-A0365	1	6d	.	24	.

La majorité des participants ont compris que le temps cumulé par jour doit être égal à 24 heures. Certains ne l'ont pas compris et ont renseigné des BET-jour avec un temps cumulé <24 heures ou > 24 heures.

### **BET manquants**

La distribution des cumuls de temps par jour (min/max) et des temps [T] manquants sur l'ensemble des 1 673 carnets journaliers (CJ) de la période de traitement est détaillée dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 105 : Distribution des temps cumulés par jour renseignés dans les carnets journaliers. PestiRiv, France, 2021-2022**

Variable d'analyse : temps				
NObs*	N**	Nbre [T] manquant	temps_cum_jour Min	temps_cum_jour Max
281 064	118 778	162 286	0.0	99.0

\*NObs= Nombre d'observations « théorique »= Nb de CJ (1 673)\*Nb de lieux à renseigner (12)\*Nb de jours de suivi (14)

\*\*N=Nombre d'observations « réelles »= $\sum_{1}^{14} CJ (1\ 673) * Lieux\ renseignés (1\ à\ 12)$

On constate par ailleurs que le taux de remplissage du CJ diminue avec le nombre de jours : il est de 47 % en J1 et 39 % en J14. Cela laisse supposer une lassitude de remplissage du carnet au cours de la période de suivi.

**Toutefois, les [T] manquants ne sont pas forcément des valeurs manquantes puisqu'il peut s'agir de lieux non fréquentés avec un temps non renseigné.**

En résumé :

- Le BET sur 14 jours d'un participant est totalement renseigné si l'ensemble des BETj sur les 14 jours de suivi est complètement renseigné (24 heures \* 14 jours = 336 heures) = tous les BETj sont renseignés.

Lieux	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
1	T	T	0	T	T	T	T	0	T	T	T	T	T	T
2	T		T	T	T	T	T	T	T		T	T	0	T
3	T	T	T	T	T	T	T	0	T		T	T	0	T
4	T	T	0	T	T	T	T	T			T	T	0	T
5	T	T	0		T	T	T	0		T	T	T	0	T
6a	T		0		T	T		0		T	T	T	0	T
6b	T		0		T	T		0		T		T	0	T

Dans l'exemple ci-dessus, le BET<sub>14jours</sub> renseigné dans le CJ est complet : le participant a renseigné des temps-lieux [T] en heures et/ou minutes pour les 14 jours de suivi (cellules en jaune). Les cellules vides des jours J2, J4, J7, J9, J10 et J11 sont considérées comme correspondant à des lieux non fréquentés (exemple, lieux 1, 4, 5 et 6 à J3) : le temps-lieux [T] associé à ces lieux vaut donc 0.

- Le BET sur 14 jours d'un participant est partiellement manquant lorsque ce participant ne renseigne aucun temps pour aucuns lieux certains jours du CJ (ni les lieux prédéfinis ni les lieux « autres » du questionnaire) et en renseigne pour d'autres jours.

Lieux	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
1	T1				T1	T1				T1		T1		T1
2	T2		T2		T2	T2		T2				T2	T2	T2
3	T3		T3		T3	T3						T3		T3
4	T4				T4	T4		T4				T4		T4
5	T5				T5	T5				T5		T5		T5

Dans l'exemple ci-dessus, le BET<sub>14jours</sub> renseigné dans le CJ est partiellement manquant : le participant a renseigné des temps-lieux [T] en heures et/ou minutes certains jours et n'a rien rempli d'autres jours. Dans ce cas, les BETj des jours J2, J4, J7, J9 et J11 sont manquants et sont imputés.

- Le BET sur 14 jours d'un participant est totalement manquant lorsque ce participant ne renseigne aucun temps pour aucun lieu sur la totalité des 14 jours du CJ (le BET du CJ est vide).

Lieux	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
1														
2														
3														
4														
5														

Dans l'exemple ci-dessus, la totalité des BETj est manquante. Dans ce cas, les BETj ne seront pas imputés pour la construction de l'indicateur BET<sub>14jours</sub> qui sera donc considéré comme une donnée manquante.

Sur 23 422 BETj (individus-jours) des 1 673 adultes de la période PE, il y a 2 113 BETj (individus-jours) manquants (jours pour lequel aucun temps n'est renseigné pour aucun lieu, 9 %) correspondant à 396 individus (24 %). Cela signifie que 24 % des individus ont au moins 1 jour de BETj manquant (cf. Tableau 106).

**Tableau 106 : Nombre de jours par participant pour lesquels les BET sont manquants et nombre de BETj manquants correspondant. PestiRiv, France, 2021-2022**

Nombre de jours	Participants				BETj			
	N	%	N cumulé	% cumulé	N	%	N cumulé	% cumulé
1	128	32,32	128	32,32	128	6,06	128	6,06
2	17	4,29	145	36,62	34	1,61	162	7,67
3	10	2,53	155	39,14	30	1,42	192	9,09
4	5	1,26	160	40,40	20	0,95	212	10,03
5	10	2,53	170	42,93	50	2,37	262	12,40
6	11	2,78	181	45,71	66	3,12	328	15,52
7	138	34,85	319	80,56	966	45,72	1294	61,24
8	25	6,31	344	86,87	200	9,47	1494	70,71
9	12	3,03	356	89,90	108	5,11	1602	75,82
10	4	1,01	360	90,91	40	1,89	1642	77,71
11	4	1,01	364	91,92	44	2,08	1686	79,79
12	4	1,01	368	92,93	48	2,27	1734	82,06
13	13	3,28	381	96,21	169	8,00	1903	90,06
14	15	3,79	396	100,00	210	9,94	2113	100,00

Par exemple, il y a 128 participants avec 1 seul jour de BETj manquant (BET<sub>14jours</sub> partiellement manquant) et 15 individus avec 14 jours de BETj manquants (BET<sub>14jours</sub> totalement manquant). Au total, il y a en période de traitement :

- 381 participants adultes avec des BET<sub>14jours</sub> partiellement manquants ;
- 15 participants avec des BET<sub>14jours</sub> totalement manquants.

### **BET mal renseignés**

Certains participants ont renseigné des temps sur les lieux fréquentés dont le cumul de temps par jour (temps\_cum\_jour) dépasse 24 heures ou est inférieur à 24 heures.

Le tableau ci-dessous indique que 72 % des BETj sont totalement renseignés (temps cumulé par jour  $\geq$  24h). Environ 18 % des BETj ont un temps cumulé par jour  $>0$  et  $<24$  h. Les BETj dont le cumul de temps par jour est inférieur à 8 heures sont considérés comme mal remplis.

**Tableau 107 : Cumul des temps renseignés par jour dans le carnet journalier. PestiRiv, France, 2021-2022**

Cumul de temps par jour des BETj				
temps_cum_jour	Fréquence	Pourcentage	Fréquence cumulée	Pourcentage cumulé
. (manquant)	2113	9.02	2113	9.02
= 0h	37	0.16	2150	9.18
>0h et < 1h	4	0.02	2154	9.20
>= 1h et < 2h	9	0.04	2163	9.23
>= 2h et < 3h	16	0.07	2179	9.30
>= 3h et < 4h	18	0.08	2197	9.38
>= 4h et < 5h	23	0.10	2220	9.48
>= 5h et < 6h	25	0.11	2245	9.59
>= 6h et < 7h	26	0.11	2271	9.70
>= 7h et < 8h	36	0.15	2307	9.85
>= 8h et < 9h	84	0.36	2391	10.21
>= 9h et < 10h	73	0.31	2464	10.52
>= 10h et < 11h	140	0.60	2604	11.12
>= 11h et < 12h	92	0.39	2696	11.51
>= 12h et < 13h	177	0.76	2873	12.27
>= 13h et < 14h	151	0.64	3024	12.91
>= 14h et < 15h	158	0.67	3182	13.59
>= 15h et < 16h	152	0.65	3334	14.23
>= 16h et < 17h	180	0.77	3514	15.00
>= 17h et < 18h	122	0.52	3636	15.52
>= 18h et < 19h	168	0.72	3804	16.24
>= 19h et < 20h	215	0.92	4019	17.16
>= 20h et < 21h	307	1.31	4326	18.47
>= 21h et < 22h	387	1.65	4713	20.12
>= 22h et < 23h	758	3.24	5471	23.36
>= 23h et < 24h	976	4.17	6447	27.53
>= 24h	16975	72.47	23422	100.00

Il y a 194 BETj (individus-jours) dont le cumul de temps sur les lieux fréquentés est compris entre 0 et 8 heures (0,8 %) correspondant à 113 participants (6,8 %). Cela signifie que 6,8 % des participants ont des BETj avec un cumul de temps journalier sur les lieux fréquentés < 8 heures (cf.

Tableau 108).

**Tableau 108 : Nombre de jours par participant pour lesquels la durée renseignée est inférieure à 8 heures et nombre de BETj partiel correspondant. PestiRiv, France, 2021-2022**

Nombre de jours	Participants				BETj			
	N	%	N cumulé	% cumulé	N	%	N cumulé	% cumulé
1	79	69,91	79	69,91	79	40,72	79	40,72
2	19	16,81	98	86,73	38	19,59	117	60,31
3	4	3,54	102	90,27	12	6,19	129	66,49
4	4	3,54	106	93,81	16	8,25	145	74,74
5	3	2,65	109	96,46	15	7,73	160	82,47
6	1	0,88	110	97,35	6	3,09	166	85,57
7	2	1,77	112	99,12	14	7,22	180	92,78
14	1	0,88	113	100,00	14	7,22	194	100,00



Par exemple, il y a 79 participants avec 1 seul jour de BET < 8 heures et 1 individu avec 14 jours de BET < 8 heures.

Par ailleurs, il y a 35 [T] temps-lieu sur 281 064 (1 673 individus X 12 lieux X 14 jours) supérieurs à 24h. Ces temps-lieux [T] mal renseignés sont remplacés par une valeur manquante (pour éviter des valeurs extrêmes qui n'ont pas lieu d'être). Cela concerne en fait certains lieux sur certains jours de 21 individus sur 1 673.

## Imputation des temps-lieux [T] et des BET-jour (BETj)

L'imputation des BETj concerne :

- les temps-lieux [T] manquants des BETj complets ;
- les BETj manquants des BET<sub>14jours</sub> partiellement manquants ;
- les BETj mal renseignés dont le cumul de temps par jour est < 8 heures.

### Imputation des temps-lieux [T]

Si un participant renseigne correctement un BETj (temps cumulé sur la journée ≥ 8 heures) et que certains temps-lieux [T] ne sont pas renseignés, ceux-ci sont remplacés par zéro.

Lieux	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
1	T	T		T	T	T	T		T	T	T	T		T
2	T		T	T	T	T	T	T	T		T	T		T
3	T	T	T	T	T	T	T		T		T	T		T
4	T	T		T	T	T	T	T			T	T		T
5	T	T			T	T	T			T	T	T		T
6a	T				T	T				T	T	T		T
6b	T				T	T				T		T		T

Dans l'exemple ci-dessus les temps-lieux [T2], [T6a] et [T6b] du BETj du 2<sup>e</sup> jour (J2) sont remplacés par des 0.

### Imputation des BETj

**En période de traitement, l'imputation des BETj concerne 2 097 BETj (1 903 BETj manquants +194 BETj mal renseignés), soit environ 9,0 % des BETj de la base adultes.**

L'imputation se fait en intra-individu : pour un individu donné, un BETj manquant ou mal renseigné le jour J sera remplacé par le BETj du jour J+7 si J est ≤7, il est imputé par le BETj du jour J-7 si J>7. Les BETj de remplacement doivent avoir un cumul de temps par jour > 8 heures.

Par exemple, si le BETj à J7 est manquant, il est remplacé par le BETj du jour J14 à condition que le cumul de temps déclaré à J14 soit ≥ 8 heures. Si le cumul de temps est inférieur à 8 heures alors le BET à J7 restera manquant. À noter que ce sont les BETj manquants ou avec un temps < 8 heures qui sont imputés et non les temps [T] individuellement.

Après imputation des BETj, le nombre de participants ayant renseigné la totalité de leur BET<sub>14jours</sub> (cumul de temps sur 14 jours ≥ 336 heures) passe de 662 (~40 %) à 816 (~49 %).

**Tableau 109 : Nombre de BET<sub>14jours</sub> renseignés partiels (<336 heures) ou complets (≥ 336 heures) avant et après imputation. PestiRiv, France, 2021-2022**

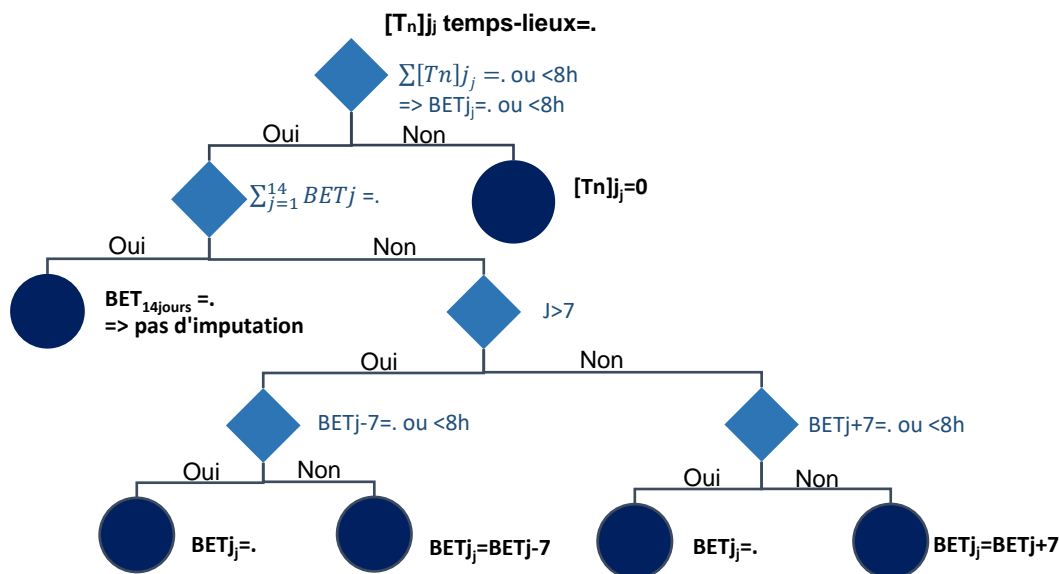
Cumul de temps sur 14 jours	BET <sub>14jours</sub> avant imputation				BET <sub>14jours</sub> après imputation			
	N	%	N cumulé	% cumulé	N	%	N cumulé	% cumulé
. (manquant)	15	0,9	15	0,9	18	1,1	18	1,1
<336 h	996	59,5	1011	60,4	839	50,1	857	51,2

<b>=336 h</b>	442	26,4	1453	86,9	540	32,3	1397	83,5
<b>&gt; 336 h</b>	220	13,2	1673	100	276	16,5	1673	100

La description des temps cumulés par jour de chaque BETj après imputation montre qu'il reste 778 BETj manquants. Ces BETj manquants concernent 126 individus dont 18 ont des BET<sub>14jours</sub> entièrement manquants (parmi eux 15 avaient des BET<sub>14jours</sub> entièrement manquants avant imputation et n'ont pas été imputés).

**Tableau 110 : Nombre de jours par participant pour lesquels les BET sont manquants après imputation et nombre de BETj correspondant. PestiRiv, France, 2021-2022**

Nombre de jours	Participants				BETj			
	N	%	N cumulé	% cumulé	N	%	N cumulé	% cumulé
1	5	3,97	5	3,97	5	0,64	5	0,64
2	40	31,75	45	35,71	80	10,28	85	10,93
4	25	19,84	70	55,56	100	12,85	185	23,78
5	3	2,38	73	57,94	15	1,93	200	25,71
6	12	9,52	85	67,46	72	9,25	272	34,96
7	1	0,79	86	68,25	7	0,90	279	35,86
8	2	1,59	88	69,84	16	2,06	295	37,92
10	4	3,17	92	73,02	40	5,14	335	43,06
11	1	0,79	93	73,81	11	1,41	346	44,47
12	15	11,90	108	85,71	180	23,14	526	67,61
14	18	14,29	126	100,00	252	32,39	778	100,00



Avec **n=numéro de lieu** (1 à 12) et **j=le jour de suivi** (1 à 14)

**Figure 52 : Résumé de la méthode d'imputation des temps-lieux mal renseignés. PestiRiv, France, 2021-2022**

## Calcul de l'indicateur du BET<sub>14jours</sub>

Les BET<sub>14jours</sub> construits sont déclinés en 4 variables décrites dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 111 : Correspondance entre le questionnaire et la variable BET<sub>14jours</sub> construite. PestiRiv, France, 2021-2022**

Q4_Lieux	BET <sub>14jours</sub>	Libellé
1. Chez vous, à l'intérieur du logement	BET14j_Chez_vous_int	Temps passé chez soi à l'intérieur
2. Chez vous, à l'extérieur (jardin, terrasse...)	BET14j_Chez_vous_ou_com_ext	Temps passé dans la commune à l'extérieur
3. À l'extérieur dans votre commune (parc, terrain de jeux en plein air, ...)		
4. Sur votre lieu de travail, à l'intérieur : bureau, magasin, entrepôt...	BET14j_Lieu_travail	Temps passé sur le lieu de travail
5. Sur votre lieu de travail, à l'extérieur : espaces naturels, champs...		
6. Autres lieux	BET14j_Autres_lieux	Temps passé dans un autre lieu

La méthode d'imputation appliquée ne permet pas de corriger tous les BET<sub>j</sub> manquants ou dont le temps cumulé par jour est inférieur à 8 heures. Ainsi, le temps cumulé sur 14 jours des BET<sub>14jours</sub> ne vaut pas systématiquement 336 heures (temps cumulé d'un BET<sub>14jours</sub> entièrement complet).

Afin de limiter le risque de biais dans l'estimation des BET, les variables BET<sub>14jours</sub> des 4 lieux agrégés sont calculées uniquement lorsque le cumul du temps sur les 14 jours et tous les lieux fréquentés est supérieur ou égal à 252 heures :  $\sum_{j=1}^{14} (BET_j) \geq 252 \text{ heures}$ . Cela signifie, qu'en moyenne, les BET<sub>14jours</sub> construits ont un cumul de temps renseigné par jour de 18 heures par jour.

Ce seuil de 252 heures correspond environ au percentiles 90 % de la distribution des temps cumulés renseignés sur les 14 jours après imputation (cf. Tableau 112). Cela signifie qu'environ 10 % des participants ont un indicateur BET<sub>14jours</sub> manquant.

**Tableau 112 : Distribution des BET<sub>14jours</sub> après imputation (en heures). PestiRiv, France, 2021-2022**

Percentiles	Temps cumulé sur 14 jours des BET <sub>14jours</sub> après imputation (heures)
100 (Max)	541
95	339
90	337
75	336
50	335,75
25	324
10	258
5	194
0 (Min)	26

# Caractéristiques du logement pouvant influencer l'imprégnation ou la contamination du logement en lien avec la présence de vignes

Les objectifs des indicateurs liés aux caractéristiques du logement sont :

- 1/ caractériser l'environnement du logement afin d'identifier d'autres sources potentielles d'exposition aux pesticides : autres cultures ou aménagements potentiellement exposants aux pesticides ;
- 2/ décrire les caractéristiques du logement pouvant influencer la contamination du logement par les pesticides utilisés sur les vignes : type de logement, étage, type de revêtement du sol, isolation, dispositif de ventilation, présence d'une clôture, présence de tapis ou moquette ;
- 3/ décrire les caractéristiques du logement pouvant conduire à une exposition aux pesticides non liée à la présence de vignes : présence de bois dans le logement.

Les variables liées aux caractéristiques du logement sont issues du questionnaire ménage adressé en face-à-face à l'adulte tiré au sort lors de la visite 1 et de la base Fidéli (année de construction du logement).

**Toutes les variables sont construites pour le ménage, elles sont donc utilisées à la fois pour l'adulte et l'enfant vivant sous le même toit.**

## Données manquantes :

Ces questions étant posées en face-à-face il y a très peu de données manquantes sur les questions relatives au ménage : elles concernent en général moins de 0,5 % des répondants. Toutefois, certains participants ont pu répondre « Ne sais pas » ou « Refus » à certaines questions. Ces cas représentent environ 1 % des répondants. Ces absences de réponses sont alors considérées comme des données manquantes qui seront imputées lors des analyses statistiques.

## **1/ Environnement du logement**

La variable « **logement\_proxi\_pest** » renseigne la présence de cultures autres que la vigne et d'aménagements pouvant être sources d'exposition ou de contamination aux pesticides à proximité du logement. Ces informations sont issues de la question MEN3 du questionnaire ménage. Cette question permet au participant d'indiquer si son logement est situé à moins de 500 mètres de :

- 1\_de vignes ;
- 2\_une zone de culture autre que vignes (champs, vergers, serres) ;
- 3\_une ferme ou un élevage ;
- 4\_un jardin public ou square (y compris dans votre résidence) ;
- 5\_un cimetière ;
- 6\_un golf ;
- 7\_un stade ou autre terrain de sport avec de l'herbe ;
- 8\_une voie ferrée ;
- 9\_une usine de production de pesticides ;
- 10\_aucun de ces aménagements.

La variable « logement\_proxi\_pest » s'intéressant aux expositions potentielles non liées à la présence de vignes, la 1<sup>re</sup> modalité n'est pas considérée pour la construction de la variable.

Les indicateurs permettent de caractériser la présence de vignes sont décrits à l'Annexe 16 : Construction des indicateurs de contexte agricole.

Parmi les riverains de zones viticoles, 54 % des participants déclarent avoir au moins un type de ces aménagements dans un périmètre de 500 mètres autour du logement. Cela concerne 57 % des ménages situés en zone non viticoles. Toutefois, ces différents aménagements ne sont pas comparables en termes d'exposition ou de contamination potentielle aux pesticides pour les participants (interdiction d'utiliser des pesticides dans les jardins publics par exemple).

Ces différents aménagements sont donc regroupés selon l'intensité potentielle d'exposition ou de contamination qu'ils représentent. Ainsi :

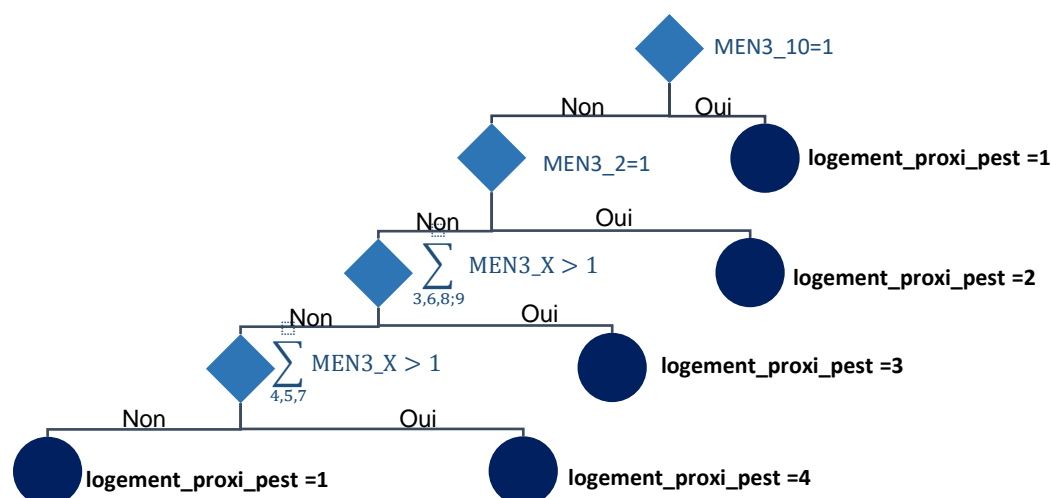
- la présence de cultures autre que vignes est considérée comme seule, compte tenu du fait qu'elle est susceptible de conduire à une exposition du même ordre que la présence de vignes ;
- les présences d'élevage, de golf, de voie ferrée et d'usine de production de pesticides sont regroupées compte tenu du fait que ces aménagements sont susceptibles de conduire à une exposition aux pesticides d'origine non agricole ;
- les présences de jardin public, square, cimetière, stade ou autre terrain de sport enherbé sont regroupées, compte tenu du fait qu'il s'agit de zones publiques théoriquement non traitées par des pesticides.

Le tableau ci-dessous résume les regroupements effectués pour la construction de la variable « logement\_proxi\_pest ».

**Tableau 113 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite « présence de cultures autres que la vigne et d'aménagements pouvant être sources d'exposition ou de contamination aux pesticides à proximité du logement ». PestiRiv, France, 2021-2022**

Variable initiale		Modalités	Variable construite	Modalités
MEN3_1	Vignes	1. Oui 0. Non	logement_proxi_pest	1. Aucun aménagement (hors vignes)
MEN3_2	Autres cultures	1. Oui 0. Non		2. Cultures (hors vignes)
MEN3_3	Ferme / élevage	1. Oui 0. Non		3. Autres aménagements potentiellement exposants aux pesticides
MEN3_4	Jardin public, square	1. Oui 0. Non		4. Espaces publics
MEN3_5	Cimetière	1. Oui 0. Non		4. Espaces publics
MEN3_6	Golf	1. Oui 0. Non		3. Autres aménagements potentiellement exposants aux pesticides
MEN3_7	Stade, autre terrain de sport enherbé	1. Oui 0. Non		4. Espaces publics
MEN3_8	Voie ferrée	1. Oui 0. Non		3. Autres aménagements potentiellement exposants aux pesticides
MEN3_9	Usine de pesticides	1. Oui 0. Non		3. Autres aménagements potentiellement exposants aux pesticides
MEN3_10	Aucun de ces aménagements	1. Oui 0. Non		1. Aucun aménagement (hors vignes)

Certains participants déclarent résider à proximité de plusieurs de ces aménagements. Dans ces cas, le participant est classé dans la catégorie qui est susceptible de représenter la plus grande exposition : cultures (hors vigne) > autres aménagements potentiellement exposants aux pesticides > espaces publics.



**Figure 53 : Construction de la variable « logement\_proxi\_pest » . PestiRiv, France, 2021-2022**

Cette question est posée à tous les participants. Pour les participants ayant suivi les deux périodes d'enquête, les réponses déclarées lors de l'inclusion en période hors traitement sont récupérées en période de traitement pour avoir une réponse associée à chaque participant.

## 2/ Caractéristiques du logement pouvant influencer la contamination du logement par les pesticides utilisés sur les vignes

### ➤ Année de construction du logement

L'indicateur « **annee\_const\_cl** » est créé à partir de la variable « **annee\_const** » issue de la base Fidéli 2018 pour refléter la période de construction du logement. Cet indicateur a été créé en respectant certaines dates importantes concernant la réglementation sur la ventilation. Les six modalités de cet indicateur sont données ci-dessous :

- 1= Avant 1949
- 2= 1949-1969
- 3= 1970-1982
- 4= 1983-2000
- 5= 2001-2012
- 6= 2013 ou plus

### ➤ Type de logement

La variable « **type\_logement** » est construite à partir de la question MEN1 du questionnaire ménage et comprend deux catégories : les logements individuels (maison individuelle, ferme) et les logements collectifs (appartement dans un immeuble, foyer collectif, hôtel, etc.).

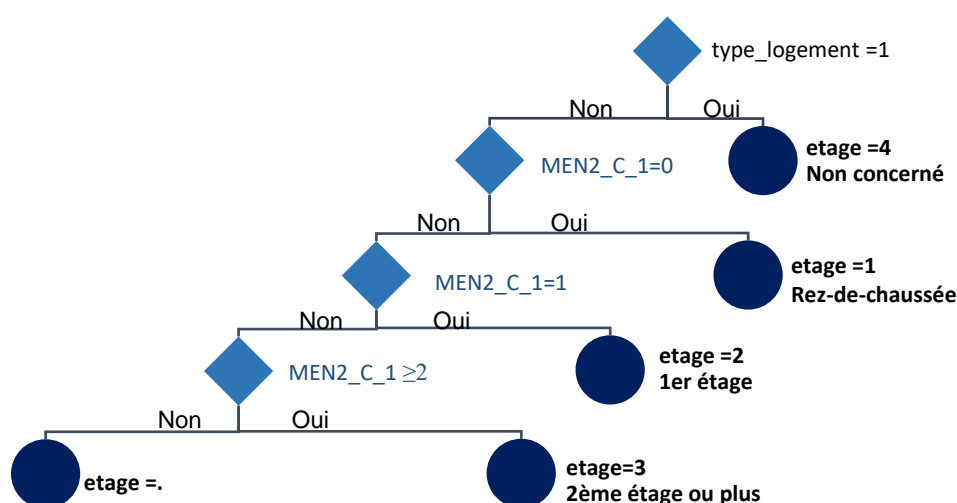
Le tableau ci-dessous détaille la correspondance entre la variable initiale et la variable construite.

**Tableau 114 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite (type de logement). PestiRiv, France, 2021-2022**

Variable initiale		Variable construite	
MEN1	Une ferme	type_logement	1. Logement individuel (maison, ferme)
	Une maison individuelle		
	Un appartement dans un immeuble		2. Logement collectif (appartement ou autre logement collectif)
	Un foyer collectif (d'étudiants, ...)		
	Autre (hôtel, caravane, mobile home, ...)		

#### ➤ Étage

La variable « **etage** » regroupe la variable [MEN2\_C\_1] en 3 modalités : Rez-de-chaussée, premier étage et deuxième étage ou plus. Cette question étant posée uniquement aux participants vivant dans des logements collectifs, une 4<sup>e</sup> modalité « non concerné » est créée pour les logements individuels.



**Figure 54 : Construction de la variable « étage ». PestiRiv, France, 2021-2022**

#### ➤ Isolation

Une isolation dite « récente » correspond à une date de construction strictement supérieure à 1974 ou des travaux d'isolation de moins de 5 ans (variable [MEN15]). Elle est considérée comme « ancienne » sinon.

Ainsi, la variable « **isol\_logement** » comprend 2 modalités :

- 1. récente, si annee\_const > 1974 ou si MEN15=1, 2 ou 3 ;
- 2. ancienne, si annee\_const ≤ 1974 ou si MEN15=4.

Le tableau ci-dessous détaille la correspondance entre les variables initiales MEN15 et annee\_const et la variable construite « isol\_logement ».



**Tableau 115 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite (isolation du logement). PestiRiv, France, 2021-2022**

Variables initiales				Variable construite	
MEN15	1. Oui, au cours des 12 derniers mois			isol_ logement	1. Récente
	2. Oui, au cours des 3 dernières années				
	3. Oui, au cours des 5 dernières années				
	4. Non, aucuns travaux d'isolation réalisés au cours des 5 dernières années	annee_ const	> 1974	2. Ancienne	
			≤ 1974		
	98. Refus (ne pas citer)		. (donnée manquante)		
	99. NSP (ne pas citer)				

➤ Type de ventilation

La variable « **ventil\_logement** » est construite à partir de la question MEN11 du questionnaire ménage. Les “autres dispositifs d’aération” (variable [MEN11\_3]) sont regroupés avec ceux ayant une « ventilation mécanique » (variable [MEN11\_1]) car il s’agit de la catégorie ayant le plus grand effectif.

Le tableau ci-dessous détaille la correspondance entre la variable initiale et la variable construite.

**Tableau 116 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite (système de ventilation dans le logement). PestiRiv, France, 2021-2022**

Variable initiale		Modalités	Variable construite	Modalités
MEN11_1	Ventilation mécanique (extraction, insufflation, double flux)	1. Oui 0. Non	type_ventilation	1. Ventilation mécanique
MEN11_2	Ventilation naturelle par grilles hautes et basses ou par conduit	1. Oui 0. Non		2. Ventilation naturelle
MEN11_3	Autre dispositif d’aération	1. Oui 0. Non		1. Ventilation mécanique
MEN11_4	Absence de système de ventilation	1. Oui 0. Non		3. Absence de système de ventilation
MEN11_98	Refus	1. Oui 0. Non		. (donnée manquante)
MEN11_99	Ne sait pas	1. Oui 0. Non		. (donnée manquante)

➤ Climatiseur

La variable « **clim\_logement** » est issue des questions [MEN13\_X] du questionnaire ménage. La présence de climatiseur correspond au climatiseur ou au climatiseur réversible (variables [MEN13\_1] et [MEN13\_2]).

Le tableau ci-dessous détaille la correspondance entre la variable initiale et la variable construite.

**Tableau 117 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite (présence de climatiseur dans le logement). PestiRiv, France, 2021-2022**

Variable initiale		Modalités	Variable construite	Modalités
MEN13_1	Climatiseur (produit du froid)	1. Oui 0. Non	clim_logement	1. Oui
MEN13_2	Climatiseur réversible (produit du froid et de la chaleur)	1. Oui 0. Non		1. Oui
MEN13_3	Pompe à chaleur à air (échange d'air avec l'extérieur)	1. Oui 0. Non		
MEN13_4	Aucun de ces équipements	1. Oui 0. Non		0. Non
MEN13_98	Refus	1. Oui 0. Non		. (donnée manquante)
MEN13_99	Ne sait pas	1. Oui 0. Non		. (donnée manquante)

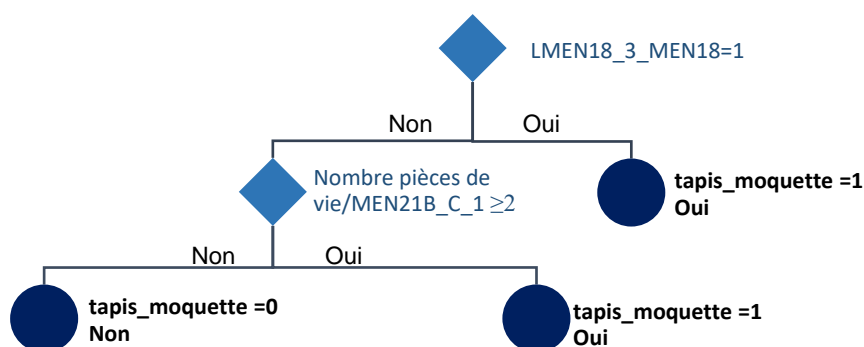
➤ Indicateur tapis/moquette

La variable « **tapis\_moquette** » renseigne la présence de moquette ou de tapis dans le logement.

La variable est construite à partir des variables [LMEN18\_3\_MEN18] (Revêtement de type moquette), [MEN21B\_C\_1] (Nombre de tapis dans le logement) et [MEN5\_LIST2\_Y] (liste des pièces de vie dans le logement). À partir de cette liste, le nombre de pièces de vie dans le logement (i.e. cuisine, salle à manger, salon, bureau et les chambres) est déterminé. Puis le ratio du nombre de pièces à vivre rapporté au nombre de tapis dans le logement est calculé.

La variable « tapis\_moquette » a deux modalités :

- 1. oui : s'il y a une présence de moquette dans au moins une des pièces du logement (Revêtement de type moquette (moquette, jonc de mer, sisal, liège) (LMEN18\_3\_MEN18=1) ou s'il y a au moins un tapis pour 2 pièces de vie (soit un ratio du nombre de pièces à vivre sur le nombre de tapis dans le logement  $\geq 2$ ) ;
- 0. non : absence de moquette dans le logement ou moins d'un tapis pour 2 pièces de vie.



**Figure 55 : Construction de la variable « présence de tapis ou de moquette dans le logement ». PestiRiv, France, 2021-2022**

Le tableau ci-dessous détaille la correspondance entre les variables initiales et la variable construite « tapis\_moquette ».

**Tableau 118 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite (présence de tapis ou moquette dans le logement). PestiRiv, France, 2021-2022**

Variables initiales				Variable construite	
LMEN18_3_MEN18	1. Oui, revêtement de type moquette (moquette, jonc de mer, sisal, liège)	Ratio du nombre de pièces de vie/ MEN21B_C_1	≥2	tapis_ moquette	1. Oui
	2. Non, pas de revêtement de type moquette (moquette, jonc de mer, sisal, liège)		<2		2. Non
	98. Refus (ne pas citer)		. (donnée manquante)		. (donnée manquante)
	99. NSP (ne pas citer)				

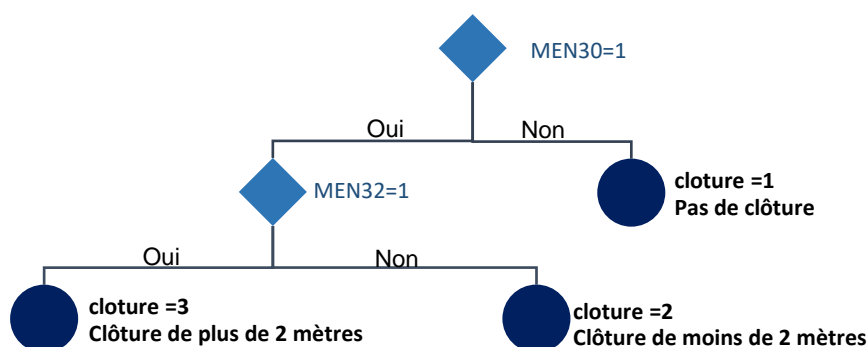
### ➤ Clôture

La présence d'une clôture et sa hauteur sont renseignées dans deux questions distinctes :

- [MEN30] qui renseigne la présence d'une clôture occultante :
  - 1.oui ;
  - 2. Non.
- [MEN32] qui renseigne la hauteur de cette clôture :
  - 1. plus de 2 mètres ;
  - 2. entre 1 et 2 mètres ;
  - 3. moins de 1 mètre.

Ces deux réponses sont regroupées dans la variable « **clôture** » qui comprend 3 modalités :

- 1. pas de clôture autour du logement ;
- 2. clôture de moins de 2 mètres de hauteur ;
- 3. clôture de plus de 2 mètres de hauteur.



**Figure 56 : Construction de la variable « présence d'une clôture autour du logement ». PestiRiv, France, 2021-2022**

### 3/ Présence de bois à l'intérieur du logement

La variable « **bois\_logement** » est construite à partir des variables [LMEN16\_2\_MEN16], [LMEN16\_3\_MEN16] et [LMEN18\_1\_MEN18] du questionnaire ménage pour définir la présence de bois à l'intérieur du logement.

Elle comprend 2 modalités :

- 1.oui : Poutres intérieures en bois [LMEN16\_2\_MEN16] = « OUI » ou Lambris ou lambris ou panneau en bois sur les murs [LMEN16\_3\_MEN16] = « OUI » ou Revêtement en bois (parquet massif, stratifié, laminé ou contrecollé) [LMEN18\_1\_MEN18] = « OUI » ;
- 2. non sinon.

# Comportements et habitudes au sein du ménage pouvant influencer la contamination du logement par les pesticides utilisés sur les vignes et l'imprégnation des occupants

Les objectifs des indicateurs liés aux comportements et aux habitudes au sein du ménage sont de décrire les attitudes pouvant influencer la contamination du logement par les pesticides utilisés sur les vignes et l'imprégnation des occupants :

- habitude de se déchausser en entrant dans le logement et séchage du linge en extérieur ;
- risques d'exposition via l'eau (utilisation d'eau de pluie, d'eau de puits, présence d'une piscine) ;
- présence d'animaux domestiques allant à l'extérieur du logement ;
- fréquence et type de nettoyage du logement ;
- fréquence d'aération du logement.

Hormis pour la fréquence d'aération, ces variables sont construites à partir du questionnaire ménage adressé en face-à-face à l'adulte tiré au sort lors de la visite 1.

**Toutes les variables sont construites pour le ménage, elles sont donc utilisées à la fois pour l'adulte et l'enfant vivant sous le même toit.**

## Données manquantes :

Ces questions étant posées en face-à-face il y a très peu de données manquantes sur les questions relatives au ménage : elles concernent en général moins de 0,5 % des répondants. Toutefois, certains participants ont pu répondre « Ne sais pas » ou « Refus » à certaines questions. Ces cas représentent environ 1 % des répondants. Ces absences de réponses sont alors considérées comme des données manquantes qui seront imputées lors des analyses statistiques.

## **1/ Habitudes**

### ➤ Habitude des membres du ménage de se déchausser en rentrant dans le logement au cours des 3 derniers mois

La variable « **dechaus** » est construite à partir de la question [MEN29] et permet de renseigner si, au cours des 3 derniers mois, les membres du foyer ont eu pour habitude de se déchausser en entrant dans le logement. Cette variable est utilisée telle quelle en 3 modalités :

- 1. oui, pour tous les membres du foyer et systématiquement ;
- 2. oui, mais pas systématiquement ou pas tous les membres du foyer ;
- 3. Non.

Les réponses « Refus » et « Ne sait pas » sont considérées comme des données manquantes.

### ➤ Habitude de faire sécher le linge à l'extérieur au cours des 3 derniers mois

La variable « **linge** » est construite à partir de la question [MEN33] et permet de renseigner l'habitude de faire sécher du linge à l'extérieur. Cette variable est utilisée telle quelle en 3 modalités :

- 1. oui, pour la totalité du linge lavé ;
- 2. oui, mais pas pour la totalité du linge lavé ;
- 3. non, jamais.

Les réponses « Refus » et « Ne sait pas » sont considérées comme des données manquantes.

## 2/ Risques d'exposition via l'eau

### ➤ Utilisation d'eau de pluie

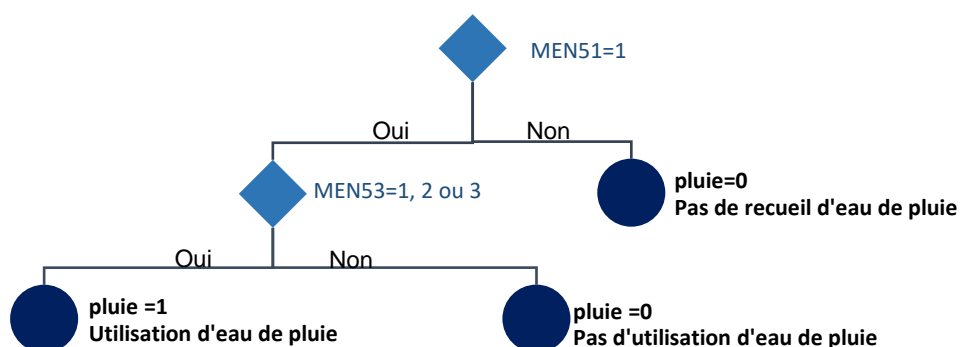
La variable « **pluie** » est construite à partir des deux variables :

- [MEN51] qui indique si le ménage récupère l'eau de pluie :
  - 1. oui ;
  - 2. non.
- [MEN53] qui renseigne l'utilisation qui en est faite :
  - 1. Boire ;
  - 2. laver les fruits et légumes ;
  - 3. arroser le potager ;
  - 4. autre.

Les participants déclarant recueillir l'eau de pluie et l'utiliser pour un de ces types d'usages, sont considérés comme des utilisateurs d'eau de pluie. Certains participants recueillent l'eau de pluie mais ne l'utilisent pas pour les usages cités ci-dessus, ils sont alors considérés comme des non-utilisateurs d'eau de pluie.

Ainsi, la variable « pluie » est une variable à deux modalités qui vaut :

- 1. oui, si le ménage utilise l'eau de pluie ;
- 0. non, si le ménage ne recueille pas ou n'utilise pas l'eau de pluie.



**Figure 57 : Construction de la variable « utilisation d'eau de pluie ». PestiRiv, France, 2021-2022**

### ➤ Utilisation d'eau de puits

La variable « **puits** » est construite à partir des deux variables :

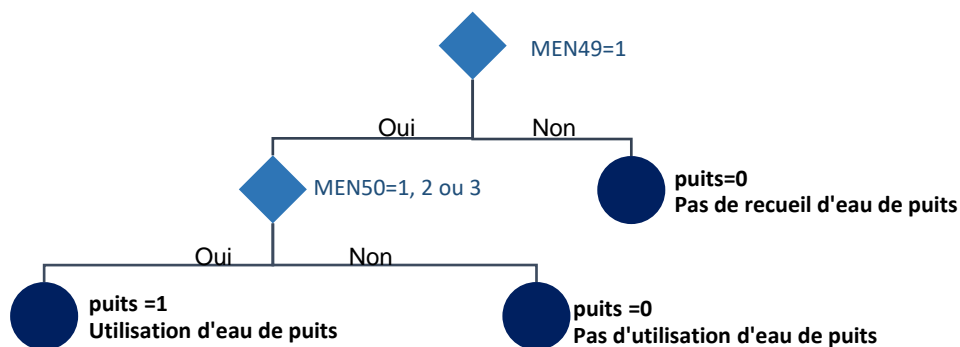
- [MEN49] qui indique si le ménage dispose d'un puits :
  - 1. oui ;
  - 2. Non.
- [MEN50] qui renseigne l'utilisation qui en est faite :
  - 1. boire ;
  - 2. laver les fruits et légumes ;
  - 3. arroser le potager ;
  - 4. autre.

Les participants déclarant avoir un puits et utiliser l'eau du puits pour un de ces types d'usages sont considérés comme des utilisateurs d'eau de puits. Les participants qui disposent d'un

puits mais n'utilisent pas l'eau du puits pour les usages cités ci-dessus sont considérés comme des non-utilisateurs d'eau de puits.

Ainsi, la variable « puits » est une variable à deux modalités qui vaut :

- 1. oui, si le ménage utilise l'eau de puits ;
- 0. non, si le ménage ne recueille pas ou n'utilise pas l'eau de puits.



**Figure 58 : Construction de la variable « utilisation d'eau de puits ». PestiRiv, France, 2021-2022**

#### ➤ Présence d'une piscine

La variable « piscine » est construite à partir de deux variables :

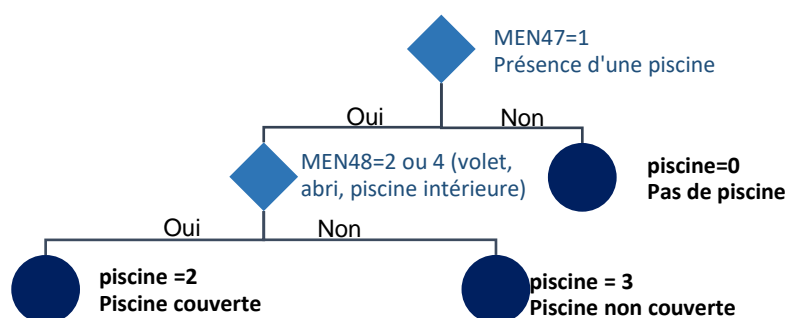
- [MEN47] qui renseigne la présence de piscine dans le logement :
  - 1.oui ;
  - 2. Non.
- [MEN48] qui indique comment l'eau de piscine est protégée :
  - 1. vous changez l'eau de la piscine tous les ans ;
  - 2. vous utilisez une bâche/couverture ;
  - 3. vous utilisez un filtre ;
  - 4. autre ;
  - 5. vous ne la protégez pas.

Ces deux variables sont regroupées pour construire la variable « piscine » qui comprend 3 modalités :

- 1. pas de piscine ;
- 2. présence d'une piscine couverte (abri, bâche, volet, etc.) ;
- 3. présence d'une piscine non couverte.

Cette variable distingue les piscines couvertes ou non couvertes par une bâche, couverture ou abri. Les réponses libres de la catégorie « autre » de [MEN48] sont analysées afin d'identifier les protections de type volet, abri, piscine intérieure, etc. qui sont alors considérés comme des piscines couvertes. Les piscines dont l'eau est changée une fois par an ou utilisant un filtre ne sont pas considérées comme des piscines protégées par une bâche, couverture, abri.

Les réponses « Refus » et « Ne sait pas » sont classées en données manquantes.



**Figure 59 : Construction de la variable « présence d'une piscine dans le logement ». PestiRiv, France, 2021-2022**

### 3/ Animaux domestiques

La variable « **anx\_ext** » est construite à partir de deux variables :

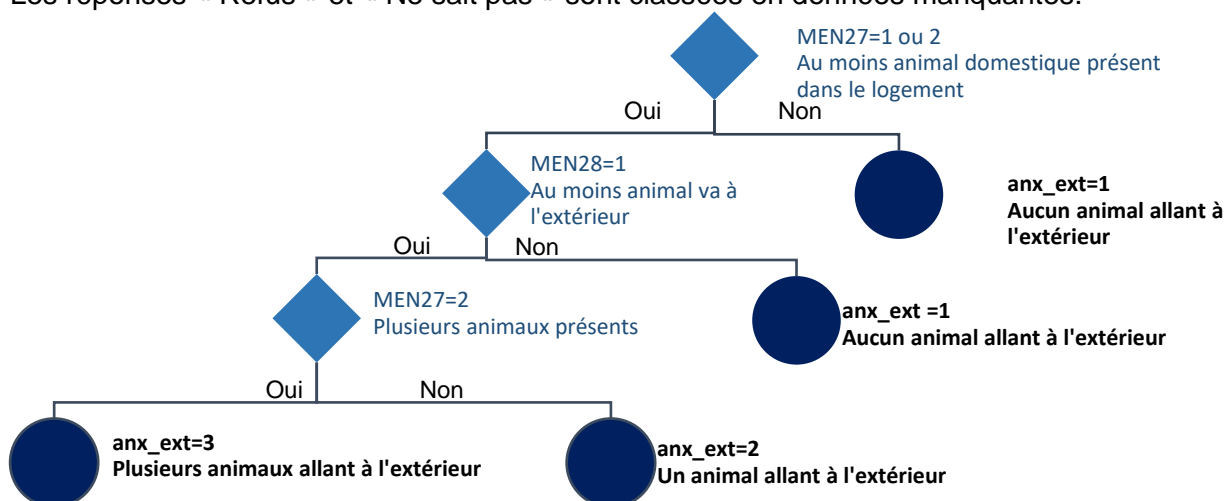
- [MEN27] qui renseigne la présence d'animaux domestiques dans le logement :
  - 1. oui, un seul ;
  - 2. oui, plusieurs animaux ;
  - 3. non, aucun.
- [MEN28] qui indique si, au cours des 3 derniers mois, un animal domestique a eu l'habitude d'aller à l'extérieur du logement (dans le jardin, dans la rue par exemple) et de rentrer dans le logement :
  - 1. oui ;
  - 2. non.

Ces deux variables sont regroupées pour construire la variable « **anx\_ext** » qui comprend 3 modalités :

- 1. aucun animal allant à l'extérieur ;
- 2. un animal allant à l'extérieur ;
- 3. plusieurs animaux allant à l'extérieur.

Les participants déclarant avoir un ou plusieurs animaux domestiques qui ne se rendent jamais à l'extérieur sont classés dans la modalité 1 (aucun animal allant à l'extérieur).

Les réponses « Refus » et « Ne sait pas » sont classées en données manquantes.



**Figure 60 : Construction de la variable « présence d'animaux domestiques allant à l'extérieur du logement ». PestiRiv, France, 2021-2022**



#### 4/ Nettoyage du logement

Les questions LMEN26\_1\_MEN26, LMEN26\_2\_MEN26, LMEN26\_3\_MEN26 permettent de renseigner respectivement la fréquence de nettoyage humide par serpillière ou autre, la fréquence de nettoyage par aspirateur et la fréquence de nettoyage par balai.

Le questionnaire permet de renseigner la fréquence de nettoyage en 6 classes :

- une fois par mois ou moins ;
- plus d'une fois par mois mais moins d'une fois par semaine ;
- une fois par semaine ;
- 2 à 3 fois par semaine ;
- tous les jours ou presque ;
- jamais.

Ces classes sont regroupées afin de construire des catégories d'effectifs suffisants (environ 100 individus pour les riverains de zone viticole) et équivalents entre chaque classe (cf. description des variables ci-dessous).

Les regroupements sont réalisés de la façon suivante :

- variable « **nettoyage\_humide** » :

**Tableau 119 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite (nettoyage humide). PestiRiv, France, 2021-2022**

Modalités initiales de la variable [LMEN26_1_MEN26]	Modalités de la variable nettoyage_humide
Jamais	Moins d'une fois par semaine ou jamais
Une fois par mois ou moins	
Plus d'une fois par mois mais moins d'une fois par semaine	
Une fois par semaine	Une fois par semaine
2 à 3 fois par semaine	Plus d'une fois par semaine
Tous les jours ou presque	

- variable « **nettoyage\_aspirateur** » :

**Tableau 120 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite (nettoyage par aspirateur). PestiRiv, France, 2021-2022**

Modalités initiales de la variable [LMEN26_2_MEN26]	Modalités de la variable nettoyage_aspirateur
Jamais	Moins d'une fois par semaine ou jamais
Une fois par mois ou moins	
Plus d'une fois par mois mais moins d'une fois par semaine	
Une fois par semaine	Une fois par semaine
2 à 3 fois par semaine	2 à 3 fois par semaine
Tous les jours ou presque	Tous les jours ou presque

- variable « **nettoyage\_balai** » :

**Tableau 121 : Correspondance entre le questionnaire et la variable construite (nettoyage par balai). PestiRiv, France, 2021-2022**

Modalités de la variable [LMEN26_3_MEN26]	Modalités de la variable nettoyage_balai
Jamais	Jamais
Une fois par mois ou moins	Moins d'une fois par semaine
Plus d'une fois par mois mais moins d'une fois par semaine	
Une fois par semaine	
2 à 3 fois par semaine	Plus d'une fois par semaine
Tous les jours ou presque	

Pour les mesures environnementales, la variable « **nettoyage** » a été construite à partir des variables « nettoyage\_humide » et « nettoyage\_aspirateur » afin de limiter le nombre de variables, les deux types de nettoyage (humide ou par aspirateur) étant censés être protecteurs. Les modalités « 2 à 3 fois par semaine » et « Tous les jours ou presque » de « nettoyage\_aspirateur » sont d'abord regroupées en une modalité « Plus d'une fois par semaine ». La variable « nettoyage » retient ensuite la fréquence maximale des deux indicateurs « nettoyage\_humide » et « nettoyage\_aspirateur » et peut donc prendre 3 modalités :

1. moins d'une fois par semaine ;
2. une fois par semaine ;
3. plus d'une fois par semaine.

## 5/ Aération du logement

La variable « duree\_tot\_aeration » qui décrit la durée d'aération du logement pendant les 14 jours de suivi est construite à partir des variables suivantes :

**Tableau 122 : Variables utilisées pour la construction de la variable « aération du logement pendant les 14 jours de suivi ». PestiRiv, France, 2021-2022**

Q°	Pièce	Variables	Libellé	Modalités
V1 ménage	X= 1 : pièce de vie 2 : cuisine 3 : salle de bains / salle d'eau / WC / toilettes 4 : salle à manger 5 : salon indépendant 7 : bureau 2Y : chambre Y avec Y= [1-8]	MEN5_LIST2_X	Présence de la pièce dans le logement	0 : Non 1 : Oui
		LMEN23_X_MEN23	Fréquence d'aération dans la pièce au cours des 3 derniers mois	1 : Moins d'une fois par semaine
				2 : Une fois par semaine ou plus mais pas tous les jours
				3 : Une fois par jour
				4 : Plusieurs fois par jour
				5 : Jamais
				98 : Refus
				99 : NSP
		LMEN23_X_MEN24_1	Temps moyen d'aération dans la pièce – heure citée	0 : Non 1 : Oui
		LMEN23_X_MEN24_1_C_1	Temps moyen d'aération dans la pièce – heure en clair	[hh]

Q°	Pièce	Variables	Libellé	Modalités
		LMEN23_X_MEN24_2	Temps moyen d'aération dans la pièce – minute citée	0 : Non 1 : Oui
		LMEN23_X_MEN24_2_C_2	Temps moyen d'aération dans la pièce – minute en clair	[mn]
CJ	<b>Z</b> = 1 : salon 2 : salle à manger/ séjour 3 : cuisine 4 : votre chambre 5 : autres chambres 6 : autres pièces	CJA_JJ_Q5_Z_1	Présence de la pièce dans le logement	1 : Votre logement ne comporte pas cette pièce
		CJA_JJ_Q5_Z_MN	Temps aération de la pièce les 24 dernières heures en minute	[mn]

**J**= 1 à 14 jours

#### A. Calcul de la durée totale d'aération sur 14 jours à partir du CJ

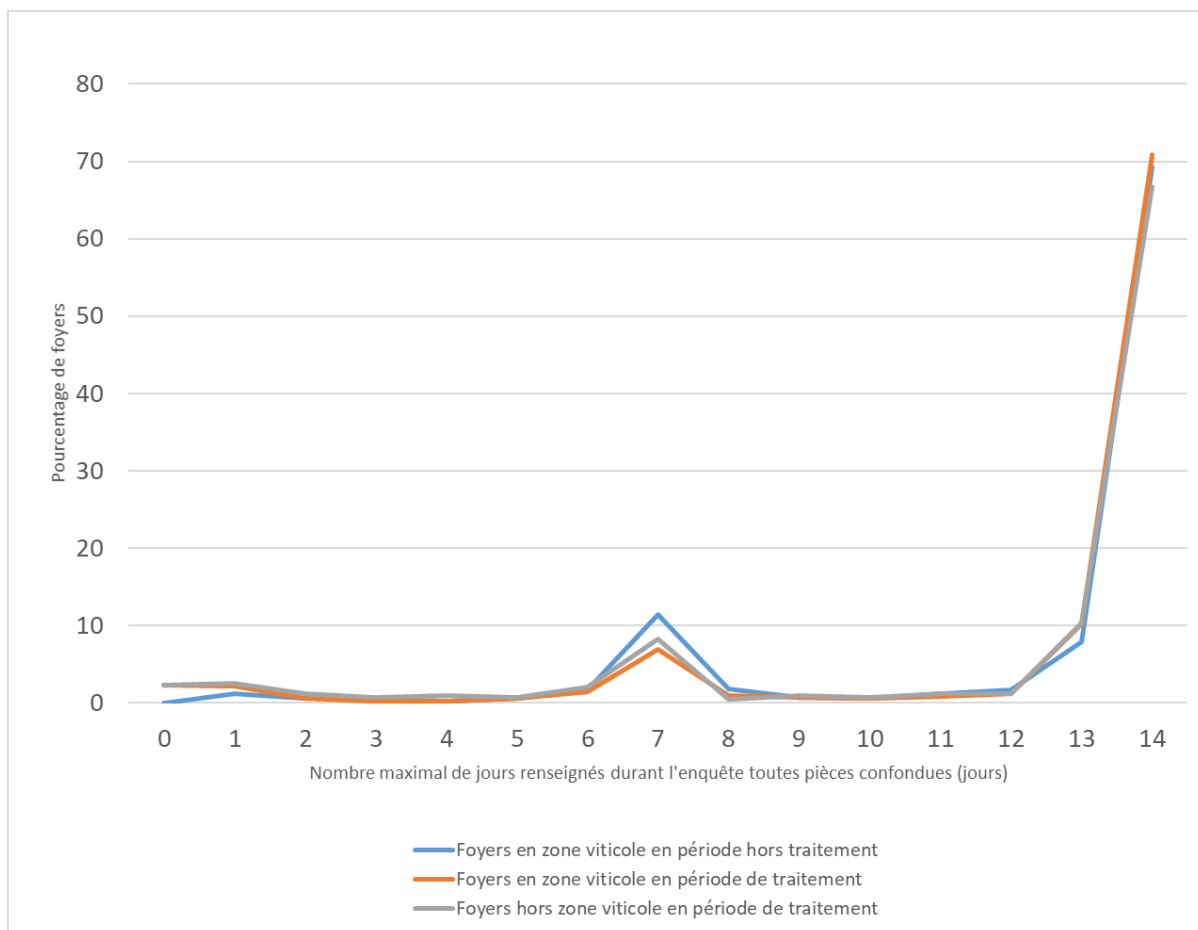
##### 1. Imputation du CJ

*Notations :*

- nombre de jours renseignés avec le temps d'aération durant l'enquête par pièce :  
 $[N_{\text{enq\_Z}}]$  = Somme du nombre de jours avec  $[CJA\_JJ\_Q5\_Z\_MN]$  non manquant
- nombre de jours d'aération durant l'enquête par pièce :  
 $[N_{\text{j aéré\_Z}}]$  = Somme du nombre de jours avec  $[CJA\_JJ\_Q5\_Z\_MN]>0$

À noter que  $[CJA\_JJ\_Q5\_Z\_MN] = 0$  signifie qu'il n'y a pas d'aération ce jour-là.

Il est ainsi possible d'évaluer le pourcentage de foyers ayant renseigné la durée d'aération pendant la durée d'enquête à l'échelle du logement (toutes pièces confondues). Globalement, plus de 70 % des foyers participants ont renseigné les 14 jours. Un léger décrochage est à noter au bout de 7 jours.



**Figure 61 : Bilan des durées maximales d'enquête renseignées (toutes pièces confondues). PestiRiv, France, 2021-2022**

### 1.1. Définition de la présence de la pièce

La 1<sup>re</sup> étape consiste à définir si chaque ménage dispose de la pièce **Z** pour déterminer les temps d'aération pour cette pièce.

Une variable indicatrice « pièce contenu dans le logement »  $P_j$  est créée par jour, comme suit :

- si [CJA\_JJ\_Q5\_Z\_1] = « Votre logement ne comporte pas cette pièce » = « 1 », l'indicatrice  $P_j$  vaut « 0 » ;
- sinon  $P_j$  vaut « 1 ».

La somme de ces indicatrices est ensuite calculée sur 14 jours  $\sum_{j=1}^{14} P_j$ .

Pour déterminer si la pièce est présente, une vérification est aussi effectuée à partir du temps d'aération [CJA\_JJ\_Q5\_Z\_MN] renseigné chaque jour.

Des règles de correction sont appliquées à partir de ces données pour définir si la pièce **Z** est présente dans le logement (cf. tableau ci-dessous).

**Tableau 123 : Définition de la présence de pièce dans le logement. PestiRiv, France, 2021-2022**

Numéro	Condition 1 sur la somme des indicatrices « pièce contenu dans le logement » par jour	Condition 2 sur le temps d'aération renseigné par jour	Pièce présente / non présente
1	Somme égale à 14		Présente
2	Somme égale à 0		Non présente
3	Somme comprise dans l'intervalle [1 ;14[	Au moins une durée > 0	Présente
4	Somme comprise dans l'intervalle [1 ;14[	Toutes les durées sont manquantes ou égales à '0'	Non présente

## 1.2. Correction avant imputation

Avant d'imputer, un contrôle de cohérence est fait entre les temps d'aération renseignés pour la cuisine et la salle à manger/séjour lorsque les ménages ont une cuisine ouverte sur le séjour. En cas de discordance, la durée maximale d'aération renseignée pour chaque pièce est retenue pour chaque pièce chaque jour.

## 1.3. Première règle générale d'imputation

Cette première règle générale d'imputation concerne les ménages qui ont renseigné avoir aéré au moins une pièce jusqu'au jour 7.

### 1<sup>re</sup> étape :

La variable « dernier jour renseigné » qui correspond au dernier jour pour lequel une durée d'aération a été renseignée pour au moins une pièce est créée.

### 2<sup>e</sup> étape :

L'hypothèse suivante est prise : si un ménage a renseigné avoir aéré au moins une pièce jusqu'au jour 7, alors les jours non-renseignés pour l'aération dans le CJ (quelle que soit la pièce) et inférieurs au dernier jour renseigné, sont des jours sans aération (que l'on renseigne donc par '0').

### 3<sup>e</sup> étape :

L'hypothèse suivante est prise : pour les ménages ayant leur dernier jour renseigné entre J7 et J13, les jours manquants de la deuxième semaine sont complétés par les jours correspondants de la première semaine. Autrement dit, J8 est imputé par J1, J9 par J2, et ce jusqu'à J14 par J7.

### Exemple pour la mise en place de cette première règle d'imputation :

Dans cet exemple :

- à la première étape, le dernier jour renseigné pour deux pièces, c'est-à-dire la salle à manger/séjour et la chambre est J7 ;
- à la deuxième étape, tous les jours non-renseignés jusqu'à J7 sont imputés par '0' ;
- à la troisième étape, la première semaine (de J1 à J7) est reproduite sur la deuxième (de J8 à J14).

	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Salon	(vide)	50	720	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)
Salle à manger/ séjour	540	60	(vide)	(vide)	720	120	480	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)
Cuisine	(vide)	(vide)	(vide)	720	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)
Votre chambre	600	260	600	480	480	120	480	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)
Chambres	300	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)
Autres pièces	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)

Salon	0	50	720	0	0	0	0	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)
Salle à manger/ séjour	540	60	0	0	720	120	480	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)
Cuisine	0	0	0	720	0	0	0	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)
Votre chambre	600	260	600	480	480	120	480	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)
Chambres	300	0	0	0	0	0	0	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)
Autres pièces	0	0	0	0	0	0	0	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)	(vide)

Salon	0	50	720	0	0	0	0	0	50	720	0	0	0	0
Salle à manger/ séjour	540	60	0	0	720	120	480	540	60	0	0	720	120	480
Cuisine	0	0	0	720	0	0	0	0	0	0	720	0	0	0
Votre chambre	600	260	600	480	480	120	480	600	260	600	480	480	120	480
Chambres	300	0	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0
Autres pièces	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dernier jour d'enquête renseigné

**Figure 62 : Exemple de la démarche pour l'imputation des temps d'aération manquants. PestiRiv, France, 2021-2022**

Cette deuxième règle générale d'imputation concerne les ménages qui ont renseigné avoir aéré au moins une pièce jusqu'au jour 6 au maximum.

*Exemple pour les « Autres chambres » :*

**Tableau 124 : Règles d'imputation de la durée d'aération. PestiRiv, France, 2021-2022**

Numéro	Condition 1	Condition 2	Règle imputation du temps d'aération par jour du CJ
1	[LMEN23_X_MEN23] = 'une fois par jour' ou 'plusieurs fois par jour' ou ''	[N <sub>enq_z</sub> ] ≥ 1 et [N <sub>j aéré</sub> ] ≥ 3	Imputation par la médiane des temps d'aération des jours aérés, sinon valeur manquante
2	[LMEN23_X_MEN23] = 'moins d'une fois par semaine' ou ''	[N <sub>enq_z</sub> ] ≥ 1 et [N <sub>j aéré</sub> ] ≤ 2	Imputation par 0, sinon valeur manquante
3	[LMEN23_X_MEN23] = 'une fois par semaine ou plus mais pas tous les jours' ou ''	[N <sub>enq_z</sub> ] ≥ 1 et [N <sub>j aéré</sub> ] = [1; 6]	Imputation par 0, sinon valeur manquante
4	[LMEN23_X_MEN23] = 'Jamais' ou ''	[N <sub>enq_z</sub> ] ≥ 1 et [N <sub>j aéré</sub> ] ≤ 2	Imputation par 0, sinon valeur manquante

Avec :

X	Z=
5 : salon indépendant 1 : pièce de vie	1 : salon
4 : salle à manger	2 : salle à manger/ séjour
2 : cuisine	3 : cuisine
21 : chambre 1	4 : votre chambre
22 : chambre Y avec Y= [2-8]	5 : autres chambres
7 : bureau	6 : autres pièces
3 : salle de bains / salle d'eau / WC / toilettes	

Les données manquantes restantes sont imputées par la méthode hotdeck par domaine, avec la variable région.

### 1.5. Calcul de la durée d'aération du logement sur la durée d'enquête

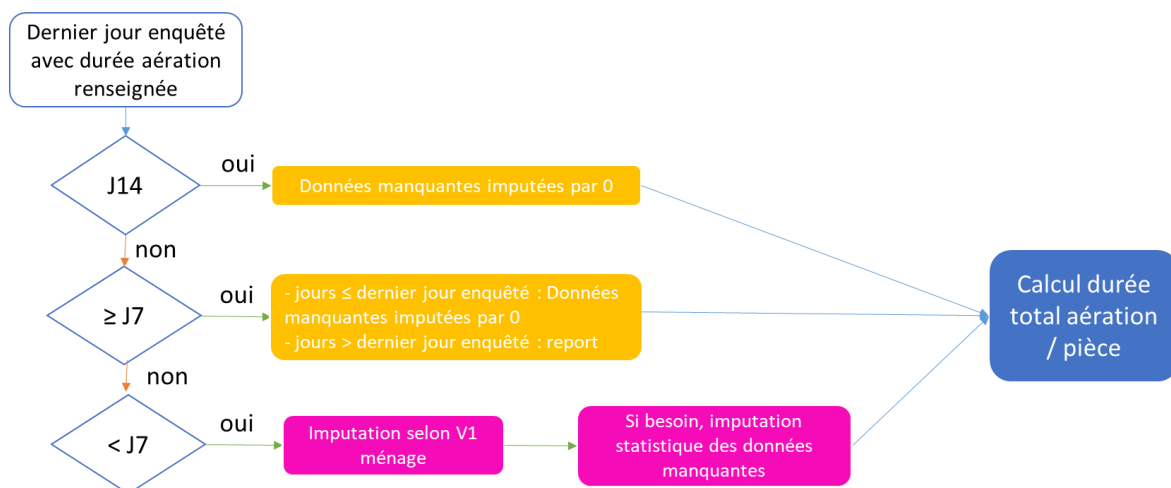
La durée totale d'aération sur 14 jours par pièce est calculée après imputation. Cette durée est sommée pour toutes les pièces et est ensuite rapportée au nombre de pièces dans le logement.

- Durée totale d'aération durant l'enquête par pièce **Z** en min  
[T<sub>aéré\_z</sub>] = Somme des durées d'aération [CJA\_JJ\_Q5\_Z\_MN] si [N<sub>enq\_z</sub>] ≥ 1
- Durée totale d'aération du logement durant l'enquête  
[T<sub>aéré logement</sub>] = Somme des durées totales d'aération par pièce rapportée au nombre de pièces présentes

### 1.6. Synthèse de la démarche

La démarche pour le calcul de la durée totale d'aération par pièce est synthétisée sur la figure ci-dessous.





**Figure 63 : Schéma récapitulatif de la démarche pour le calcul de la durée totale d'aération par pièce. PestiRiv, France, 2021-2022**

## B. Calcul d'une durée hebdomadaire d'aération sur les trois derniers mois

### 1. Création de la variable intermédiaire de la durée moyenne d'aération par pièce

Pour chaque pièce renseignée '**X**', la fréquence d'ouverture des ouvrants dans les trois derniers mois pour aérer le logement est demandée dans le questionnaire Visite 1 - Ménage (variable [LMEN23\_**X**\_MEN23]).

Le temps moyen d'aération d'ouverture de l'ouvrant pour aérer le logement est ensuite renseigné en heures (variable [LMEN23\_**X**\_MEN24\_1 \_C\_1']) et en minutes (variable [LMEN23\_**X**\_MEN24\_2 \_C\_2]). La variable en heures est convertie en minutes afin de construire la nouvelle variable « **aeration\_h\_m\_**X**** » qui correspond au temps moyen d'aération en minutes de la pièce **X**.

### 2. Création de la variable de durée moyenne hebdomadaire d'aération sur les trois derniers mois

La variable « **indic3mois\_pièce** » correspondant à la durée moyenne hebdomadaire d'aération pour la pièce **X** sur les trois derniers mois est créée en supposant le nombre d'aérations par semaine selon les fréquences renseignées. Le tableau ci-dessous précise les règles de construction.

**Tableau 125 : Règles pour la création de la variable durée hebdomadaire d'aération. PestiRiv, France, 2021-2022**

Numéro	Modalité de la variable [LMEN23_ <b>X</b> _MEN23]	Coefficient multiplicatif appliqué à la variable [ <b>aeration_h_m_<b>X</b></b> ]
1	[LMEN23_ <b>X</b> _MEN23] = 'plusieurs fois par jour'	14
2	[LMEN23_ <b>X</b> _MEN23] = 'une fois par jour'	7
3	[LMEN23_ <b>X</b> _MEN23] = 'une fois par semaine ou plus mais pas tous les jours'	3
4	[LMEN23_ <b>X</b> _MEN23] = 'moins d'une fois par semaine'	0,5

Par exemple, si le répondant indique aérer « une fois par jour » la pièce **X** pendant une durée de 10 minutes, la durée moyenne hebdomadaire « **indic3mois\_pièce** » est estimée à 7x10 min=70 minutes.

# Constat de traitements des cultures près du logement et attitudes

La construction de variables décrivant le constat de traitements des cultures près du logement et les attitudes pendant ce constat ont pour objectifs :

- 1/ de décrire des éventuels traitements constatés sur d'autres cultures que la vigne et qui ne sont pas décrits dans l'indicateur géographique d'exposition aux PPP utilisés sur les vignes (cf. Annexe 16 : Construction des indicateurs de contexte agricole) ;
- 2/ de décrire les attitudes prises par les participants et identifier éventuellement celles qui sont les plus efficaces pour réduire l'imprégnation et/ou la contamination des matrices environnementales.

L'utilisation de ces variables a une visée exploratoire.

## 1/ Traitements constatés

Deux questions du CJ, posées pendant les 14 jours de suivi (avec J = jour de suivi), permettent de décrire le constat de traitement sur les cultures situées près du logement des participants :

1/ CJ\_J\_Q7\_1 : Traitement sur les vignes constaté au cours des 24 dernières heures :

1. oui ;
2. non.

2/ CJ\_J\_Q7\_2 : Traitement sur d'autres cultures constaté au cours des 24 dernières heures :

1. oui ;
2. non.

### Données manquantes :

La plupart des participants ont répondu aux deux questions mais certains ont coché les cases uniquement lorsqu'ils ont constaté un traitement. Ainsi, certains participants ont répondu à la question CJ\_J\_Q7\_1 mais n'ont pas répondu à la question CJ\_J\_Q7\_2. Dans ces cas, la réponse manquante est considérée comme une valeur nulle correspondant à l'absence de constat de traitement.

Certains participants n'ont fourni aucune réponse à ces questions (CJ vide). Dans ce cas, les questions VAD19\_1 et VAD19\_2 du questionnaire de visite 2 sont utilisées pour confirmer l'absence de constat de traitement pendant les 14 jours de suivi. Ainsi, les valeurs manquantes sont considérées comme des valeurs nulles (pas de constat de traitement) si les questions VAD19\_1 et VAD19\_2 indiquent que le participant n'a pas constaté de traitement.

### Construction des variables :

Trois variables sont construites pour décrire le constat de traitement :

- « **nb\_epandage\_vigne\_14j** » qui décrit le nombre de traitement constaté sur les vignes pendant les 14 jours de suivi.  
$$\text{nb\_epandage\_vigne\_14j} = \sum_{j=1}^{14} \text{CJ\_J\_Q7\_1}$$
- « **nb\_epandage\_autre\_14j** » qui décrit le nombre de traitement constaté sur les autres cultures que la vigne pendant les 14 jours de suivi.  
$$\text{nb\_epandage\_autre\_14j} = \sum_{j=1}^{14} \text{CJ\_J\_Q7\_2}$$
- « **nb\_epandage\_14j** » qui décrit le nombre de traitement constaté quelle que soit la culture.  
$$\text{nb\_epandage\_14j} = \text{nb\_epandage\_vigne\_14j} + \text{nb\_epandage\_autre\_14j}$$

Compte tenu des distributions observées, la variable « epandage\_vigne\_14j\_cl » est construite en 3 classes, avec un découpage à une valeur proche de la valeur médiane du nombre de traitements observés parmi les participants en ayant constaté :

1. aucun épandage constaté ( $\text{nb\_epandage\_vigne\_14j} = 0$ ) ;
2. entre 1 et 3 épandages constatés ( $\text{nb\_epandage\_vigne\_14j}$  est  $>0$  et  $\leq 3$ ) ;
3. 4 épandages ou plus constatés ( $\text{nb\_epandage\_vigne\_14j}$  est  $> 3$ ).

La variable binaire « epandage\_autre\_14j\_cl » est quant à elle construite en 2 classes compte tenu du faible nombre de participants concernés :

1. aucun épandage constaté ( $\text{nb\_epandage\_autre\_14j} = 0$ ) ;
2. 1 épandage ou plus constaté ( $\text{nb\_epandage\_autre\_14j} > 0$ ).

## 2/ Précautions prises

Les précautions prises lors d'un constat de traitement sont renseignées dans la question VAD20 du questionnaire de visite 2. Cette question est posée uniquement aux participants ayant déclaré avoir constaté un traitement sur les cultures pendant les 14 jours de suivi. Par ailleurs, certains participants ayant renseigné le constat de traitement dans le CJ n'ont pas été interrogés sur ces questions en raison d'erreur de saisie de l'enquêteur. Dans ces cas, les précautions prises lors du constat de traitement ne sont pas renseignées.

À l'inverse, des précautions peuvent être décrites alors que le constat de traitement n'est pas renseigné dans le CJ. Dans ce cas on ne connaît pas le nombre de traitements constatés ni le type de cultures concernées.

Trois variables sont construites à partir de cette question :

- « mesure\_pendant\_epandage » qui renseigne le nombre de précautions prises par le participant pendant le traitement constaté ;
- « mesure\_post\_epandage » qui renseigne le nombre de précautions prises par le participant après le traitement constaté ;
- « mesure\_epandage » qui renseigne le nombre total de précautions prises par le participant pendant ou après le traitement constaté.

Le tableau ci-dessous détaille la correspondance entre les modalités de la variable initiale (type de précautions) et les variables construites.

**Tableau 126 : Correspondance entre le questionnaire et les variables construites (précautions prises pendant le traitement des vignes ou après le traitement) PestiRiv, France, 2021-2022**

Variable initiale			Variables construites
VAD20_1	Rester à l'intérieur de votre logement	1. Oui	mesure_pendant_epandage
		2. Non	
VAD20_2	Fermer les portes et les fenêtres de votre logement	1. Oui	mesure_pendant_epandage
		2. Non	
VAD20_3	Rentrer le linge étendu à l'extérieur ou le relaver	1. Oui	mesure_pendant_epandage
		2. Non	
VAD20_4	Ne pas vous rendre dans les zones traitées au cours des heures ou jours suivant l'épandage	1. Oui	mesure_post_epandage
		2. Non	
VAD20_5	Laver abondamment les fruits et légumes de votre potager	1. Oui	
		2. Non	
VAD20_6	Laver vos animaux de compagnie	1. Oui	mesure_post_epandage
		2. Non	
VAD20_7	Laver vos chaussures et vêtements	1. Oui	mesure_post_epandage
		2. Non	
VAD20_8	Prendre une douche juste après le traitement	1. Oui	mesure_post_epandage
		2. Non	
VAD20_9	Laver les terrasses, bords de fenêtres ou dallages à proximité de votre logement	1. Oui	mesure_post_epandage
		2. Non	
VAD20_10	Laver le mobilier de votre jardin, ou balcon/terrasse, les jeux pour enfants	1. Oui	mesure_post_epandage
		2. Non	
VAD20_11	Couvrir votre piscine	1. Oui	mesure_pendant_epandage
		2. Non	
VAD20_12	Aucune de ces attitudes	1. Oui	
		2. Non	

À noter que le lavage des fruits et légumes du potager n'est pas pris en compte ici car il est considéré dans la variable lavage de l'auto-consommation.

Les nombres de précautions prises pendant traitement, après traitement ou l'un ou l'autre sont catégorisées (respectivement « mesure\_pendant\_epandage », « mesure\_post\_epandage » et « mesure\_epandage ») en 4 classes :

1. aucune précaution prise ;
2. au moins une précaution prise ;
3. non renseigné ;
4. non concerné (pas d'épandage constaté).

## Durées d'enquête

### Volet poussières

Une durée d'enquête spécifique au prélèvement de poussières est déterminée pour chaque foyer afin de permettre d'interpréter les concentrations de pesticides mesurées dans cette matrice et de faire par exemple le lien avec les quantités de substances actives probablement utilisées dans les vignes autour du logement pendant cette période.

Les variables « Date\_debut\_poussiere » et « Date\_fin\_poussiere » sont donc créées pour déterminer respectivement les dates de début et de fin des prélèvements de poussières au sein de chaque foyer. Elles sont construites à partir de plusieurs variables des questionnaires (cf. Tableau 127).

**Tableau 127 : Liste des variables utilisées pour construire les dates de début et de fin des prélèvements de poussières. PestiRiv, France, 2021-2022**

Variable	Nom de variable
Date de visite 1	DATEV1
Dates de suivi dans le CJ	date_JJ (avec J=1 à 14) <i>Agrégation de 3 variables :</i> CJA_JJ_DATE_REMP_JJ CJA_JJ_DATE_REMP_MM CJA_JJ_DATE_REMP_AAAA J= 1 à 14 (jours)
Date de visite 2	DATE_V2
Date de réception au laboratoire Leres	Date_reception_Leres

Les dates retenues par défaut sont les suivantes :

- date\_debut\_poussiere = DATEV1 ;
- date\_fin\_poussiere = DATEV2.

Des tests de cohérences sont effectués entre les différentes dates renseignées. Si des incohérences sont relevées sur les dates de visites, les données prises en compte sont les suivantes :

- date\_debut\_poussiere = date\_J1 ;
- date\_fin\_poussiere = date\_J14 (ou dernier jour du CJ renseigné) ou à défaut Date\_reception\_Leres.

#### Volet air intérieur

Une durée d'enquête spécifique au prélèvement d'air intérieur est déterminée pour chaque foyer afin de permettre d'interpréter les concentrations de pesticides mesurées dans cette matrice et de faire par exemple le lien avec les quantités de substances actives probablement utilisées dans les vignes autour du logement pendant cette période.

Les variables « Date\_debut\_air\_int » et « Date\_fin\_air\_int » sont donc créées pour déterminer respectivement les dates de début et de fin des prélèvements d'air intérieur au sein de chaque foyer. Elles sont construites à partir de plusieurs variables des questionnaires et à partir des métadonnées collectées par les prestataires de prélèvement d'air intérieur (cf. Tableau 128).

**Tableau 128 : Liste des variables utilisées pour construire les dates de début et de fin des prélèvements d'air intérieur. PestiRiv, France, 2021-2022**

Variable	Nom de variable
Date de démarrage de la pompe	plv_DATE_DEBUT_pompe
Date d'arrêt de la pompe	plv_DATE_FIN_pompe
Date de démarrage de la pompe renseignée par le prestataire de prélèvement	plv_visite_1_date_demarrage_pompe
Date de démarrage de la pompe renseignée par le prestataire de prélèvement	plv_visite_2_date_arret_pompe

Les dates retenues par défaut sont les suivantes :

- date\_debut\_air\_int = plv\_DATE\_DEBUT\_pompe ;
- date\_fin\_air\_int = plv\_DATE\_FIN\_pompe.

Des tests de cohérences sont effectués entre les différentes dates renseignées et permettent de corriger des incohérences éventuelles. En cas de défaut d'enregistrement des pompes, les données prises en compte sont les suivantes :

- date\_debut\_air\_int = plv\_visite\_1\_date\_demarrage\_pompe ;
- date\_fin\_air\_int = plv\_visite\_2\_date\_arret\_pompe.

#### Volet imprégnation

Pour les mesures urinaires une durée de suivi de 14 jours est considérée à J-1 avant le début du recueil des urines (date renseignée dans les questionnaires de visite 1 et les auto-questionnaires concernant le recueil des urines).

Pour les mesures réalisées dans les cheveux, une fenêtre d'exposition de 3 mois précédant la visite 2 (date du recueil des cheveux) est considérée.

La même durée d'exposition (14 jours ou 3 mois) est considérée pour l'ensemble des participants.

# ANNEXE 16 : CONSTRUCTION DES INDICATEURS DE CONTEXTE AGRICOLE

## Construction des indicateurs spatialisés

### *Méthode de construction de l'indicateur spatialisé de niveau 1 (occupation des sols)*

La construction de l'indicateur de niveau 1, caractérisant l'occupation du sol à proximité du logement des participants, repose sur l'élaboration d'une couche géographique exhaustive du parcellaire agricole français. Plusieurs bases de données existent mais aucune ne fait consensus. Dans le cadre du projet PestiRiv, une chaîne de traitements a été construite par l'ODR afin de composer un socle enrichi du parcellaire viticole. Les principales sources de données utilisées pour construire ce socle sont :

- le registre parcellaire graphique (RPG), millésime : 2021 ;
- le casier viticole informatisé (CVI), millésime : 2021 ;
- le RPG complété, millésime : 2021 ;
- la couche OSO (télédétection), millésime : 2021.

La description de ces bases de données et de la chaîne de traitement pour construire la couche d'occupation du sol est détaillée dans le rapport Inrae/ODR [38].

### *Répartition temporelle des quantités de substances actives : indicateur spatialisé de niveau 2*

La première étape de construction de l'indicateur de niveau 2 a été d'identifier les usages de chaque substance active (SA) priorisée dans PestiRiv. Ce travail a permis de distinguer les différents bioagresseurs cibles de la SA et donc de déterminer si la SA est plutôt un fongicide, un herbicide ou un insecticide. La priorisation des SA datant de 2019, certaines SA ne sont plus autorisées en 2022.

La deuxième étape, commune aux fongicides et insecticides, a été de déterminer les principaux ravageurs et maladies de la vigne en 2022. Pour ce faire, les données de risque du bulletin de santé du végétal (BSV) dans les différentes régions viticoles de PestiRiv, complétées par de l'expertise, ont été mobilisées. Il ressort de l'analyse que les bioagresseurs à caractériser sont :

- le mildiou, l'oïdium et le botrytis (dans une moindre mesure) pour les fongicides. Après vérification dans les données du BSV et des retours terrain, les autres maladies (notamment le black-rot) sont gérées par les traitements mis en œuvre contre le mildiou et l'oïdium ;
- la cicadelle de la flavescence dorée (CFD) et les tordeuses de la grappe pour les insecticides.

Pour chaque SA, une fiche compilant les coefficients de ventilation de la QSA annuelle issue de la BNVD spatialisée est élaborée. Les règles de décisions qui ont permis d'élaborer ces coefficients à partir du croisement de plusieurs sources de données et d'expertise sont détaillées ci-après.



## Fiches substances actives fongicides

### ○ *Élaboration d'un calendrier d'utilisation des SA fongicides selon le stade BBCH*

Dans le cadre de la protection fongicide de la vigne, les deux principales maladies que sont le mildiou et l'oïdium sont traitées majoritairement de façon préventive en fonction du stade de développement (phénologique) de la vigne afin de prévenir le développement d'une épidémie entraînant des dégâts sur la récolte, quels que soient le bassin ou le mode de production (agriculture biologique ou conventionnelle). Le raisonnement de la protection est donc surtout lié aux stades de développement de la vigne, aussi appelé stade phénologique. En revanche, toutes les SA ne sont pas utilisées au même moment mais choisies en fonction de leurs autorisations et caractéristiques intrinsèques (efficacité, niveau de résistance vis-à-vis des maladies, conditions d'emploi...).

Afin de caractériser ces utilisations dans le temps, un calendrier d'utilisation des SA selon le stade phénologique de la vigne (en utilisant l'échelle BBCH) a été élaboré à partir de données issues du réseau des fermes DEPHY de 2022, des bulletins de santé du végétal et de données d'expertise du GT d'experts PestiRiv. Les calendriers d'utilisation nationaux des SA contre le mildiou et l'oïdium sont disponibles ci-dessous (Tableau 129 et Tableau 130).

Le principe suivi pour l'élaboration du calendrier est de faire correspondre des intensités d'utilisations hebdomadaires des SA à des stades BBCH indépendamment de la date moyenne d'atteinte de ces stades BBCH dans les différentes régions viticoles. Les stades BBCH, repositionnés ensuite par rapport à un jour calendaire dans chaque région viticole servent de clé de jointure pour localiser au niveau départemental les intensités d'utilisations hebdomadaires.

L'élaboration du calendrier d'utilisation des différentes SA a nécessité plusieurs étapes.

#### 1. Identification des « stades BBCH nationaux » correspondant aux intensités d'utilisation des SA

D'après les données DEPHY 2022<sup>82</sup> au niveau national, les utilisations des SA ont été réparties de façon hebdomadaire selon des catégories d'intensité d'utilisation : rouge : forte ; orange : moyenne ; verte : faible ; blanche : non utilisé.

Les règles de décisions pour déterminer les bornes des catégories ont été établies à dire d'experts et sont les suivantes :

- le cumul des pourcentages d'intervention de la catégorie rouge doit être au moins égal à 70 % des interventions totales ;
- si le pourcentage d'intervention cumulé de la catégorie rouge est inférieur à 80 %, alors toutes les autres semaines associées à une utilisation sont en catégorie orange ;
- si le pourcentage d'intervention cumulé de la catégorie rouge est supérieur à 80 %, alors toutes les autres semaines associées à une utilisation sont en catégorie verte.

Les semaines concernées par le début et la fin de chaque plage sont ensuite identifiées et reliées à un « stade BBCH national ».

---

<sup>82</sup> Seules les données de traitement associées à une exploitation conventionnelle ont été utilisées, soit 6762 données.

**Tableau 129 : Exemple de calendrier d'utilisation national des SA contre le mildiou. PestiRiv, France, 2021-2022**

Cycle annuel de la vigne	Pointe verte	Sortie des feuilles	Feuilles étalées	Grappes visibles	Grappes séparées / boutons floraux agglomérés	Boutons floraux séparés	Floraison	Nouaison	Petits pois	Grappe fermée	Véraison - aoûtément	Maturation
Stades BBCH	01 à 09		11 à 13	53	55	57	60 à 69	71	75	79	81	89
amétoctradine												
amisulbrom												
cuiivre												
cyazofamide												
cymoxanil												
dimétomorphe												
fluopicolide												
folpel												
fosétyl-aluminium												
iprovalicarbe												
métalaxyl-M												
métrame												
phosphonate de disodium												
phosphonate de potassium												
zoxamide												

**Tableau 130 : Exemple de calendrier d'utilisation national des SA contre l'oïdium. PestiRiv, France, 2021-2022**

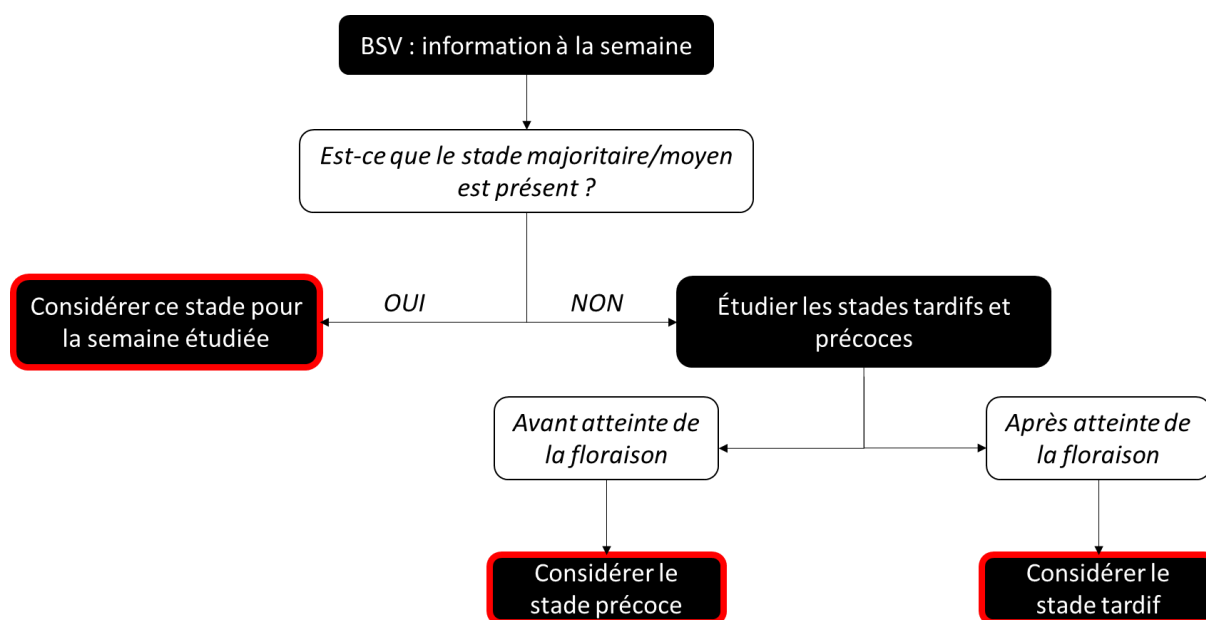
Cycle annuel de la vigne	Pointe verte	Sortie des feuilles	Feuilles étalées	Grappes visibles	Grappes séparées / boutons floraux agglomérés	Boutons floraux séparés	Floraison	Nouaison	Petits pois	Grappe fermée	Véraison - aoûtément	Maturation
Stades BBCH	01 à 09		11 à 13	53	55	57	60 à 69	71	75	79	81	89
Azoxystrobine												
Boscalid												
Difenoconazole												
Fluopyram												
Fluxapyroxade												
Kresoxim-met												
Metrafenone												
Myclobuthanil												
Pyraclostrobin												
Soufre												
Spiroxamine												
Tebuconazole												
Trifloxystrobine												

## 2. Transposition des intensités nationales d'utilisation des SA à une échelle départementale

La deuxième étape a consisté à faire correspondre dans chaque département des semaines calendaires aux « stades BBCH nationaux » *via* les dates d'atteinte de ces stades BBCH dans chaque département, les stades BBCH nationaux étant eux-mêmes reliés aux catégories d'intensité d'utilisation des SA.

Grâce aux BSV, il est possible de faire correspondre une semaine à un stade BBCH qui est spécifique à chaque département. Compte tenu de l'hétérogénéité possible des stades BBCH au sein d'un même département pour une semaine donnée, la règle de décision a été la suivante : considérer un stade moyen s'il est renseigné et si ce n'est pas le cas, considérer le stade le plus précoce avant la floraison et le plus tardif après la floraison afin de maximiser la plage potentielle de traitements fongicides.

Cette première étape a permis de construire un pré-calendrier d'intensité d'utilisation des SA dans chaque département, ce pré-calendrier étant ensuite précisé dans l'étape suivante à l'aide des questionnaires terrain.



**Figure 64 : Règles de décision pour la détermination du stade BBCH au niveau départemental. PestiRiv, France, 2021-2022**

- *Prise en compte du questionnaire terrain et chiffrage des intensités d'utilisation hebdomadaires des SA*

Les questionnaires terrain permettent d'affiner le calendrier d'utilisation avec des données de pratiques locales pendant l'année d'étude pour construire un calendrier d'intensité d'utilisation des SA par département. Afin de prendre en compte les informations issues des questionnaires terrain, des règles de décisions ont été établies pour obtenir l'intensité d'utilisation hebdomadaire finale des SA.

- Pour une semaine donnée, si une utilisation existe dans le calendrier établi aux étapes précédentes mais que d'après le questionnaire la SA n'a pas été utilisée, sa catégorie d'utilisation est diminuée d'une classe (passage de rouge à orange, d'orange à vert ou de vert à « non utilisée »).

- Pour une semaine donnée, si une utilisation existe dans le calendrier et que d'après le questionnaire la SA a été utilisée, la catégorie d'utilisation suit l'intensité d'utilisation du calendrier.
- Si aucune utilisation n'existe dans le calendrier et que la SA a été utilisée alors la catégorie d'utilisation est augmentée d'une classe (passage de « non utilisée » à vert, de vert à orange ou d'orange à rouge).

Le tableau ci-dessous résume ces règles.

**Tableau 131 : Règles de prise en compte du questionnaire terrain pour établir le calendrier d'utilisation des composés au niveau départemental. PestiRiv, France, 2021-2022**

	Plage d'intensité d'après le calendrier d'utilisation des substances actives selon le stade BBCH			
Utilisation de la substance active d'après le questionnaire terrain				
NON				
OUI				

Dans les fiches SA, les semaines sont donc associées à une couleur qui traduit une intensité d'utilisation. Selon les combinaisons obtenues pour l'ensemble des semaines, chaque plage de couleur (constituée d'une ou plusieurs semaines) peut être associée à un chiffre spécifique correspondant à la première étape de répartition temporelle de la QSA annuelle (cf. Tableau 132).

**Tableau 132 : Chiffre des plages d'intensité d'utilisation des substances actives. PestiRiv, France, 2021-2022**

Nombre de couleurs présentes	Chiffre des plages de couleur (en % de QSA)			
3 couleurs	0	10	20	70
2 couleurs – situation 1	0	0	40	60
2 couleurs – situation 2	0	0	30	70
2 couleurs – situation 3	0	0	20	80

Dans la situation où il n'y a qu'une seule plage de couleur présente, 100 % de la QSA se répartit équitablement sur l'ensemble des semaines concernées, quelle que soit la couleur.

Des manipulations correctives ont été effectuées dans le cas où des distributions incohérentes étaient détectées. La distribution est jugée incohérente lorsque sur l'ensemble de la période, il existe une à deux semaines avec un coefficient de ventilation supérieur ou égal à 0.30 (cf. précisions ci-dessous). Les différentes situations rencontrées et les règles de correction appliquées sont détaillées ci-dessous. Sur les 528 fiches fongicides, 47 sont concernées par une correction, soit 9 % d'entre elles.

- Effet de bord :

Cette incohérence fait référence à la présence de deux couleurs avec pour l'une d'entre elles, une unique semaine concernée. La correction appliquée est d'effectuer une répartition homogène sur l'ensemble des semaines, ce qui revient à considérer une seule plage d'intensité d'utilisation.

- Incohérence liée au retour questionnaire :

Dans certains retours issus des questionnaires, il est fait mention d'un unique traitement sur l'ensemble de la période. Cette déclaration concentre fortement les utilisations sur la semaine concernée. La correction appliquée est de lisser l'utilisation sur la semaine n-1 et n+1 en sommant les coefficients des semaines n-1, n et n+1 puis en distribuant la somme équitablement sur les 3 semaines.

- Présence de 2 semaines consécutives ayant un coefficient de ventilation supérieur à 0.3 :

Les règles de croisement des différentes données peuvent aboutir à une plage d'intensité d'utilisation rouge répartie sur uniquement 2 semaines consécutives. Par construction, ces semaines concentrent fortement les utilisations et cette situation ne paraît pas réaliste à dire d'experts. La correction appliquée est donc de lisser l'utilisation sur les semaines encadrant la période rouge. La somme des coefficients de ventilation est alors divisée entre les quatre semaines identifiées.

- *Prise en compte de la modulation des doses et calcul du coefficient final de pondération*

Le chiffrage des plages d'intensité d'utilisation des SA abordé dans le paragraphe précédent tient compte uniquement de la répartition des utilisations.

Compte tenu du fait que les fongicides sont également utilisés à des doses différentes en fonction du stade phénologique de la vigne, des règles de décision ont été élaborées pour prendre en compte cette modulation des doses dans le calcul des coefficients finaux de pondération.

La prise en compte de la modulation des doses en fonction du stade phénologique ne concerne que les produits fongicides car les premiers traitements interviennent alors que la végétation n'est pas encore à son maximum de développement et les derniers traitements sont plutôt des traitements suivant une logique de prévention de risque.

Deux hypothèses pour la modulation des doses ont été retenues en fonction du type de produit. Ces hypothèses s'appuient sur la thèse de Fouillet *et al.* (2022) et un travail complémentaire d'expertise par les membres du GT PestiRiv :

- Hypothèse 1 - Pour les produits conventionnels :

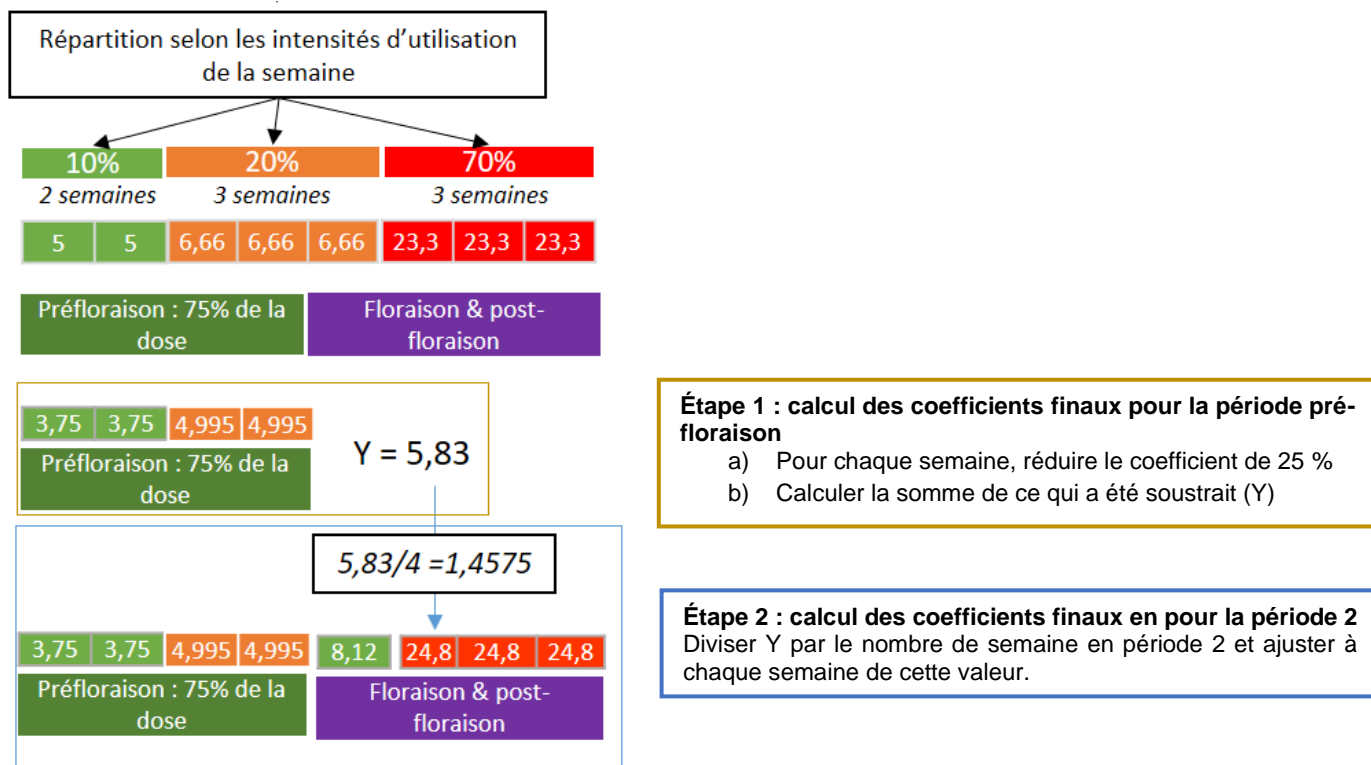
Stades pré-floraison	Floraison et stades post-floraison : période 2
75 % de la dose pleine	pleine dose

- Hypothèse 2 - Pour les produits à base de cuivre et de soufre :

Stades pré-floraison	Floraison	Stades post-floraison
demi-dose	pleine dose	¾ dose
demi-dose	pleine dose	¾ dose

La prise en compte de la modulation des doses des produits fongicides repose sur l'ajustement des coefficients calculés à l'étape précédente.

Les différentes étapes de calcul, en prenant l'exemple des produits conventionnels, sont décrites dans la Figure 65.



**Figure 65 : Étapes du calcul pour la prise en compte de la modulation des doses des produits fongicides - exemple théorique pour les produits conventionnels. PestiRiv, France, 2021-2022**

#### ○ Cas particulier du cuivre

Les données issues de la BNVDs pour les produits à base de cuivre fournissent des quantités de SA relatives aux formes chimiques des molécules (hydroxyde de cuivre, sulfate de cuivre...) et non pas au cuivre métal contenu dans ces molécules.

Il est donc nécessaire de calculer dans un premier temps les QSA relatives au cuivre métal à partir des informations des masses molaires et des valences des molécules concernées. Le Tableau 133 résume les formes chimiques présentes dans les données et le coefficient à appliquer pour obtenir la quantité de cuivre métal.

**Tableau 133 : Coefficients à appliquer selon les formes de cuivre. PestiRiv, France, 2021-2022**

substance	formule	masse molaire	Coefficient cuivre métal
sulfate de cuivre	$\text{CuSO}_4$	159,56	0,398
l'hydroxyde de cuivre	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	97,5	0,651
l'oxyde cuivreux	$\text{Cu}_2\text{O}$	143	0,888
sulfate tribasique	$\text{Cu}_4\text{H}_7\text{O}_{10,5}\text{S}$	581,56	0,437
l'oxychlorure de cuivre	$\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$	213,57	0,595

Par ailleurs, les produits à base de cuivre peuvent être soit composés uniquement de cuivre soit être formulés avec des SA chimiques conventionnelles. Cette deuxième catégorie de produits est utilisée de la même façon que les produits conventionnels (hypothèse 1 pour la modulation des doses).

Afin de savoir s'il faut appliquer l'hypothèse 1 ou l'hypothèse 2 pour la modulation de doses, il convient de calculer dans un deuxième temps la QSA issue de produits composés uniquement de cuivre d'une part et de produits formulés avec d'autres SA d'autre part.

D'après la BNVD 2022, dans les communes PestiRiv, 73 % de la QSA cuivre sont issus de produits composés uniquement de cuivre, qui seront répartis dans le temps selon l'hypothèse 1 (et donc 27 % sont issus de produits formulés à base de cuivre et de substances chimiques conventionnelles, qui seront répartis dans le temps selon l'hypothèse 2).

- *Cas particulier des SA autorisées contre le botrytis*

Les 4 SA autorisées uniquement contre le botrytis (fenhexamide, mépanipyrime, pyriméthanil et cyprodinil) ont une répartition hebdomadaire homogène dans le temps entre le début de la floraison et la fermeture de la grappe.



**Tableau 134 : Extrait d'une fiche fongicide : ventilation du soufre en Gironde. PestiRiv, France, 2021-2022**

semaine	BBCH	Risque oïdium BSV	Calendrier utilisation du soufre	Traitement oïdium questionnaire	Utilisation du soufre questionnaire	Catégorie utilisation ajustée	Coefficient final après modulation
14	9	nul		0	0		0
15	9	nul		0	0		0
16	11	faible		0	0		0
17	13	modéré		1	1		0,050
18	53	modéré		1	1		0,050
19	53	modéré		1	1		0,032
20	55	fort		1	1		0,032
21	62	fort		1	1		0,032
22	68	fort		1	1		0,117
23	71	fort		1	1		0,117
24	73	fort		1	1		0,117
25	75	modéré		1	1		0,117
26	77	fort		1	1		0,117
27	79	fort		1	1		0,048
28	79	faible		1	1		0,048
29	81	modéré		1	1		0,048
30	81	modéré		0	0		0,019
31	83	modéré		0	0		0,019
32	89	nul		0	0		0,019
33				0	0		0,019
34				0	0		0
35					0		0

### Fiches substances actives insecticides

- *Caractérisation des usages des SA priorisées dans PestiRiv*

Les SA priorisées dans PestiRiv ayant une activité insecticide se distinguent en deux groupes :

- Les SA ayant comme cible les cicadelles de la flavescence dorée (CFD) et les tordeuses de la grappe ;
- Les SA ayant comme cible uniquement les cicadelles.

- *Règles de décision pour les SA autorisées contre les cicadelles de la flavescence dorée et de la tordeuse de la grappe*

L'objectif est de déterminer les périodes de traitements contre les tordeuses de la grappe. Ces traitements insecticides sont corrélés aux risques liés à la présence du ravageur. Ainsi, pour retrouver les périodes de traitements, il convient de s'appuyer sur des données de risques, issues des bulletins de santé du végétal. De la même façon que pour les SA fongicides, ces données de risque sont complétées par les retours questionnaires terrain et permettent d'obtenir une intensité de l'utilisation de la SA.

Ces règles de croisement sont décrites dans le Tableau 135.

**Tableau 135 : Règles de prise en compte du questionnaire terrain pour les traitements contre la tordeuse de la grappe. PestiRiv, France, 2021-2022**

Risque tordeuse d'après BSV	Utilisation substance active selon questionnaire	
	0 : Non	1 : Oui
0		
Faible		
Modéré		
Fort		

Une fois le croisement effectué, le chiffrage des différentes catégories d'utilisation suit les mêmes règles que celles fixées pour la construction des fiches fongicides.

○ *Règle de décision pour les SA autorisées uniquement contre la CFD*

La lutte contre la CFD fait l'objet d'arrêtés préfectoraux. Ces arrêtés fixent les dates de traitements obligatoires et les communes assujetties aux traitements. Une commune peut avoir jusqu'à trois traitements obligatoires contre la CFD. Sur les périodes correspondant aux traitements obligatoires, on considère que toute la QSA est utilisée de façon homogène.

Cependant, les dates des traitements ne correspondent pas systématiquement à des semaines pleines. Par conséquent, pour construire les coefficients hebdomadaires de distribution des SA, il est nécessaire de traduire les arrêtés préfectoraux à la semaine.

À partir des dates de traitements des arrêtés, les numéros des semaines concernées par au moins un jour de traitement sont relevés. Puis, pour chaque semaine possible, le nombre de jours effectivement obligatoires est compté. Le coefficient d'utilisation hebdomadaire de la SA est alors calculé selon la formule ci-contre :

$$\frac{\text{Nombre de jour de traitement obligatoire dans la semaine } x}{\text{Nombre de jour total de traitement obligatoire dans les arrêtés préfectoraux}}$$

○ *Règle de décision pour les SA utilisées contre les 2 ravageurs*

Comme précisé dans la première partie, certaines SA sont efficaces contre les tordeuses de la grappe et la CFD. Pour les départements où les deux ravageurs sont présents, il est nécessaire de réfléchir à la distribution des QSA utilisées entre les deux ravageurs.

Lorsque les deux risques sont concomitants, les traitements contre la CFD contrôlent également les tordeuses. Si des semaines existent avec uniquement un risque tordeuse de la grappe, une part de la QSA totale doit être allouée à la lutte contre ce ravageur en dehors des semaines de traitement contre la CFD.

Le chiffrage de cette part s'appuie sur les données des questionnaires terrain et des arrêtés préfectoraux (cf. Tableau 136). Pour chaque département confronté aux deux ravageurs, le nombre de semaines avec des traitements uniquement contre les tordeuses est compté. Il est important de noter que tout traitement utilisant une SA conventionnelle est considéré dans cette analyse, seules les stratégies de biocontrôle et de confusion sexuelle sont écartées.

Par ailleurs les données du réseau DEPHY entre 2017 et 2020 informent que les traitements spécifiques contre les tordeuses (hors traitements CFD) représentent seulement 2,5 % du nombre total d'interventions insecticides au niveau national. Si on considère uniquement l'année 2022 dans les données DEPHY, cette proportion se rapproche davantage des 20 % au niveau national, mais avec des incertitudes sur la présence de produits de biocontrôle dans les données.

Par ailleurs, le pourcentage de semaines concernées par des traitements uniquement contre les tordeuses (hors traitements contre la CFD) a également été analysé dans les questionnaires terrain des départements concernés par des traitements contre les deux ravageurs en 2022.

Le Tableau 136 résume les distributions de la QSA retenues entre les deux ravageurs pour chaque département et chaque situation présente après analyse des données décrites précédemment avec l'appui du GT PestiRiv.

**Tableau 136 : Distribution de la QSA entre les traitements contre les tordeuses et les cicadelles de la flavescence dorée. PestiRiv, France, 2021-2022**

Département	Nombre de traitements CFD dans la commune (source : arrêtés préfectoraux)	% semaines avec uniquement traitements tordeuses - hors traitements CFD (source : questionnaires terrain)	% QSA totale période traitements tordeuses uniquement - hors CFD	% QSA totale période traitements CFD et tordeuses
Gironde	1	83	15	85
	2	75	15	85
	3	33	5	95
Rhône	2	33	5	95
	3	55	10	90
Gard	3	36	5	95
Pyrénées-Orientales	2	43	10	90
	3	25	5	95

Pour répartir ensuite de façon hebdomadaire cette QSA allouée spécifiquement aux tordeuses, les niveaux d'intensité d'utilisation de SA contre la tordeuse et les coefficients de ventilation correspondant sont définis selon les mêmes règles de décisions que pour les fongicides (croisement des niveaux de risque issus des BSV avec les données du questionnaire terrain). Le Tableau 137 présente un exemple pour la cyperméthrine dans le département de l'Aude.

**Tableau 137 : Extrait d'une fiche insecticide : ventilation de la cyperméthrine dans l'Aude. PestiRiv, France, 2021-2022**

Semaine	Nb jour traitement CFD	Coefficient CFD	Utilisation questionnaire cyperméthrine	BBCH	Risque tordeuse BSV	Catégorie utilisation contre tordeuse	Catégorie utilisation contre tordeuse après croisement CFD	Coefficient tordeuse
16				53	faible			0
17				53	modéré	vert	vert	0,005
18			1	55	modéré	orange	orange	0,006
19			1	57	modéré	orange	orange	0,006
20			1	57	modéré	orange	orange	0,006
21				61	modéré	vert	vert	0,005
22	3	0,075	1	71	modéré	orange		0
23	7	0,175	1	71	modéré	orange		0
24	8	0,2	1	75	modéré	orange		0
25	7	0,175	1	77	modéré	orange		0
26	2	0,05		77	modéré	vert		0
27			1	77	modéré	orange	orange	0,006
28	3	0,075	1			vert		0
29	7	0,175	1	81	modéré	orange		0
30	1	0,025	1	85	faible	vert		0
31			1	85	modéré	orange	orange	0,006
32			1	89	faible	vert	vert	0,005
33			1			vert	vert	0,005
34								0

### Fiches substances actives herbicides

Contrairement aux traitements fongicides et insecticides qui répondent à un risque lié à une maladie ou un ravageur, le calendrier des traitements herbicides est fonction du climat et des caractéristiques pédologiques du vignoble. Par conséquent, d'une année à une autre, les traitements sont plus constants. En viticulture, la pratique moyenne de désherbage chimique consiste à désherber en sortie d'hiver en associant du glyphosate et un herbicide de pré-levée. En cours de saison, un rattrapage est souvent réalisé, soit mécaniquement, soit chimiquement en fonction des conditions météorologiques.

Parmi les SA prioritaires dans l'étude PestiRiv, sept ont un usage herbicide. L'une d'entre elles, la carbétamide, n'était plus utilisable lors de la phase terrain. Les six herbicides restants se distinguent en deux groupes : les herbicides de pré-levée et ceux de post-levée.

Les SA prélevées prioritaires dans PestiRiv sont la flumioxazine, le napropamide, l'oryzalin, la pendiméthaline et le propyzamide. Pour les herbicides de post-levée, seul le glyphosate est présent. Il s'agit de la SA majoritairement utilisée en viticulture pour le désherbage chimique. Des restrictions d'usage en viticulture sont intervenues pour le glyphosate en 2021. Ces restrictions se sont notamment traduites par la limitation à un seul passage de glyphosate dans l'année, sauf dérogations particulières (parcelles en pentes).

Comme pour les fiches fongicides et insecticides, l'objectif est de distribuer temporellement les quantités annuelles de SA des herbicides. Pour déterminer les coefficients de répartition, les données 2022 du réseau DEPHY ont été analysées. Cette analyse a été menée selon trois zones géographiques correspondant à des zones climatiquement homogènes et donc avec des temporalités de désherbage également homogènes. Ces trois zones sont :

- Nouvelle Aquitaine, (départements présents : 11, 16, 17, 24, 32, 33, 86) ;
- Grand Est, Bourgogne-Franche-Comté et Auvergne-Rhône-Alpes (départements présents : 21, 51, 67, 68, 69) ;
- Arc méditerranéen (départements présents : 13, 30, 7, 34, 66, 83, 84).

Pour chacune des zones, les traitements herbicides renseignés dans DEPHY ont été étudiés en distinguant les désherbages de pré-levée des désherbages utilisant le glyphosate. Les données permettent d'obtenir une distribution des interventions à l'échelle hebdomadaire. Pour le groupe des herbicides de pré-levée, les traitements entre les différentes zones géographiques sont homogènes. Seul le propyzamide se distingue des autres SA avec une période d'application plus précoce. En effet, cette SA est généralement appliquée de mi-décembre de l'année n-1 à mi-février de l'année suivante.

Pour les traitements de post levée au glyphosate, deux blocs temporels se distinguent avec des intensités d'utilisation différentes. La première période (semaine 5 à semaine 15), commune aux trois zones, concentre 60 % des quantités de glyphosate pour la Nouvelle Aquitaine contre 85 % pour les deux autres zones. La seconde période correspond aux rattrapages estivaux pendant la campagne de culture.

À titre d'exemple, le Tableau 138 ci-dessous résume la distribution du glyphosate dans les différentes zones pour la première période évoquée précédemment :

**Tableau 138 : Répartition temporelle des traitements au glyphosate – première période. PestiRiv, France, 2021-2022**

Mois	Février 2022				Mars 2022				Avril 2022		
Semaine	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Coefficient distribution NA	0	0	0	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075
Coefficient distribution autres zones	0	0	0	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106

*Calcul de la densité de substance active sous le vent : indicateur spatialisé de niveau 3*

#### Pertinence de la prise en compte des vents dans la construction de l'indicateur spatialisé

La prise en compte des caractéristiques du vent dans la construction de l'indicateur spatialisé d'exposition des foyers semble importante pour approcher au mieux la façon dont la proximité aux parcelles de vignes et la configuration spatiale locale sont susceptibles de contribuer à l'exposition des participants à l'enquête PestiRiv. S'il semble intuitif d'imaginer que plus un vent est fort, plus il déplacera les particules, et donc plus le foyer balayé par ce vent sera exposé, ce raisonnement a des limites (cf. échanges avec Météo France, Ineris et INRAE). L'option retenue est donc de ne considérer que la direction du vent dans la construction de l'indicateur spatialisé niveau 3. La vitesse du vent est considérée dans une variable contextuelle, dont la construction est décrite en détail ci-après.

### Construction de l'indicateur spatialisé de niveau 3

Le troisième niveau de l'indicateur spatialisé d'exposition vise à estimer la quantité de SA susceptible d'atteindre le foyer des participants. L'objectif de construction de ce troisième niveau de l'indicateur géographique d'exposition est de prendre en compte au mieux la dispersion atmosphérique susceptible d'affecter les produits au moment du traitement, du fait notamment des conditions météorologiques. La dispersion atmosphérique est considérée comme étant une des voies principales du transport des SA vers des zones en aval de la zone cible. Elle combine à la fois la dérive primaire (au moment de l'application, qui concerne essentiellement les gouttelettes qui peuvent se disperser localement) et la dérive secondaire (re-volatilisation post-application, qui concerne notamment la phase gazeuse). Sur la temporalité du suivi des participants à PestiRiv (précision de l'échelle temporelle : la semaine et durée de la période de suivi : 14 jours), les deux phénomènes de dispersion sont étudiés de façon combinée, d'autant plus qu'il n'est pas possible de déterminer précisément les jours de traitement. En intégrant la direction des vents dans l'indicateur spatialisé d'exposition, il est possible d'approcher l'effet de cette dispersion atmosphérique sur l'exposition des foyers.

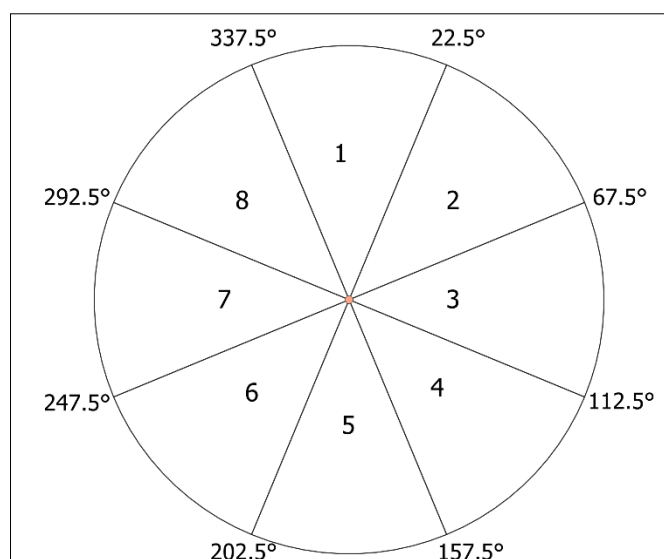
### Prétraitement des données météorologiques

Les données météorologiques utilisées pour la prise en compte des vents dans la construction du niveau 3 de l'indicateur spatialisé d'exposition sont issues du modèle CPF Agro, fourni par Météo France. L'utilisation de ces données suppose un prétraitement pour être combinées avec d'autres paramètres. Météo France fournit, pour chaque point correspondant aux foyers géolocalisés des participants, un fichier non spatialisé contenant des données horaires de force (en m/s) et de direction (en degrés) du vent, pour la période d'enquête.

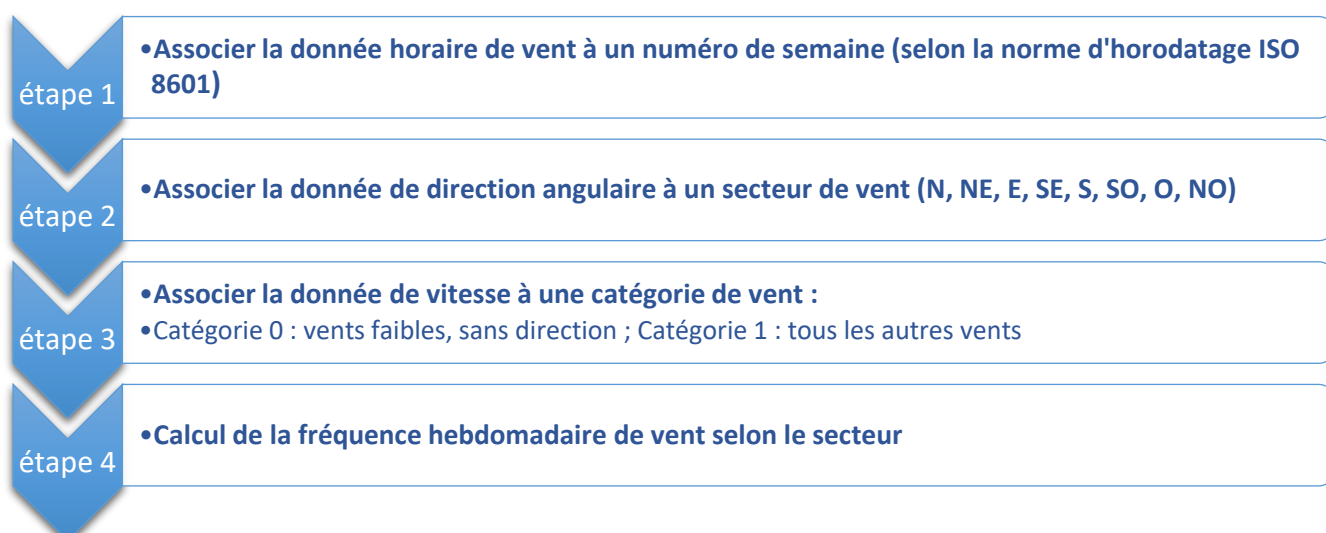
La bibliographie montre que dans les études prenant en considération le vent dans la construction d'indicateurs spatialisés d'exposition, c'est essentiellement le paramètre de fréquence du vent en fonction de sa direction qui est implémenté dans l'indicateur. Les directions sont regroupées en secteurs cardinaux (entre 8 et 36 secteurs, en fonction des études, de leurs périmètres et de leurs objectifs). Dans le cas de PestiRiv, 8 secteurs sont construits, correspondant aux points cardinaux nord, sud, est et ouest, et aux points inter-cardinaux nord-est, sud-est, sud-ouest et nord-ouest. C'est la direction angulaire du vent fournie par Météo France dans les extractions du modèle CPF Agro qui permet d'attribuer chaque vent à un secteur cardinal.

**Tableau 139 : Règle d'attribution des directions angulaires des vents à chaque secteur cardinal. PestiRiv, France, 2021-2022**

Secteur	Plage d'attribution (°)
1 : N	• [337.5;22.5[
2 : NE	• [22.5 ;67.5[
3 : E	• [67.5 ;112.5[
4 : SE	• [112.5 ;157.5[
5 : S	• [157.5 ;202.5[
6 : SO	• [202.5 ;247.5[
7 : O	• [247.5 ;292.5[
8 : NO	• [292.5 ;337.5[



**Figure 66 : Schéma des roses des vents construites. PestiRiv, France, 2021-2022**



**Figure 67 : Synthèse des prétraitements sur les données de vents. PestiRiv, France, 2021-2022**

### Prise en compte des vents en fonction de leur direction et de leur fréquence

Pour intégrer la fréquence des vents il est nécessaire de tenir compte de la dimension temporelle. Les données du modèle CPF Agro sont des données horaires, elles sont donc agrégées à la semaine afin d'être homogène avec la prise en compte de la dimension temporelle mise en œuvre au niveau 2 de l'indicateur spatialisée. Pour une semaine donnée, la fréquence du vent dans chacun des secteurs cardinaux est calculée.

En sortie de ces prétraitements, on obtient pour chaque secteur cardinal, une fréquence de vent à la semaine.

En combinant ces informations au niveau 2 de l'indicateur spatialisé d'exposition tel qu'il est décrit plus haut, il devient possible de pondérer les quantités probables de SA utilisées sur chaque parcelle en fonction de la fréquence des vents qui la balaient pour estimer l'exposition des foyers.



### Prise en compte des vents faibles (sans direction)

Les vents faibles, sans direction, sont pris en compte à part pour la pondération des QSA. On considère que ces vents faibles contribuent à favoriser la dispersion des SA utilisées uniquement sur les parcelles les plus proches du foyer des participants, à savoir les parcelles comprises dans les buffers de 100 et 500 m. Comme ils n'ont pas de direction, la totalité des secteurs est prise en compte pour ces deux buffers. La QSA totale des buffers 100 et 500 m est pondérée par la fréquence de ces vents sans direction sur la période de suivi du foyer.

### Calcul de l'indicateur :

Le scénario retenu (prise en compte uniquement de la fréquence des vents par secteur) conduit à appliquer l'équation suivante pour le calcul de l'indicateur à la semaine par foyer :

$$QSA_{dispersée} = f_0 * QSA_{totbuffer} + \sum_{i:1}^{NO} QSA_i * f_i$$

Où  $f_0$  : fréquence des vents sans direction ;  $QSA_{totbuffer}$  : quantité de substance active totale estimée sur la zone d'étude ;  $QSA_i$  : quantité de substance active totale estimée dans le secteur  $i$  ;  $f_i$  : fréquence des vents de catégorie  $i$  dans le secteur  $i$

### Mise en œuvre dans le SIG

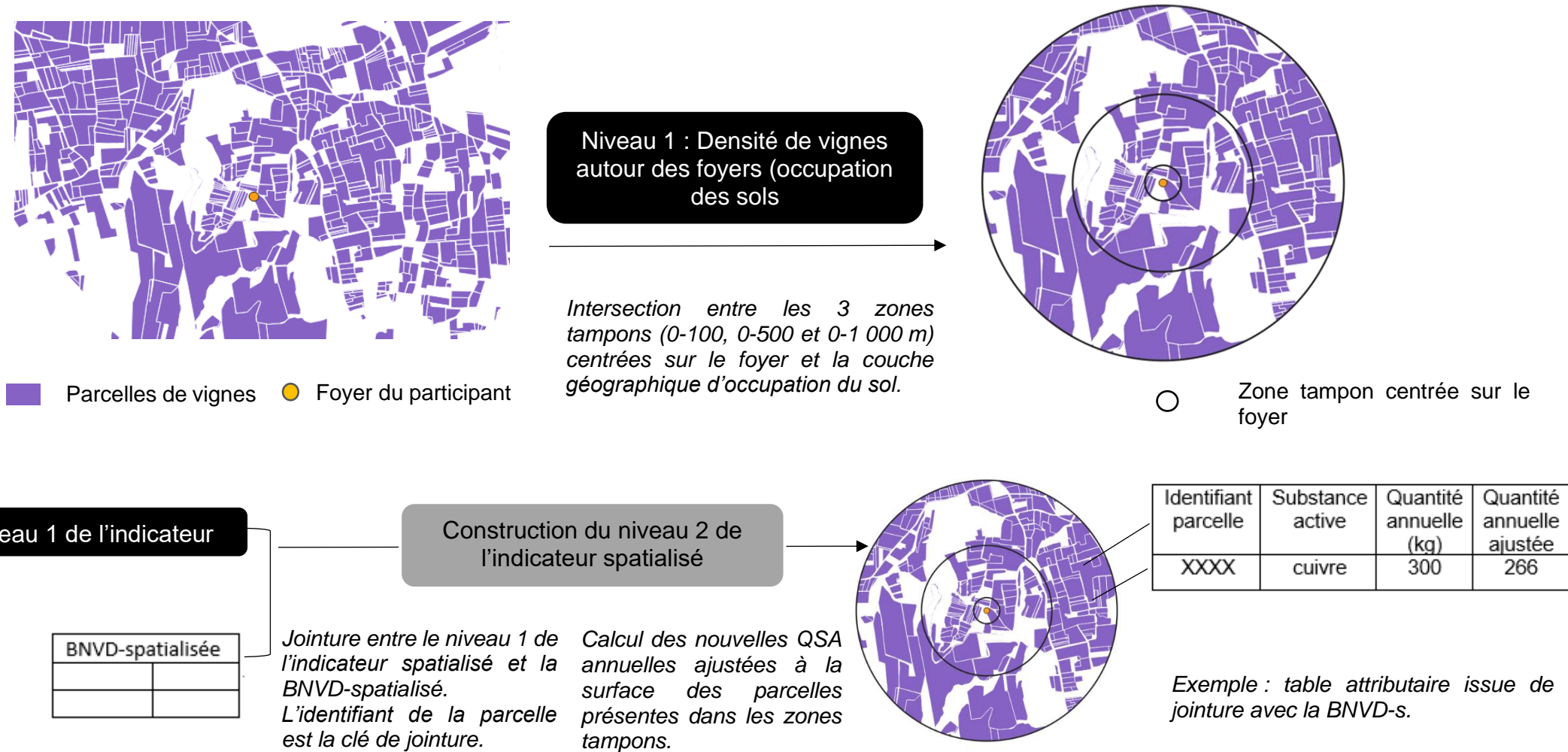
Après calcul les fréquences des vents selon les directions sont implémentées dans un SIG. Les différents niveaux de l'indicateur géographique d'exposition sont construits en utilisant la version 3.34 du logiciel QGIS.

### Construction d'une variable contextuelle pour la prise en considération de la vitesse du vent

Compte tenu de la réglementation qui impose de ne pas traiter les cultures si les vents dépassent 19 km/h, il semble délicat de ne pas du tout prendre en considération la vitesse du vent dans l'analyse. Cependant, comme évoqué plus haut, il n'est pas possible de l'intégrer dans l'indicateur lui-même dans la mesure où l'on ne connaît pas la date et l'heure du ou des traitements appliqués sur chacune des semaines de suivi, et compte tenu du fait que les effets de la vitesse sont difficiles à modéliser sans émettre des hypothèses nombreuses et susceptibles de rajouter de l'incertitude à l'indicateur tel qu'il est construit.

Le choix est donc fait de tenir compte de cette information de la vitesse des vents en construisant une variable contextuelle, correspondant à la durée cumulée, par semaine, pendant laquelle les vents ont été compatibles avec la possibilité de traiter (vitesse inférieure au seuil imposé par la réglementation) afin de valider que, sur chaque semaine de suivi, il existe bien un créneau pendant lequel le traitement était possible.

Exemple théorique détaillant les principales étapes de construction des trois niveaux de l'indicateur spatialisé



Fiches substance active	

Période d'enquête des foyers	

*Calcul des coefficients de pondération finaux des foyers pour la période d'enquête.*

*Ces coefficients sont obtenus en croisant les coefficients hebdomadaires suivant :*

- Les coefficients de ventilation des substances actives
- Les coefficients de suivi, propres à un foyer

**Niveau 2 : QSA probablement appliquée pendant la période d'enquête**

Substance	Quantité ventilée sur la période	Zone tampon
cuivre	0,05	0-100
cuivre	0,35	0-500
cuivre	0,80	0-1000

**Étape préliminaire à la construction du niveau 3 de l'indicateur spatialisé**

*Construction des 8 cadrans de la rose des vents.  
Calcul des niveaux 1 et 2 pour obtenir les nouvelles quantités ventilées de chaque secteur et zone tampon à la semaine.*



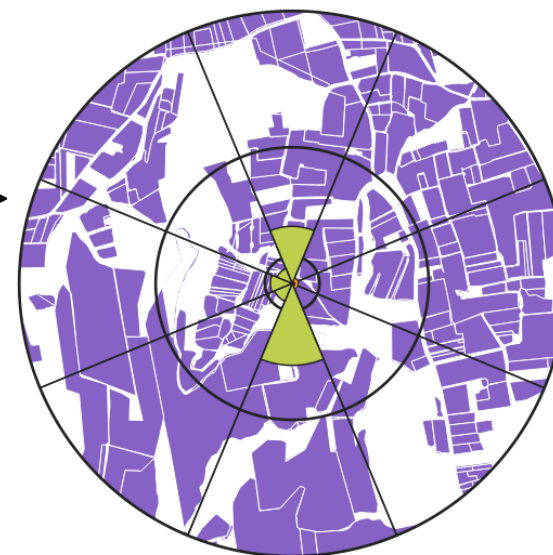
Modèle CPF-AGRO Météo France
Données horaires de vitesse et de direction du vent

### Étape 1 : Calcul des fréquences en vent hebdomadaires par secteur

*Attribution de chaque donnée à une catégorie de vent et à un secteur cardinal (respectivement selon la force du vent et la direction degré).*

*Groupement des données horaires par semaine*

*Calcul des fréquences en vent sur la semaine par catégorie de vent et secteur*



*Exemple : Représentation graphique d'une rose des vents*

Résultat étape préliminaire
QSA probablement appliquée par semaine d'enquête dans chaque secteur et buffer

Résultat étape 1
Coefficient de pondération lié au vent calculé par semaine et secteur

### Étape 2 : Pondération des QSA par les coefficients liés au vent

*Pour les buffers de 0-100 m et 0-500 m, les vents faibles sans direction sont considérés dans le calcul.*

**Niveau 3 : QSA probablement dispersée pendant la période d'enquête**

## Description des autres paramètres liés au contexte agricole

En complément des indicateurs spatialisés, un certain nombre de paramètres contextuels sont également introduits dans l'analyse et permettent, pour certains d'entre eux, de moduler l'effet de cet indicateur.

### *Indicateur sur la surface de la parcelle viticole la plus proche*

L'indicateur sur la surface de la parcelle viticole la plus proche est construit pour caractériser les sites de mesures d'air ambiant uniquement.

Libellé de l'indicateur	Description de l'indicateur	Échelle temporelle	Échelle géographique	Unité	Source de la donnée
Surface de la parcelle viticole la plus proche	-	-	-	hectare	ODR

### *Indicateurs de conduite du vignoble*

Libellé de l'indicateur	Description de l'indicateur	Échelle temporelle	Échelle géographique	Unité	Source de la donnée
Part de la surface en vigne biologique (certifiée et en cours de conversion)	-	2020	Code postal	part de la SAU (ha)	RA (2020)
Part du nombre d'exploitation viticole biologique et en conversion	-	2020	Code postal	part d'exploitation	RA (2020)

### *Indicateurs sur le matériel de pulvérisation*

Libellé de l'indicateur	Description de l'indicateur	Échelle temporelle	Échelle géographique	Unité	Source de la donnée
Type de matériel de pulvérisation	Groupe 1 : matériel axial et canon Groupe 2 : voute, jet dirigé Groupe 3 : face par face	Données cumulées depuis 2011	Groupe de communes présentes dans les buffers	Effectif	UTAC
Catégorie du matériel de pulvérisation	Trois classes représentant le % de pulvérisateurs en face par face uniquement (considéré comme le plus protecteur vis-à-vis de la dérive)  1. < 25 % 2. Entre 25 % et 50 % 3. > 50 %	Données cumulées depuis 2011	Groupe de communes présentes dans les buffers	Effectif	UTAC

### *Indicateur sur le type de soufre*

L'indicateur sur le type de soufre a été construit à partir des données de ventes spatialisées par l'ODR. L'objectif est de quantifier la part de soufre achetée sous forme de poudre dans un périmètre de 1 km autour du logement. Les quantités annuelles de soufre attribuées aux parcelles environnantes sont sommées selon leur état.

Description de l'indicateur	Échelle temporelle	Échelle géographique	Unité	Source de la donnée
Part de la QSA sous forme de poudre pour poudrage	annuelle	Buffer (1 000 m)	pourcentage	BNVD-spatialisée

### *Indicateur sur les vents au-dessus de la limite réglementaire*

L'arrêté du 12 septembre 2006 interdit les traitements lorsque la vitesse du vent est supérieure à 19 km/h. Pour prendre en compte cette réglementation, un indicateur a été construit à partir des données de Météo-France.

Les données fournies par le modèle CPF Agro sont exprimées au pas de temps horaire et renseignent sur la direction du vent et la force du vent (m/s). L'objectif de l'indicateur construit est de quantifier, pour chaque foyer sur la période de suivi, la durée horaire avec des vents au-dessus de la réglementation. Pour ce faire, seules les données de force sont considérées. L'indicateur résulte du dénombrement des dates horaires uniques où le vent est supérieur à 5,28 m/s.

Description de l'indicateur	Échelle temporelle	Échelle géographique	Unité	Source de la donnée
Période avec des vents au-dessus de la limite réglementaire (19 km/h)	Période de suivi des participants (différentes selon les matrices)	Buffer (1 000 m)	-	Modèle CPF Agro de Météo France

### *Indicateurs sur la pluviométrie*

Libellé de l'indicateur	Description de l'indicateur	Échelle temporelle	Échelle géographique	Unité	Source de la donnée
Cumul de la pluviométrie	-	Période de suivi des participants (différentes selon les matrices)	Foyer	mm de pluie	Modèle CPF Agro de Météo France
Nombre de jours de pluie	-		Foyer	jour	

### *Indicateur sur la présence de clôture autour du logement*

L'indicateur sur la présence de clôture « clôture » est détaillé en Annexe 15 : Construction des indicateurs.

### *Indicateurs relatifs à l'aménagement autour des logements*

Un indicateur relatif à la présence d'aménagements potentiellement exposants aux PPP autour des logements « logement\_proxi\_pest » est utilisé comme variable d'ajustement. Sa construction est détaillée en Annexe 15 : Construction des indicateurs.



Un indicateur « autres\_cultures » est également construit en complément à partir de la couche occupation du sol de l'ODR dans les trois buffers 0-100 m, 0-500 m et 0-1 000 m (cf. Tableau 140). Cet indicateur permet de décrire la présence d'autres cultures près du logement des personnes vivant en zones viticoles ou non viticoles.

**Tableau 140 : Indicateur de présence d'autres cultures. PestiRiv, France, 2021-2022**

Description de l'indicateur	Échelle temporelle	Échelle géographique	Unité	Source de la donnée
Présence de cultures, autres que la vigne, consommatrices de PPP	-	Buffers (0-100, 0-500, 0-1 000 m)	Hectare et pourcentage	ODR
Présence de cultures, autres que la vigne, consommatrices de PPP (oui/non)	-	Buffers (0-100, 0-500, 0-1 000 m)	-	ODR



# ANNEXE 17 : CONSTRUCTION DE L'INDICE TOTAL DE LA CHARGE D'IMPRÉGNATIONS

Deux types d'indice total de la charge d'imprégnation sont créés dans le cadre de PestiRiv :

- un indice comptant, pour chaque participant, le nombre de biomarqueurs dépassant une valeur « repère » de la distribution ;
- un indice total de la charge d'imprégnation combinant les niveaux d'imprégnations des biomarqueurs associés à chaque substance active étudiée dans PestiRiv.

## 1. Dénombrement des biomarqueurs dépassant une valeur « repère »

Le comptage, pour chaque participant, des biomarqueurs dépassant une valeur « repère » (par exemple la limite de quantification (LOQ) ou le P99) permet de mettre en évidence les participants les plus co-imprégnés ou co-imprégnés à des niveaux élevés. La méthode appliquée est dérivée de celle utilisée dans Esteban ou le programme de biosurveillance conduit par Santé Canada [39; 40].

La LOQ est utilisée comme valeur « repère » lorsque peu de biomarqueurs sont quantifiés. Les percentiles élevés (P99) sont à privilégier lorsque les biomarqueurs sont quantifiés dans la quasi-totalité des échantillons. L'indice permet alors de caractériser les participants les plus intensément co-imprégnés.

Ces indices sont utilisés uniquement à des fins descriptives.

## 2. Indice total de la charge d'imprégnation

La construction de l'indice total de la charge d'imprégnation se fait en trois étapes :

- 1) somme des concentrations molaires des biomarqueurs ayant des profils chimiques similaires et relevant d'une même source d'exposition [41-44]. Cette somme concerne les métabolites de pyréthriinoïdes fortement corrélés (3-PBA, cis-DCCA et trans-DCCA) et les métabolites de folpel ;
- 2) calcul, pour chaque biomarqueur, (ou somme de biomarqueurs calculée à l'étape 1), d'un indice d'imprégnation (II) basé sur le P95 de la distribution.

Pour chaque biomarqueur  $i$ , un participant  $j$  se voit ainsi attribuer un indice d'imprégnation

$$II_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{P95i}}$$

Avec :

$C_{ij}$  = concentration du biomarqueur  $i$  mesurée chez le participant  $j$

$C_{P95i}$  = P95 de la distribution des niveaux d'imprégnation du biomarqueur  $i$  au sein de la population

- 3) somme des IR calculés pour l'ensemble des biomarqueurs associés aux SA étudiées dans PestiRiv ;

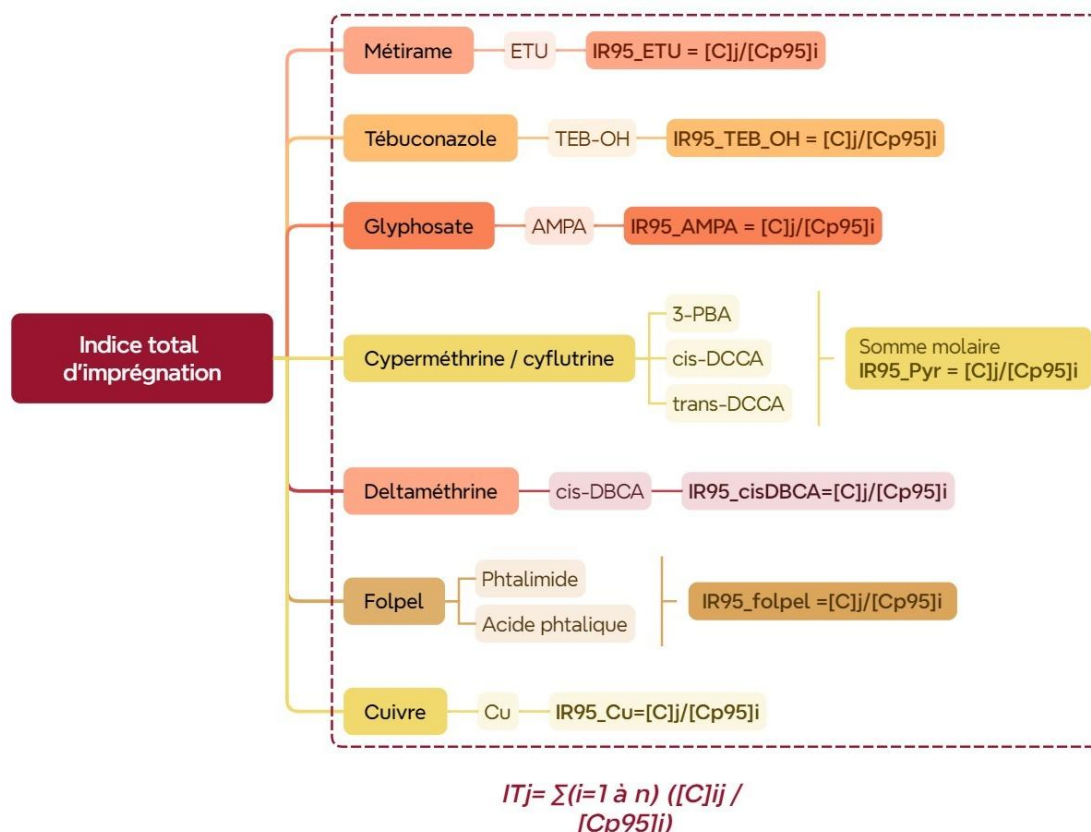
Chaque participant  $j$  dispose ainsi d'un indice total d'imprégnation (ITI), sans unité :

$$ITI_j = \sum_{i=1}^n II_{ij} = \sum_{i=1}^n \frac{C_{ij}}{C_{P95i}}$$

Avec  $n$  = nombre total de biomarqueurs considérés.

Cette démarche est appliquée sur les données d'imprégnation après traitement des données censurées à gauche (inférieures à la LOD et entre la LOD et la LOQ).

L'approche additive de ratios permet de refléter, pour chaque participant, la contribution relative de chaque biomarqueur sur l'intensité totale de l'imprégnation. Cette méthode s'inspire des démarches utilisées dans le cadre d'estimation des risques sanitaires associés aux polyexpositions [42; 45; 46]. Toutefois, contrairement aux approches citées, la valeur « repère » utilisée dans PestiRiv n'est pas une valeur toxicologique mais une concentration biologique. Le choix de la concentration biologique associée au P95 permet de refléter les niveaux d'imprégnations considérés comme élevés au sein de la population, en s'alignant sur la valeur habituellement utilisée pour établir les valeurs de référence d'exposition (VRE) [47].



**Figure 68 : Synthèse méthode de construction de l'indice total d'imprégnation. PestiRiv, France, 2021-2022**

L'indice total d'imprégnation est utilisé dans les analyses multivariées, en complément des analyses réalisées pour les biomarqueurs spécifiques de l'exposition liée au traitement des vignes.

**Toutefois, cet indice doit être interprété comme une estimation relative de la charge de l'imprégnation globale aux substances mesurées, plutôt que comme une quantification de l'imprégnation cumulée.**

# Résumé

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

### **Tome 0 : Matériels, méthodes et bilan de la collecte**

Santé publique France et l'Anses réalisent l'étude PestiRiv qui vise à mesurer la contamination des milieux et l'imprégnation des personnes vivant en zones viticoles (près de vignes) par les pesticides utilisés sur ces cultures, et déterminer si les niveaux mesurés sont plus élevés que ceux observés chez les personnes vivant en zones non viticoles (loin de toute culture). PestiRiv est la première étude de grande ampleur en France qui permet de disposer de données objectives pour répondre aux incertitudes encore nombreuses sur la connaissance de la contamination des milieux et l'imprégnation des personnes vivant en zones viticoles par les pesticides.

Le terrain de l'étude PestiRiv s'est déroulé d'octobre 2021 à septembre 2022 pour couvrir à la fois la période pendant laquelle les traitements des vignes sont les plus fréquents, et celle pendant laquelle les traitements sont les moins fréquents. Au total, 1 946 adultes et 742 enfants ont participé à l'étude, ce qui a permis de recueillir 3 484 échantillons d'urines, 1 890 échantillons de cheveux, 790 échantillons de poussières, 333 échantillons d'air intérieur, 110 échantillons de fruits/légumes du jardin et 1 596 échantillons d'air ambiant.

Le Tome 0 de PestiRiv rassemble tous les éléments de matériels et méthodes relatifs à la mise en œuvre de l'étude (résumé du protocole, méthodes de mesures des imprégnations et des contaminations environnementales, méthodes statistiques) et présente le bilan de la collecte des données. Ce tome analyse également les limites et les sources d'incertitudes de l'étude afin de caractériser leur impact potentiel sur la réponse aux objectifs de l'étude et de déterminer la façon de les prendre en compte dans l'interprétation des résultats de l'étude.

Les résultats de l'étude PestiRiv sont présentés dans le Tome 1 (résultats relatifs aux contaminations environnementales) et le Tome 2 (résultats relatifs aux niveaux d'imprégnation biologique). Ces résultats sont accompagnés d'un Avis 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.

**MOTS-CLÉS :** PESTICIDES, VITICULTURE, BIOSURVEILLANCE, CONTAMINATION, EXPOSITION, ENVIRONNEMENT, URINES, CHEVEUX, POUSSIÈRES, AIR INTÉRIEUR, AIR AMBIANT, ALIMENTS

**Citation suggérée :** Dereumeaux C, Brugioni M, Gonnard L, Jean A, *et al.* PestiRiv : Étude d'exposition aux pesticides chez les riverains de zones viticoles et non viticoles. Tome 0 : Matériels, méthodes et bilan de la collecte. Saint-Maurice : Santé publique France, Maisons-Alfort : Anses, 2025. 368 p. Disponible à partir de l'URL : [www.santepubliquefrance.fr](http://www.santepubliquefrance.fr) et <https://www.anses.fr/fr>

## Summary

### **PestiRiv: Study of pesticide exposure in residents of wine-growing and non-growing areas**

#### **Volume 0: Materials, methods and data collection results**

Santé publique France and Anses are conducting the PestiRiv study, which aims to measure environmental contamination and impregnation of people living near vineyards by pesticides used on these crops, and to determine whether the levels measured are higher than those observed in people living far from any crops. PestiRiv is the first large-scale study in France to provide objective data in response to the many uncertainties surrounding knowledge of environmental contamination and pesticide impregnation of people living near vineyards.

The fieldwork for the PestiRiv study took place from October 2021 to September 2022, to cover both the period when vineyard treatments are most frequent, and the period when treatments are least frequent. A total of 1,946 adults and 742 children took part in the study, collecting 3,484 urine samples, 1,890 hair samples, 790 dust samples, 333 indoor air samples, 110 garden fruit/vegetable samples and 1,596 ambient air samples.

Volume 0 of PestiRiv brings together all the materials and methods used to implement the study (summary of the protocol, methods for measuring impregnations and environmental contaminations, statistical methods), and presents the results of data collection. This volume also analyzes the study's limitations and sources of uncertainty, in order to characterize their potential impact on the response to the study's objectives, and to determine how to take them into account when interpreting the study's results.

The results of PestiRiv are presented in Volume 1 (results relating to environmental contaminations) and Volume 2 (results relating to biological impregnation levels). These results are accompanied by an executive report jointly produced by Santé publique France and Anses, including the conclusions and recommendations of their expert collectives on the results of this study.

**KEYWORDS:** PESTICIDES, VITICULTURE, BIOMONITORING, CONTAMINATION, EXPOSURE, ENVIRONMENT, URINE, HAIR, DUST, INDOOR AIR, AMBIENT AIR, FOOD

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](http://anses.fr)



Santé publique France

12, rue du Val d'Osne 94415 Saint-Maurice Cedex  
[santepubliquefrance.fr](http://santepubliquefrance.fr)